

Министерство образования и науки РТ  
Государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение  
**«КАЗАНСКИЙ РАДИОМЕХАНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.А. Коклюгина

«04» сентября 2024 г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**  
**ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ**  
**НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА**  
основной профессиональной образовательной программы (ОПОП)  
по программе подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ)  
11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
электронных приборов и устройств»

Казань, 2024

Программа профессионального модуля разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования образовательной программы подготовки специалистов среднего звена (далее – СПО ППССЗ) 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств».

Разработчики:

ГАПОУ «КРМК»

\_\_\_\_\_  
(место работы)

Преподаватель  
(занимаемая должность)

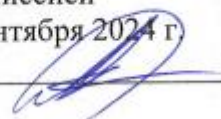
Э.Ф.Галиуллин, Р.М. Загидуллин  
(инициалы, фамилия)

РАССМОТРЕНО

Предметно-цикловой комиссией

Протокол № 1 от «04» сентября 2024 г.

Председатель ПЦК № 3



Н. А. Коклогина

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	4
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	7
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	8
4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	24
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)	25

# 1. ПАСПОРТ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

## 1.1. Область применения программы

Программа профессионального модуля является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности среднего профессионального образования образовательной программы подготовки специалистов среднего звена (далее – СПО ППССЗ) 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств», в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД): «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 профессионального модуля – требования к результатам освоения профессионального модуля

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

### **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.

**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.

**Результаты освоения профессионального модуля направлены на формирование личностных результатов воспитания:**

ЛР6 Ориентированный на профессиональные достижения, деятельно выражающий познавательные интересы с учетом своих способностей, образовательного и профессионального маршрута, выбранной квалификации.

ЛР15 Настойчивый в доведении новых инженерных решений до их реализации, в поиске истины, в разрешении сложных проблем.

ЛР16 Стремящийся к постоянному повышению профессиональной квалификации, обогащению знаний, приобретению профессиональных умений и компетенций, овладению современной компьютерной культурой, как необходимому условию освоения новейших методов познания, проектирования, разработки экономически грамотных, научно обоснованных технических решений, организации труда и управления, повышению общей культуры поведения и общения.

ЛР17 Борющийся с невежеством, некомпетентностью, технофобией, повышающий свою техническую культуру.

ЛР18 Организованный и дисциплинированный в мышлении и поступках.

ЛР19 Ответственный за выполнение взятых обязательств, реализацию своих идей и последствия инженерной деятельности, открыто признающий ошибки.

ЛР22 Проявляющий уважение к обычаям и традициям народов России и других государств, учитывающий культурные и иные особенности различных этнических, социальных и религиозных групп.

ЛР23 Стремящийся в любой ситуации сохранять личное достоинство, быть образцом поведения, добропорядочности и честности во всех сферах общественной жизни.

ЛР24 Стремящийся к повышению уровня самообразования, своих деловых качеств, профессиональных навыков, умений и знаний.

ЛР25 Соответствующий по внешнему виду общепринятому деловому стилю.

ЛР26 Демонстрирующий навыки эффективного обмена информацией и взаимодействия с другими людьми, обладающий навыками коммуникации.

ЛР27 Занимающий активную жизненную позицию, проявляющий инициативу при организации и проведении мероприятий, принимающий ответственность за их результаты.

**1.3. Количество часов на освоение программы профессионального модуля:**

всего - 696 часов, в том числе:

учебная нагрузка обучающегося – 432 часа, включая:

во взаимодействии с преподавателем – 414 часов,

самостоятельной работы обучающегося – 18 часов;

учебная и производственная практика – 252 часа,

экзамен по модулю - 12 часов.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности **«Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа»** и соответствующие ему общие компетенции (ОК) и профессиональные компетенции (ПК):

<i>Код</i>	<i>Наименование общих компетенций</i>
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.
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 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;
ОК 09.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

Код профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Всего часов	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)				Практика	
			Нагрузка во взаимодействии с преподавателем		Самостоятельная работа обучающегося, часов	Курсовой проект (работа)	Учебная, часов	Производственная, часов
			Всего, часов	в т.ч. лабораторные и практические занятия (практическая подготовка), часов				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК 3.1 –3	МДК 03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	144	138	78	6			
ПК 3.1 –3.3	МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	288	276	144	12	30		
	Учебная практика	72					72	
	Производственная практика	180						180
	Экзамен по модулю ПМ.03	12						
	<b>ВСЕГО</b>	<b>696</b>	<b>414</b>	<b>222</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>72</b>	<b>180</b>

## 2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

Наименование тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
<b>МДК.03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>		<b>144</b>	
<b>Тема 1.1. Диоды и диодные схемы</b>	<b>Содержание</b>	<b>10</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
	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	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	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	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	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>10</b>	
	1.Исследование диодных ограничителей последовательного типа	2	3
	2.Исследование диодных ограничителей параллельного типа	2	3
	3.Исследование ограничителей на стабилитронах	2	3
4.Исследование переходных процессов в RC –цепях	2	3	
5.Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов	2	3	

<b>Тема 1.2.</b> Транзисторы и транзисторные схемы	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	
	1.Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы	2	2
	2.Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа	2	2
	3.Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя.	2	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>14</b>	
	1.Исследование свойств биполярного транзистора	2	3
	2.Исследование работы усилительного каскада	4	3
	3.Исследование работы транзистора в ключевом режиме	4	3
4.Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе	4	3	
<b>Тема 1.3.</b> Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов	<b>Содержание</b>	<b>8</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.	8	2
	<b>Генераторы пилообразных импульсов.</b> Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Простейшая схема ГЛИН.		
	<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.		
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>10</b>	
	1.Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме	2	3
	2.Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме	2	3
	3.Исследование работы симметричного триггера	2	3
4.Исследование несимметричного триггера	2	3	
5.Исследование генератора линейно изменяющегося напряжения	2	3	
<b>Тема 1.4.</b> Электронные устройства на операционных усилителях	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	
	<b>Операционный усилитель.</b> 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	10	2

	<p>Генераторы линейно изменяющегося напряжения на ОУ. Схема генератора ЛИН. Осциллограммы входного и выходного напряжений ГЛИН.</p> <p>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>6 семестр</b>	<b>68</b>
		<b>7 семестр</b>	<b>76</b>
<b>Тема 1.4.</b> Электронные устройства на операционных усилителях (продолжение)	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>		<b>20</b>
	1.Диодные ограничители на ОУ		4      3
	2.Формирователи импульсов на ОУ		4      3
	3.ГЛИН на операционном усилителе		4      3
	4.Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ		4      3
	5.Компаратор на ОУ		4      3
<b>Тема 1.5.</b> Цифровые устройства электронной техники	<b>Содержание</b>		<b>8</b>
	<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. Триггер со счетным запуском. (Т-триггер). Триггер с задержкой (D-триггер). JK-триггер	8	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>		<b>12</b>
	1.Формирователи импульсов на логических элементах		4      3
	2.Исследование мультивибратора на логических элементах		4      3
	3.Синхронный RS-триггер		4      3
<b>Тема 1.6.</b> Устройства комбинационного типа	<b>Содержание</b>		<b>6</b>
	<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. Исследование мультиплексора в программе Multisim Счетчик - основные понятия. Краткие сведения из теории. Параметры счетчиков. Моделирование счетчиков в программе Multisim Исследование электронных устройств смешанного типа.	6	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>		<b>12</b>

	1.Исследование работы дешифратора	4	3
	2.Исследование работы мультиплексора	4	3
	3.Исследование работы счетчика	4	3
<b>Самостоятельная работа при изучении раздела 1.</b>			
1.Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами.		6	
<b>Консультации</b>		6	
<b>Экзамен</b>		6	
<b>Всего по МДК 03.01:</b>		<b>144</b>	

<b>МДК.03.02. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b>		<b>288</b>	
<b>6 семестр</b>		<b>132</b>	
<b>Тема 2.1. Основы процесса конструирования</b>	<b>Содержание</b>	<b>2</b>	
	1.Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов. Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования	2	2
<b>Тема 2.2. Классификационные группы стандартов в ЕСКД</b>	<b>Содержание</b>	<b>2</b>	
	Классификационные группы стандартов в ЕСКД Содержание стандартов в группе. Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку. Конструкционные системы электронных систем. Параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения	2	2
<b>Тема 2.3. Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов</b>	<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 (ПЭЗ). Правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП). Допуски. Шероховатость поверхности, другие данные, необходимые для их изготовления и контроля.	2	2
	2.Требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу. Разработка технических требований к чертежам печатных плат. Заполнение основной надписи чертежа. Правила оформления сборочных чертежей на печатную плату.	2	2
	3. Правила оформления конструкторской документации на микросборки	2	2

<b>Тема 2.4.</b> Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	<b>Содержание</b>	<b>8</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. Технические требования на печатную плату. Примеры САПР печатных плат.	2	2
	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. Копирование объектов. Вращение объектов. Зеркальное отображение объектов. Масштабирование элементов чертежа. Отсечение графических объектов. Удлинение графических объектов. Деление объекта на части. Сопряжение объектов. Вставка блока форматки чертежа.	2	2
	3.Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD.	2	2
	4.Чертежи печатных плат. Изображение топологии в слое TOP. Изображение топологии в слое BOTTOM. Нанесение координатной сетки. Проставление размеров на чертеже: линейные размеры, угловые размеры, размеры радиусов, диаметров. Рисование размерных выносок. Редактирование размерного текста. Подготовка чертежа для печати. Импортирование разработка чертежей	2	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>12</b>	
	1.Команды оформления чертежа	2	3
	2.Создание пассивных и активных элементов схемы	2	3
	3.Создание цифровых и аналоговых микросхем	2	3
	4.Создание чертежа принципиальной схемы	2	3
5.Проектирование топологии платы в слое TOP и BOT	2	3	
6.Разработка сборочного чертежа печатной платы	2	3	
<b>Тема 2.5.</b> Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	<b>Содержание</b>	<b>6</b>	
1. <b>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 вла-	2	2	

	<p>ги, пыли, солнечной радиации. Теплообмен. Основные понятия. Тепловой режим ЭПиУ. Конструктивные методы обеспечения теплового режима ЭПиУ. Способы охлаждения. Защита ЭПиУ от тепловых воздействий. Теплообмен рельефных поверхностей. Тепловые и вихревые трубки. Принцип работы тепловых и вихревых трубок.</p>		
	<p><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 функциональных узлов. Конструктивные способы защиты ЭПиУ от воздействия вибраций. Методы повышения жёсткости конструкции. Влияние способов крепления, площади и толщины плат на собственную частоту колебаний. Системы активной защиты ЭПиУ от вибраций.</p>	2	2
	<p><b>3.Принципы компоновки изделий электронной техники</b>          Общие вопросы компоновки. Требования, предъявляемые к компоновочным работам. Этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. Информация, необходимая на этапе компоновки. Виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка. Компоновочные характеристики устройства, собранного на печатной плате.          Последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа.          Расчет геометрических размеров коммутационных оснований. Определение установочных характеристик радиоэлементов. Расчет конструктивных показателей электронного устройства</p>	2	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>12</b>	
	1.Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы	2	3
	2.Определение установочных характеристик радиоэлементов	2	3
	3.Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства	2	3
	4.Расчет конструктивных показателей электронного устройства	2	3
	5.Определение собственной частоты вибрации печатной платы	2	3
	6. Расчет динамических характеристик радиоэлементов при различных способах установки на плату	2	3
<b>Тема 2.6. Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат</b>	<b>Содержание</b>	<b>12</b>	
	<b>1.Знакомство с программой.</b> Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы.	2	2
	<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. Разработка УГО конденсатора, резистора, диода, транзистора, катушки. Разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые). Разработка УГО микросхем.	2	2

	<p><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. Запись дополнительной информации. 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 для подключения и контрольные, гнезда и соединители.</p>	2	2
	<p><b>4.Интерфейс упаковщика элементов Library Executive.</b> Назначение программы Library Executive. Вызов программы Library Executive. Пиктограммы меню инструментов. Структура библиотек. Диалоговое окно программы Library Executive. Информация о компоненте. Информация о выводах. Графические образы компонента и элемента схемы. Диалоговое окно Pins View. Назначение параметров таблицы Pins View. Способы редактирования параметров контактов. Порядок создания упаковочной информации для однородных и неоднородных компонентов. Особенности упаковочной информации для микросхем. Сообщения об ошибках.</p>	2	2
	<p><b>5.Работа с программой Schematic.</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Установка библиотек и просмотр библиотек. Рисование схемы и работа со схемой. Команды из-под правой кнопки. Перемещение УГО, повороты, развороты, изменение графики УГО. Работа с цепями: подвижка, деформация, удаление. Введение и удаление точек соединения цепей. Параметры цепей. Сопроводительные тексты в электрических схемах. Введение и их изменение. 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. Деление схемы. Поиск элементов на схеме. Информация о цепях. Создание архивной библиотеки. Создание файла перечня цепей. Разработка форматки и запись её в программу. Оформление схемы в соответствии с ЕСКД.</p>	2	2
	<p><b>6.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. Полуавтоматическая трассировка. Работа с проектом. Приёмы корректировки. Контроль платы и исправление ошибок. Экраны, массивы и экранные слои. Создание, установка конструктивных параметров. Окна в массивах. Подключение цепей к массивам. Корректировка массивов. Русскоязычные и прочие надписи на печатных платах. Автоматическая трас-</p>	2	2

сировка при помощи приложения Shape Route. Настройка и возможные варианты применения. Авто-трассировка в пакетном режиме. Трансляция проектов в другие версии или программы, используя форматы представления данных PDIF и DXF.9.		
<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>60</b>	
<b>Symbol Editor.</b>	<b>14</b>	
1.Настройка параметров конфигурации и среды проектирования.	2	3
2.Изучение команд графического редактора	2	3
3.Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ», «2И-НЕ»	2	3
4.Создание условного графического обозначения микросхем с помощью Symbol Wizard	2	3
5.Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности	2	3
6.Создание условного графического обозначения элементов питания, разъемов входных и выходных цепей	2	3
7.Создание библиотеки элементов принципиальной схемы	2	3
<b>Pattern Editor</b>	<b>14</b>	
1.Изучение команд графического редактора Pattern Editor. Задание среды проектирования.	2	3
2.Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами	2	3
3.Создание посадочного места для микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами	2	3
4.Создание посадочного места для транзистора КТ3102Г и диода КД403	2	3
5.Создание посадочного места конденсаторов, катушки индуктивности, разъемов питания, входных и выходных цепей	2	3
6.Создание посадочных мест микросхем с планарными и штыревыми выводами в Pattern Wizard	2	3
7.Создание посадочных мест кнопок, выключателей, реле, ВЧ разъемов	2	3
<b>Library Executive</b>	<b>12</b>	
1.Изучение правил работы с программой Library Executive	2	3
2.Создание упаковочной информации элемента микросхемы 133ЛА6.	2	3
3.Создание упаковочной информации элемента микросхемы К511ПУ2	2	3
4.Создание упаковочной информации для транзистора КТ3102Г, диода КД403А	2	3
5.Создание упаковочной информации конденсаторов, резисторов, катушек индуктивностей, разъемов питания	2	3
6.Создание упаковочной информации однородных и неоднородных компонентов принципиальной схемы	2	3
<b>Schematic</b>	<b>10</b>	
1.Задание среды проектирования. Изучение команд графического редактора принципиальных схем	2	3
2.Построение форматки чертежа. Размещение объектов на поле чертежа	2	3
3.Ввод электрических соединений и линий групповой связи	2	3

	4.Редактирование принципиальной схемы и позиционных обозначений.	2	3
	5.Создание файла перекрестных ссылок *.net. Создание *.dxf файла. Вывод схемы на печать.	2	3
	<b>Редактор печатных плат (РСВ).</b>	<b>10</b>	
	1.Упаковка схемы на печатную плату. Разработка компоновочного эскиза	2	3
	2.Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки	2	3
	3.Трассировка печатных проводников в ручном и интерактивном режиме	2	3
	4.Автоматическая трассировка печатных проводников. Редактирование топологии платы.	2	3
	5.Создание * DXF файлов для выпуска конструкторской документации.	2	3
<b>Тема 2.7.</b> Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.	<b>Содержание</b>	<b>4</b>	
	1.Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности.	2	2
	2.Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим, механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам	2	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>2</b>	
	1. Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности	2	3
	<b>Самостоятельная работа при изучении раздела 1.</b>		
	1.Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами.	<b>6</b>	
<b>7 семестр</b>		<b>156</b>	
<b>Тема 2.8</b> Методы изготовления печатных плат	<b>Содержание</b>	<b>22</b>	
	<b>1.Классификация методов изготовления печатных плат</b>		
	Введение. Актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств.	2	2
	<b>1.1.</b> Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий. Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП. Требования к материалам печатных плат. Современные материалы для изготовления печатных плат.	2	2
	<b>2.Односторонние печатные платы.</b> Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Классификация ОПП. Химические методы изготовления ОПП. Технологические процессы изготовления ОПП.	2	2
	<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.	2	2
	<b>4.Полуаддитивный метод.</b> Классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП. Технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами.	2	2
<b>5.Аддитивные методы получения печатных плат.</b> Особенности изготовления печатных плат аддитивным методом. Достоинства и недостатки. Классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии. Технология получения печатных плат аддитивными методами. Метод фотоформирования. ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании,	2	2	

	<b>6. Многослойные печатные платы.</b> МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания. Прецизионные МПП. Изготовление МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа.	4	2
	<b>7. Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы.</b> Технология изготовления гибких ОПП. ДПП на гибком фольгированном основании. ДПП на гибком нефольгированном основании. Полиимидные ДПП. Последовательность изготовления ДПП на полиимидной пленке. МПП на гибко-жестком основании. Гибкие печатные кабели. Технологические процессы изготовления ГПК.	4	2
	<b>8. Технологическая документация.</b> Маршрутные и операционные карты. Основные понятия. Оформление.	2	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>26</b>	
	1. Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП и МПП	2	3
	2. Изучение свойств материалов для изготовления ГПП	2	3
	3. Изучение технологического процесса изготовления ОПП на жестком и на гибком фольгированном основании	2	3
	5. Изучение маршрутной карты технологического процесса изготовления ОПП на жестком и на гибком нефольгированном основании	2	3
	7. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком и на гибком фольгированном основании	2	3
	8.		
	9. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком и на гибком нефольгированном основании	2	3
	10.		
	11. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий	2	3
	12. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом попарного прессования	2	3
	13. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом послойного наращивания	2	3
	14. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом открытых контактных площадок	2	3
	15. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом выступающих выводов	2	3
	16. Изучение технологии изготовления гибких МПП	2	3
	17. Изучение технологии изготовления ГПК	2	3
<b>Тема 2.9. Технологические процессы произ-</b>	<b>Содержание</b>	<b>16</b>	
	<b>1. Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС</b>	4	2

водства гибридных интегральных схем	<p>Тонкопленочные гибридные микросхемы (ГИС) и микросборки (МСБ). Элементная база ГИС и МСБ. Термины и определения. Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС. Материалы подложек. Требования к материалам подложек. Подготовка подложек перед нанесением тонких пленок. Материалы проводников и контактных площадок. Требования к материалам проводников и контактных площадок.</p> <p>Способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление.</p>		
	<p><b>2. Способы получения рельефа тонких пленок</b></p> <p>Получение рельефа тонких пленок методом свободной маски. Способы получения свободной маски фотохимическим фрезерованием и электрохимическим наращиванием. Получение рельефа тонких пленок методом контактной маски. Прямой метод использования контактной маски. Косвенный метод использования контактной маски. Метод селективного травления.</p> <p>Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии. Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства. Подготовка пластин к нанесению фотослоя.</p> <p>Фотошаблоны. Совмещение фотошаблона. Знаки совмещения. Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии.</p> <p>Получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электролитографией, электронно-лучевым разложением.</p>	4	2
	<p><b>3. Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы</b></p> <p>Тонкопленочные резисторы. Материалы резистивных пленок. Требования к материалам резистивных пленок. Расчет тонкопленочных резисторов. Понятие о коэффициенте формы резистора.</p> <p>Тонкопленочные конденсаторы. Материалы тонкопленочных конденсаторов. Материалы диэлектрика. Требования к материалам диэлектрика. Топология тонкопленочного конденсатора. Методика расчета тонкопленочных конденсаторов.</p> <p>Топология тонкопленочных микросборок. Технологические ограничения при проектировании микросборок.</p>	4	2
	<p><b>4. Толстопленочные ГИС</b></p> <p>Платы толстопленочных ГИС. Требования к материалам подложек толстопленочных ГИС.</p> <p>Пасты для толстопленочных ГИС. Проводящие и резистивные пасты. Требования, предъявляемые к пастам.</p> <p>Основные технологические операции изготовления толстопленочных ГИС. Схема технологического процесса изготовления толстопленочных ГИС.</p> <p>Способы нанесения толстых пленок. Термообработка паст. Подгонка номиналов пленочных элементов.</p> <p>Групповые методы подгонки номиналов элементов толстопленочной ГИС. Метод лазерной подгонки.</p> <p>Расчет топологии толстопленочных резисторов. Расчет топологии толстопленочных конденсаторов.</p>	4	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>16</b>	

	1.Выбор материала резистивной пленки	2	3
	2.Определение полной относительной погрешности изготовления тонкопленочного резистора	2	3
	3.Проектирование топологии резистора с $1 < K_{\phi} < 10$	2	3
	4.Проектирование топологии тонкопленочного резистора с $K_{\phi} < 1$	2	3
	5.Проектирование топологии резистора с $10 < K_{\phi} < 50$	2	3
	6.Выбор материала диэлектрика для тонкопленочного конденсатора	2	3
	7.Расчет топологии тонкопленочного конденсатора	2	3
	8.Разработка топологии тонкопленочной микросборки	2	3
<b>Тема 2.10.</b> Технология производства полупроводниковых микросхем	<b>Содержание</b>	<b>12</b>	
	<b>1.Введение в технологию полупроводниковых микросхем</b> , получение биполярных структур. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Планарно-эпитаксиальный транзистор. Последовательность технологического процесса изготовления транзистора. Эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы. МДП конденсаторы	4	2
	<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. Комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II). Полипланарная и эпитанарная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция в микросхемах.	4	2
	<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. Формирование фасок. Назначение данной операции. Получение фасок профильным алмазным кругом. Ориентация слитков полупроводниковых материалов по различным плоскостям. Способы разметки, ориентирования и резки заготовок и слитков полупроводниковых материалов. Оборудование для ориентации слитков по кристаллографическим осям и плоскостям	4	2
	<b>Практические занятия (практическая подготовка)</b>	<b>16</b>	
	1.Изучение технологии получения биполярных структур	2	3
	2.Изучение способов изоляции в полупроводниковых микросхемах	2	3
	3.Изучение изоляции КНС и КНШ	2	3
	4.Этапы изготовления пластин кремния	2	3
	5.Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин	2	3
6.Способы ориентации слитков	2	3	
7.Изучение технологии резки слитков кремния на пластины	2	3	
8. Контроль толщины пластины	2	3	

	<p><b>Самостоятельная работа при изучении раздела 1.</b>  1.Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций;  работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами.</p>	6	
<p><b>Курсовой проект (работа) (практическая подготовка)</b></p>		30	
<p><b>Консультации</b></p>		6	
<p><b>Экзамен</b></p>		6	
<p><b>Всего по МДК 03.02:</b></p>		288	
<p><b>Тематика курсовых проектов (работ)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ технического задания на проектирование;</li> <li>2. Этапы работы над курсовым проектированием;</li> <li>3. Задачи топологического проектирования;</li> <li>4. Порядок проектирования печатных плат;</li> <li>5. Анализ частного технического задания на разработку;</li> <li>6. Выбор типа печатной платы, ее габаритов и материала</li> <li>7. Оценка конструктивных показателей при аналитической компоновке;</li> <li>8. Определение собственной частоты вибрации печатной платы, анализ полученных результатов;</li> <li>9. Выбор способа установки радиоэлементов на печатную плату;</li> <li>10. Проверка эскиза печатной платы;</li> <li>11. Проверка топологии печатной платы;</li> <li>12. Правила оформления электрической схемы и перечня элементов;</li> <li>13. Проверка содержания пояснительной записки курсового проекта;</li> <li>14. Подготовка материалов к защите курсовых проектов;</li> <li>15. Защита курсовых проектов</li> </ol>			
<p><b>Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося над курсовым проектом (работой):</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планирование работы над курсовым проектом;</li> <li>2. Изучение принципа работы электрической схемы;</li> <li>3. Анализ внешних воздействий на устройство;</li> <li>4. Анализ условий эксплуатации устройства;</li> <li>5. Конструктивные способы защиты от внешних факторов;</li> <li>6. Выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации;</li> <li>7. Ориентировочный выбор размеров печатной платы;</li> <li>8. Проектирование печатной платы с использованием пакетов прикладных программ;</li> <li>9. Анализ полученных результатов;</li> <li>10. Оформление топологических чертежей;</li> <li>11. Выбор способа крепления печатной платы и определения ее жесткости;</li> <li>12. Оценка качества разработки;</li> </ol>			

13.Оформления текстовой документации и графической части курсового проекта		
<b>Учебная практика (виды работ)</b> - Инструктаж по охране труда, пожарной безопасности и электробезопасности. - Рассчитывать и выбирать параметры компонентов, отвечающие целевому назначению. - Проектировать схемы, соответствующие спецификации и отвечающие целевому назначению. - Использовать программное обеспечение для моделирования схем для проверки соответствия конструкций схем целевому назначению - Проводить сборку компонентов на печатных платах для создания функциональных блоков. - Писать, компилировать, загружать, тестировать код на языке С и устранять ошибки в нем в соответствии с техническими условиями. - Проводить измерения в ходе испытаний, установки и отладки, а также измерять электронные компоненты, модули и оборудование с использованием измерительного оборудования, которое может измерять и анализировать электрическое напряжение, электрический ток и формы сигналов.	72	
<b>Производственная практика (виды работ)</b> Виды работ по МДК.03.01 1. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ 2. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства 3. Моделирование принципиальных схем по постоянному току 4. Проектирование и моделирование цифровых схем 5. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов Виды работ по МДК.03.02: 1. Выполнение работ по оформлению проектно-конструкторской документации 2. Редактирование посадочных мест радиокомпонентов с планарными и штыревыми выводами; 3. Проверка технологических параметров посадочных мест радиокомпонентов; 4. Проверка соответствия марки компонента схемы и его посадочного места; 5. Редактирование стеков контактных площадок; 6. Проверка соответствия принципиальной схемы и упаковки печатной платы; 7. Ознакомление с технологической документацией при производстве ЭПиУ. 8. Участие в подготовке и оформлении маршрутных карт на изготовление печатных плат 9. Участие в разработке отдельных операций технологического процесса производства ЭПиУ 10. Ознакомление с особенностями производства электронных приборов и устройств 11. Ознакомление с особенностями технологического оборудования при производстве печатных плат 12. Участие в выполнении основных этапов технологического процесса производства печатных плат	180	
<b>Консультации</b>	6	
<b>Квалификационный экзамен по ПМ.03</b>	6	
<b>Всего по ПМ.03:</b>	<b>696</b>	

Для характеристики уровня усвоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов);
2. репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);
3. продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач).

## 4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

**4.1. Для реализации программы профессионального модуля должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:**

Кабинет «Информатики», оснащенный оборудованием:

- компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, манипулятор «мышь»),
- локальная сеть с выходом в Интернет,
- комплект проекционного оборудования (мультимедийный проектор с экраном)
- программное обеспечение (программные продукты по автоматизированному проектированию изделий электронной техники).

Оснащенные базы практики, в соответствии с п. 6.2.3 Примерной программы по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

### 4.2. Информационное обеспечение обучения.

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет–ресурсов, дополнительной литературы.**

Основные источники:

1. Миленина С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для СПО / С. А. Миленина, Н. К. Миленин; под ред. Н. К. Миленина. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 399 с.

Электронные издания (электронные ресурсы)

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.kit-e.ru/articles/circuitbrd.php>

3. PS electro. Режим доступа.:[http://www.pselectro.ru/nestandartnye\\_pechatnye\\_platy](http://www.pselectro.ru/nestandartnye_pechatnye_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 (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

Результаты обучения (освоенные профессиональные компетенции)	Основные показатели оценки результата	Формы и методы контроля и оценки
<p>ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.</p>	<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>	<p>тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения лабораторных занятий, наблюдение выполнения практических занятий, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике</p>
<p>ПК 3.2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.</p>	<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 радиотехнических систем;</li> <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> </ul>	<p>тестирование, экзамен, наблюдение выполнения лабораторных занятий, наблюдение выполнения практических занятий, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <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 габаритных размеров печатной платы электронного устройства;</li> <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>	
ПК 3.3. Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- глубина анализа конструктивных показателей технологичности,</li> <li>- точность расчета конструктивных показателей технологичности</li> </ul>	тестирование, экзамен, наблюдение выполнения лабораторных занятий, наблюдение выполнения практических занятий, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике

Формы и методы контроля и оценки результатов обучения должны позволять проверять у обучающихся не только сформированность профессиональных компетенций, но и развитие общих компетенций и обеспечивающих их умений, а также личностных результатов воспитания.

<b>Результаты обучения (освоенные общие компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результата</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;</li> <li>- адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач</li> </ul>	Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы
ОК 02. Использовать	- использование различных источников,	

<p>современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p>	<p>включая электронные ресурсы, медиаресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач</p>	<p>Наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам</p>
<p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;</p>	<p>- демонстрация ответственности за принятые решения - обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы;</p>	<p>Экзамен</p>
<p>ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;</p>	<p>- взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик; - обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных)</p>	
<p>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.</p>	<p>- грамотность устной и письменной речи, - ясность формулирования и изложения мыслей</p>	
<p>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;</p>	<p>- соблюдение норм поведения во время учебных занятий и прохождения учебной и производственной практик,</p>	
<p>ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принци-</p>	<p>- эффективность выполнения правил ТБ во время учебных занятий, при прохождении учебной и производственной практик; - использование ресурсосберегающих технологий в области телекоммуникаций</p>	

пы бережливого производства, 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.	- эффективность выполнения правил ТБ во время учебных занятий, при прохождении учебной и производственной практик;	
ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	- эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке.	

<b>Результаты обучения (личностные результаты воспитания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</b>
ЛР6 Ориентированный на профессиональные достижения, деятельно выражающий познавательные интересы с учетом своих способностей, образовательного и профессионального маршрута, выбранной квалификации.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР15 Настойчивый в доведении новых инженерных решений до их реализации, в поиске истины, в разрешении сложных проблем.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР16 Стремящийся к постоянному повышению профессиональной квалификации, обогащению знаний, приобретению профессиональных умений и компетенций, овладению современной компьютерной культурой, как необходимому условию освоения новейших методов познания, проектирования, разработки экономически грамотных, научно обоснованных технических решений, организации труда и управления, повышению общей культуры поведения и общения.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР17 Борющийся с невежеством, некомпетентностью, технофобией, повышающий свою техническую культуру.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР18 Организованный и дисциплинированный в мышлении и поступках.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР19 Ответственный за выполнение взятых обязательств, реализацию своих идей и последствия инженерной деятельности, открыто признающий ошибки.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР22 Проявляющий уважение к обычаям и традициям народов России и других государств, учитывающий культурные и иные особенности различных этнических, социальных и религиозных групп.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР23 Стремящийся в любой ситуации сохранять личное достоинство, быть образцом поведения, добропорядочности и честности во всех сферах общественной жизни.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса

ЛР24 Стремящийся к повышению уровня самообразования, своих деловых качеств, профессиональных навыков, умений и знаний.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР25 Соответствующий по внешнему виду общепринятому деловому стилю.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР26 Демонстрирующий навыки эффективного обмена информацией и взаимодействия с другими людьми, обладающий навыками коммуникации.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса
ЛР27 Занимающий активную жизненную позицию, проявляющий инициативу при организации и проведении мероприятий, принимающий ответственность за их результаты.	Оценка наблюдения Оценка тестирования Оценка устного опроса