Министерство образования и молодежной политики Свердловской области
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Свердловской области
«Уральский радиотехнический колледж им. А.С. Попова»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 1A0286C2491F6CCF6FFC479AA0931987
Владелец: ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ "УРАЛЬСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ ИМ. А.С. ПОПОВА"
Действителен: с 26.10.2022 до 19.01.2024

УТВЕРЖДАЮ:
Зам. Директора по УМР
_____/ С.Н. Меньшикова /
«___ » _____2022 г.

# 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

Екатеринбург
2022

**СОДЕРЖАНИЕ**

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**
**2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**
**3. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ ПО МОДУЛЮ**

**4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ «ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА»

### *1.1. Цель и планируемые 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 и профессиональные компетенции:

1.1.1. Перечень общих компетенций

| *Код* | *Наименование общих компетенций* |
|---|---|
| ОК 01 | *Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.* |
| ОК 02 | *Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.* |
| ОК 03 | *Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.* |
| ОК 04 | Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами. |
| ОК 05 | Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста. |
| ОК 06 | Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей. |
| ОК 07 | Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях. |
| ОК 08 | Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержание необходимого уровня физической подготовленности. |
| ОК 09 | Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности. |
| ОК 10 | Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке. |
| ОК 11 | Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере |

*1.1.2. Перечень профессиональных компетенций*

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

1.1.3 В результате освоения профессионального модуля студент должен:

| | |
|---|---|
| Иметь практический опыт: | - проведения анализа структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;<br>- разработки электрических принципиальных схем на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;<br>- моделирования электрических схем с использованием пакетов |

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

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

**1.3. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля**

Всего часов – 824

Из них на освоение МДК – 548,

в том числе в форме практической подготовки – 516

на практики – 216, в том числе производственную – 216

самостоятельная работа – 52.

**2. Структура и содержание профессионального модуля**

**2.1. Структура профессионального модуля**

| Коды профессиональных общих компетенций | Наименования разделов профессионального модуля | | | Объем профессионального модуля, час. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Суммарный объем нагрузки, час. | В т.ч. в форме практ.подготовки | Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем | | | | | | Консультации | Самостоятельная работа |
| | | | | *Обучение по МДК* | | | | *Практики* | | | |
| | | | | Всего | *В том числе* | | | Учебная | Производственная | | |
| | | | | | Промежут. аттестация | Лабораторных и практических занятий | Курсовых работ (проектов) | | | | |
| ПК 3.1<br>ОК 01-11 | Раздел 1. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств | **115** | **50** | 100 | | 50 | | - | | | 15 |
| ПК 3.2 – 3.3<br>ОК 01 - 11 | Раздел 2.<br>Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа | **485** | **250** | 448 | | 220 | *30* | - | | | 37 |
| ПК 3.1 – 3.3<br>ОК 01 - 11 | Производственная практика *(по профилю специальности), часов (концентрированная) практика)* | **216** | **216** | | | | | | **216** | | |
| | Экзамен по ПМ | **8** | | | | | | | | | |
| | **Всего:** | **824** | **516** | **548** | | **270** | **30** | | **216** | | **52** |

[1] *Самостоятельная работа в рамках образовательной программы планируется образовательной организацией в соответствии с требованиями ФГОС СПО в пределах объема профессионального модуля в количестве часов, необходимом для выполнения заданий самостоятельной работы обучающихся, предусмотренных тематическим планом и содержанием междисциплинарного курса.*

[1] Консультации вставляются в случае отсутствия в учебном плане недель на промежуточную аттестацию по модулю.

**2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)**

| Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) | Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены) | Объем часов |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| **Раздел модуля 1. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств** | | **115** |
| **МДК 03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств** | | **100** |
| **Тема 1.1.** Диоды и диодные схемы | **Содержание** | **20** |
| | 1.Виды и типы электрических схем. Назначение структурных, функциональных и принципиальных схем. Правила чтения электрических принципиальных схем. Правила составления электрических схем. Графическое обозначение соединений. УГО линии групповой связи. Специальные обозначения соединений. УГО элементов схем. Элементная база современных электронных устройств. | 2 |
| | 2.Диоды и стабилитроны. Назначение диодов и стабилитронов. Принцип работы диода. Однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямителей. Диодные ограничители. Принцип работы диодного ограничителя последовательного типа. Диодные ограничители последовательного типа с нулевым порогом ограничения. Ограничители последовательного типа с ненулевым порогом ограничения. | 2 |
| | 3.Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа. Ограничитель с нулевым порогом ограничения. Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа | 2 |
| | 4.Ограничители импульсов на стабилитроне. Принцип работы схем ограничителей на стабилитронах. Последовательное и параллельное включение стабилитрона. Порог стабилизации. Модели стабилитронов. Моделирование схемы ограничителя на стабилитроне. Осциллограммы входных и выходных напряжений при моделировании схем. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | 5.Формирователи импульсов. Общие сведения. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Дифференцирование реальных прямоугольных импульсов. Условие дифференцирования. Интегрирование одиночных импульсов. Условие интегрирования. Схемы измерений. Схемы для моделирования | 2 |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **10** |
| | 1.Исследование диодных ограничителей последовательного типа | 2 |
| | 2.Исследование диодных ограничителей параллельного типа | 2 |
| | 3.Исследование ограничителей на стабилитронах | 2 |
| | 4.Исследование переходных процессов в RC -цепях | 2 |
| | 5.Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов | 2 |
| **Тема 1.2.** Транзисторы и транзисторные схемы | **Содержание** | **16** |
| | 1.Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы | 4 |
| | 2.Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа | 2 |
| | 3.Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя. | 2 |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **8** |
| | 1.Исследование свойств биполярного транзистора | 2 |
| | 2.Исследование работы усилительного каскада | 2 |
| | 3.Исследование работы транзистора в ключевом режиме | 2 |
| | 4.Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе | 2 |
| **Тема 1.3.**Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов | **Содержание** | **20** |
| | **Генераторы прямоугольных импульсов**. 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. | 10 |

| | | |
|---|---|---|
| | **Генераторы пилообразных импульсов**. Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Простейшая схема ГЛИН.<br>**Триггеры.** 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 . | |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **10** |
| | 1.Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме | 2 |
| | 2.Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме | 2 |
| | 3.Исследование работы симметричного триггера | 2 |
| | 4.Исследование несимметричного триггера | 2 |
| | 5.Исследование генератора линейно изменяющегося напряжения | 2 |
| **Тема 1.4.** Электронные устройства на операционных усилителях | **Содержание** | **10** |
| | **Операционный усилитель**. Структура ОУ. Физический смысл основных параметров операционного усилителя. Схемы измерения основных параметров операционного усилителя.<br>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.<br>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 | 10 |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **10** |
| | 1.Диодные ограничители на ОУ | 2 |
| | 2.Формирователи импульсов на ОУ | 2 |
| | 3.ГЛИН на операционном усилителе | 2 |
| | 4.Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | 5.Компаратор на ОУ | 2 |
| **Тема 1.5.** Цифровые устройства электронной техники | **Содержание** | **12** |
| | **Цифровые устройства**. Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств.<br>Формирователи импульсов на логических элементах. Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью. Временные диаграммы.<br>Мультивибратор на логических элементах. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах.<br>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 | 6 |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **6** |
| | 1.Формирователи импульсов на логических элементах | 2 |
| | 2.Исследование мультивибратора на логических элементах | 2 |
| | 3.Синхронный RS-триггер | 2 |
| **Тема 1.6.** Устройства комбинационного типа | **Содержание** | **12** |
| | **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. 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** |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **6** |
| | 1. Исследование работы дешифратора | 2 |
| | 2.Исследование работы мультиплексора | 2 |
| | 3.Исследование работы счетчика | 2 |
| **Самостоятельная работа при изучении раздела 1.**<br>1.Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций;<br>работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами. | | **15** |

| | | |
|---|---|---|
| **Раздел модуля 2. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа** | | **515** |
| **МДК.03.02. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа** | | **448** |
| **Тема 2.1.** Основы процесса конструирования | **Содержание** | **6** |
| | 1.Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания | 6 |
| | 2**.** Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов.<br>Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования | |
| **Тема 2.2.** Классификационные группы стандартов в ЕСКД | **Содержание** | **2** |
| | Классификационные группы стандартов в ЕСКД<br>Содержание стандартов в группе.<br>Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку. | 2 |
| | 2. Конструкционные системы электронных систем. Параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения | |
| **Тема 2.3.** Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов | **Содержание** | **6** |
| | 1.Графические и текстовые конструкторские документы. Перечень документов.<br>Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3).<br>Требования к оформлению Перечня элементов (ПЭ3).<br>Правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП). Допуски. Шероховатость поверхности,<br>другие данные, необходимые для их изготовления и контроля.<br>Требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу.<br>Разработка технических требований к чертежам печатных плат. Заполнение основной надписи чертежа. Правила оформления сборочных. чертежей на печатную плату. | 6 |
| | 2. Правила оформления конструкторской документации на микросборки | |
| **Тема 2.4.** Автоматизированные | **Содержание** | **66** |
| | 1.Конструкторская документация. | 8 |

| | | |
|---|---|---|
| методы разработки конструкторской документации | 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. Графический редактор AUTOCAD<br>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.<br>Вращение объектов. Зеркальное отображение объектов.<br>Масштабирование элементов чертежа. Отсечение графических объектов. Удлинение графических объектов. Деление объекта на части. Сопряжение объектов. Вставка блока форматки чертежа. | 8 |
| | 3.Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD. | 4 |
| | 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.<br>Импортирование разработка чертежей | 6 |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **40** |
| | 1.Команды оформления чертежа | 4 |
| | 2.Создание пассивных элементов схемы | 4 |
| | 3.Создание активных элементов схемы | 4 |
| | 4.Создание цифровых и аналоговых микросхем | 4 |
| | 5.Создание чертежа принципиальной схемы | 4 |
| | 6.Проектирование топологии платы в слоеTOP | 4 |
| | 7.Проектирование топологии платы в слое BOT | 4 |

| | | |
|---|---|---|
| | 8.Разработка чертежа печатной платы | 4 |
| | 9.Разработка сборочного чертежа печатной платы | 4 |
| | 10. Импортирование топологии печатной платы из других программ | 4 |
| **Тема 2.5.** Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов | **Содержание** | **56** |
| | 1.**Проектирование ЭПиУ с учетом воздействия окружающей среды** 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.<br>Окружающая среда и её воздействующие факторы. Климат, климатические зоны. Условия эксплуатации ЭПиУ. Основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы. Воздействие влаги, песка, пыли, солнечной радиации на работу ЭПиУ. Воздействие биологических факторов. Воздействие температуры на работу ЭПиУ. Защита ЭПиУ от влаги, пыли, солнечной радиации. Теплообмен. Основные понятия. Тепловой режим ЭПиУ. 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. | 36 |
| | **2.Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий**<br>Общая характеристика механических воздействий. Влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств.<br>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. | |

| | | |
|---|---|---|
| | **3.Принципы компоновки изделий электронной техники**<br>Общие вопросы компоновки. Требования, предъявляемые к компоновочным работам. Этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. Информация, необходимая на этапе компоновки.<br>Виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка. Компоновочные характеристики устройства, собранного на печатной плате.<br>Последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа. Расчет геометрических размеров коммутационных оснований. Определение установочных характеристик радиоэлементов. Расчет конструктивных показателей электронного устройства | |
| | **Тематика лабораторных работ и практических занятий** | **20** |
| | 1.Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы | 4 |
| | 2.Определение установочных характеристик радиоэлементов | 4 |
| | 3.Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства | 2 |
| | 4.Расчет конструктивных показателей электронного устройства | 2 |
| | 5.Определение собственной частоты вибрации печатной платы | 4 |
| | 6. Расчет динамических характеристик радиоэлементов при различных способах установки на плату | 4 |
| **Тема 2.6.**<br>Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат | **Содержание** | **136** |
| | **1.Знакомство с программой**. Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы. | 48 |
| | **2.Работа с программой Symbol Editor.** 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. | |
| | **3.Работа с программой Pattern Editor**. 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. | |
| | **4.Интерфейс упаковщика элементов Library Executive.** 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. | |
| | **5.Работа с программой Schematic.** 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. | |
| | **6.Работа с программой конструирования печатных плат (PCB).** Настройка | |

| | | |
|---|---|---|
| | рабочего поля. Создание шаблона. Определение стека слоев.<br>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.<br>Создание, установка конструктивных параметров. Окна в массивах. Подключение цепей к массивам. Корректировка массивов. Русскоязычные и прочие надписи на печатных платах. Автоматическая трассировка при помощи приложения Shape Route. Настройка и возможные варианты применения. Автотрассировка в пакетном режиме. Трансляция проектов в другие версии или программы, используя форматы представления данных PDIF и DXF.9. | |
| | **Тематика практических занятий** | **88** |
| | **Symbol Editor.** | **20** |
| | 1.Настройка параметров конфигурации и среды проектирования**.** | 2 |
| | 2.Изучение команд графического редактора | 2 |
| | 3.Создание условного графического обозначения логического элемента «И-НЕ» | 2 |
| | 4.Создание условного графического обозначения логического элемента «2И-НЕ» | 2 |
| | 5.Создание условного графического обозначения микросхем с помощью Symbol Wizard | 2 |
| | 6.Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности | 2 |
| | 7.Создание условного графического обозначения элементов питания, разъемов входных и выходных цепей | 2 |
| | 8.Создание библиотеки элементов принципиальной схемы | 2 |
| | 9. Создание базы данных УГО элементов электронного устройства по индивидуальному заданию | 4 |
| | **Pattern Editor** | **20** |
| | 1.Изучение команд графического редактора Pattern Editor. Задание среды проектирования. | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | 2.Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами | 2 |
| | 3.Создание посадочного места для микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами | 2 |
| | 4.Создание посадочного места для транзистора КТ3102Г и диода КД403 | 2 |
| | 5.Создание посадочного места конденсаторов, катушки индуктивности, разъемов питания, входных и выходных цепей | 2 |
| | 6.Создание посадочных мест микросхем с планарными и штыревыми выводами в Pattern Wizard | 2 |
| | 7.Создание посадочных мест кнопок, выключателей, реле, ВЧ разъемов | 4 |
| | 8. Создание библиотеки посадочных мест радиокомпонентов по индивидуальному заданию | 4 |
| | **Library Executive** | **16** |
| | 1.Изучение правил работы с программой Library Executive | 2 |
| | 2.Создание упаковочной информации элемента микросхемы 133ЛА6. | 2 |
| | 3.Создание упаковочной информации элемента микросхемы К511ПУ2 | 2 |
| | 4.Создание упаковочной информации для транзистора КТ3102Г, диода КД403А | 2 |
| | 5.Создание упаковочной информации конденсаторов, резисторов, катушек индуктивностей, разъемов питания | 2 |
| | 6.Создание упаковочной информации однородных компонентов принципиальной схемы | 2 |
| | 7.Создание упаковочной информации неоднородных компонентов принципиальной схемы | 4 |
| | **Schematic** | **16** |
| | 1.Задание среды проектирования. Изучение команд графического редактора принципиальных схем | 2 |
| | 2.Построение форматки чертежа | 2 |
| | 3.Размещение объектов на поле чертежа | 2 |
| | 4.Ввод электрических соединений и линий групповой связи | 2 |
| | 5.Редактирование принципиальной схемы и позиционных обозначений . | 2 |
| | 6.Создание файла перекрестных ссылок *.net. Создание *.dxf файла. Вывод схемы на печать. | 2 |
| | 7.Создание электрической принципиальной схемы по индивидуальному заданию | 4 |

| | | |
|---|---|---|
| | **Редактор печатных плат (PCB).** | **16** |
| | 1.Упаковка схемы на печатную плату. Разработка компоновочного эскиза | 2 |
| | 2.Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки | 2 |
| | 3.Трассировка печатных проводников в ручном режиме | 2 |
| | 4.Трассировка печатных проводников в интерактивном режиме | 2 |
| | 5.Автоматическая трассировка печатных проводников. Редактирование топологии платы. | 2 |
| | 6.Создание * DXF файлов для выпуска конструкторской документации. | 2 |
| | 7. Разработка топологии печатной платы по индивидуальному заданию | 4 |
| **Тема 2.7.**Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа. | **Содержание** | **6** |
| | 1.Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности. | 4 |
| | 2.Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим , механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам | |
| | **Тематика практических занятий** | **2** |
| | **1**. Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности, | 2 |
| **Тема 2.8** Методы изготовления печатных плат | **Содержание** | **68** |
| | **1.Классификация методов изготовления печатных плат**<br>Введение .Актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств. Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий. Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП. Требования к материалам печатных плат. Современные материалы для изготовления печатных плат. | 34 |
| | **2.Односторонние печатные платы**. Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Классификация ОПП. Химические методы изготовления ОПП. Технологические процессы изготовления ОПП. | |
| | **3.Двусторонние печатные платы.** 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. | |
| | **4.Полуаддитивный метод.** Классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП. Технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами. | |
| | **5.Аддитивные методы получения печатных плат.** 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, | |
| | **6.Многослойные печатные платы.** МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания.<br>Прецизионные МПП. Изготовлении МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа. | |
| | **7.Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы.**<br>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. | |
| | 8.Технологическая документация. Маршрутные и операционные карты. Основные понятия. Оформление. | |
| | **Тематика практических занятий** | **34** |
| | 1. Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП и МПП | 2 |
| | 2. Изучение свойств материалов для изготовления ГПП | 2 |
| | 3.Изучение технологического процесса изготовления ОПП на жестком фольгированном основании | 2 |
| | 4. Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком фольгированном основании | 2 |
| | 5.Изучение маршрутной карты технологического процесса изготовления ОПП на | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| | жестком нефольгированном основании | |
| | 6. Изучение технологического процесса изготовления ОПП на гибком нефольгированном основании | 2 |
| | 7.Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком фольгированном основании | 2 |
| | 8. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на гибком фольгированном основании | 2 |
| | 9. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на жестком нефольгированном основании | 2 |
| | 10. Изучение технологического процесса изготовления ДПП на гибком нефольгированном основании | 2 |
| | 11. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом металлизации сквозных отверстий | 2 |
| | 12. Изучение технологического процесса изготовления МПП попарного прессования | 2 |
| | 13. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом послойного наращивания | 2 |
| | 14. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом открытых контактных площадок | 2 |
| | 15. Изучение технологического процесса изготовления МПП методом выступающих выводов | 2 |
| | 16. Изучение технологии изготовления гибких МПП | 2 |
| | 17. Изучение технологии изготовления ГПК | 2 |
| **Тема 2.9.** Технологические процессы производства гибридных интегральных схем | **Содержание** | **40** |
| | **1.Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС** 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.<br>Способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное | 20 |

| | | |
|---|---|---|
| | испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление. | |
| | **2.Способы получения рельефа тонких пленок**<br>Получение рельефа тонких пленок методом свободной маски. Способы получения свободной маски фотохимическим фрезерованием и электрохимическим наращиванием. Получение рельефа тонких пленок метод контактной маски. Прямой метод использования контактной маски. Косвенный метод использования контактной маски. Метод селективного травления.<br>Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии. Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства. Подготовка пластин к нанесению фотослоя.<br>Фотошаблоны. Совмещение фотошаблона.. Знаки совмещения. Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии.<br>Получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электронолитографией, электронно-лучевым разложением. | |
| | **3.Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы**<br>Тонкопленочные резисторы. Материалы резистивных пленок. Требования к материалам резистивных пленок. Расчет тонкопленочных резисторов. Понятие о коэффициенте формы резистора.<br>Тонкопленочные конденсаторы. Материалы тонкопленочных конденсаторов. Материалы диэлектрика. Требования к материалам диэлектрика. Топология тонкопленочного конденсатора. Методика расчета тонкопленочных конденсаторов.<br>Топология тонкопленочных микросборок. Технологические ограничения при проектировании микросборок. | |
| | **4.Толстопленочние ГИС**<br>Платы толстопленочных ГИС. Требования к материалам подложек толстопленочных ГИС.<br>Пасты для толстопленочных ГИС. Проводящие и резистивные пасты. Требования, предъявляемые к пастам.<br>Основные технологические операции изготовление толстопленочных ГИС. Схема технологического процесса изготовления толстопленочных ГИС.<br>Способы нанесения толстых пленок. Термообработка паст. Подгонка номиналов | |

| | | |
|---|---|---|
| | пленочных элементов. Групповые методы подгонки номиналов элементов толстопленочной ГИС. Метод лазерной подгонки. Расчет топологии толстопленочных резисторов. Расчет топологии толстопленочных конденсаторов. | |
| | **Тематика практических занятий** | **20** |
| | 1.Выбор материала резистивной пленки | 2 |
| | 2.Определение полной относительной погрешности изготовления тонкопленочного резистора | 2 |
| | 3.Проектирование топологии резистора с 1<Кф<10 | 2 |
| | 4.Проектирование топологии тонкопленочного резистора с Кф<1 | 2 |
| | 5.Проектирование топологии резистора с 10<Кф<50 | 2 |
| | 6.Выбор материала диэлектрика для тонкопленочного конденсатора | 2 |
| | 7.Расчет топологии тонкопленочного конденсатора | 2 |
| | 8.Разработка топологии тонкопленочной микросборки | 6 |
| **Тема 2.10.** Технология производства полупроводниковых микросхем | **Содержание** | **32** |
| | **1.Введение в технологию полупроводниковых микросхем**, получение биполярных структур. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Планарно-эпитаксиальный транзистор. Последовательность технологического процесса изготовления транзистора. Эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы. МДП конденсаторы | 16 |
| | **2.Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС**. Изоляция обратно-смещенным p-n переходом. Схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора. Изоляция диэлектриком. Изоляция поликристаллическим кремнием. Изоляция воздушным зазором. Комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II). Полипланарная и эпипланарная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция вмикросхемах. | |
| | **3.Маршрут изготовления пластин кремния.** Шлифование и полировка пластин. Особенности и виды шлифования. Абразивные материалы для шлифования. Способы крепление 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 | |
| | **Тематика практических занятий** | **16** |
| | 1.Изучение технологии получения биполярных структур | 2 |
| | 2.Изучение способов изоляция в полупроводниковых микросхемах | 2 |
| | 3.Изучение изоляции КНС и КНШ | 2 |
| | 4.Этапы изготовления пластин кремния | 2 |
| | 5.Изучение технологического процесса полировки и шлифовки пластин | 2 |
| | 6.Способы ориентации слитков | 2 |
| | 7.Изучение технологии резки слитков кремния на пластины | 2 |
| | 8. Контроль толщины пластины | 2 |
| **Курсовой проект (работа)**<br>**Тематика курсовых проектов (работ) (выбирается учебным заведением)**<br>**Разработать топологию печатной платы принципиальной для принципиальной схемы:**<br>1. Усилителя мощности<br>2. Функционального генератора<br>3. Генератора НЧ<br>4. Таймера включения света<br>5. Электронного термометра и т.д. | | |
| **Обязательные аудиторные учебные занятия по курсовому проекту (работе) (если предусмотрено, указать тематику и(или) назначение, вид (форму) организации учебной деятельности)**<br>1. Анализ технического задания на проектирование;<br>2. Этапы работы над курсовым проектированием;<br>3. Задачи топологического проектирования;<br>4. Порядок проектирования печатных плат;<br>5. Анализ частного технического задания на разработку;<br>6. Выбор типа печатной платы, ее габаритов и материала<br>7. Оценка конструктивных показателей при аналитической компоновке;<br>8. Определение собственной частоты вибрации печатной платы, анализ полученных результатов;<br>9. Выбор способа установки радиоэлементов на печатную плату;<br>10. Проверка эскиза печатной платы; | | **30** |

| | |
|---|---|
| 11. Проверка топологии печатной платы;<br>12. Правила оформления электрической схемы и перечня элементов;<br>13. Проверка содержания пояснительной записки курсового проекта;<br>14. Подготовка материалов к защите курсовых проектов;<br>15. Защита курсовых проектов | |
| **Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося над курсовым проектом (работой):**<br>1. Планирование работы над курсовым проектом;<br>2. Изучение принципа работы электрической схемы;<br>3. Анализ внешних воздействий на устройство;<br>4. Анализ условий эксплуатации устройства;<br>5. Конструктивные способы защиты от внешних факторов;<br>6. Выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации;<br>7. Ориентировочный выбор размеров печатной платы;<br>8. Проектирование печатной платы с использованием пакетов прикладных программ;<br>9. Анализ полученных результатов;<br>10.Оформление топологических чертежей;<br>11.Выбор способа крепления печатной платы и определения ее жесткости;<br>12.Оценка качества разработки;<br>13.Оформления текстовой документации и графической части курсового проекта | **37** |
| **Производственная практика (виды работ)**<br>Виды работ по Разделу 1:<br>1. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ<br>2. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства<br>3. Моделирование принципиальных схем по постоянному току<br>4. Проектирование и моделирование цифровых схем<br>5. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов<br>Виды работ по Разделу 2:<br>1. Выполнение работ по оформлению проектно-конструкторской документации<br>2. Редактирование посадочных мест радиокомпонентов с планарными и штыревыми выводами;<br>3. Проверка технологических параметров посадочных мест радиокомпонентов;<br>4. Проверка соответствия марки компонента схемы и его посадочного места;<br>5. Редактирование стеков контактных площадок; | **216** |

| | |
|---|---|
| 6. Проверка соответствия принципиальной схемы и упаковки печатной платы;<br>7. Ознакомление с технологической документацией при производстве ЭПиУ.<br>8. Участие в подготовке и оформлении маршрутных карт на изготовление печатных плат<br>9. Участие в разработке отдельных операций технологического процесса производства ЭПиУ<br>10. Ознакомление с особенностями производства электронных приборов и устройств<br>11. Ознакомление с особенностями технологического оборудования при производстве печатных плат<br>12. Участие в выполнении основных этапов технологического процесса производства печатных плат | |
| **Экзамен по ПМ** | **8** |
| **Всего:** | **854** |

## 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

Кабинет информатики, оснащенный оборудованием:

- компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, манипулятор «мышь») или ноутбуки (моноблоки),
- локальная сеть с выходом в Интернет,
- комплект проекционного оборудования (интерактивная доска в комплекте с проектором или 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.

**3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендованные ФУМО, для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организацией выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список, может быть дополнен новыми изданиями.

**3.2.1. Основные печатные издания**

1. Конструирование блоков радиоэлектронных средств : учебное пособие для СПО / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-6501-9.
2. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для СПО / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-6762-4.
3. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебное пособие для СПО / Н. К. Юрков. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 476 с. – ISBN 978-5-8114-7016-7.

**3.2.2. Основные электронные издания**

1. Конструирование блоков радиоэлектронных средств : учебное пособие для СПО / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 288 с. – ISBN 978-5-8114-6501-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/148033 (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие для СПО / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 480 с. – ISBN 978-5-8114-6762-4. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/152473 (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств : учебное пособие для СПО / Н. К. Юрков. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 476 с. – ISBN 978-5-8114-7016-7. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/153955 (дата обращения: 15.12.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

**1.2.2. Электронные издания (электронные ресурсы)**

1. Компоненты и технологии : журнал [Электронный ресурс]. – URL : http://www.kit-e.ru/articles/circuitbrd.php (дата обращения: 03.09.2021)

2. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. – Москва : 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 : 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 : Юрайт, 2020. – 256 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09925-6. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/454885

## 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

| Код и наименование профессиональных и общих компетенций, формируемых в рамках модуля | Критерии оценки | Методы оценки |
|---|---|---|
| ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств. | - полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;<br>- обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;<br>- полнота описания работы проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;<br>- точность и грамотность выполнения чертежей структурных и электрических принципиальных схем;<br>- обоснованность и полнота применения пакетов прикладных программ для моделирования электрических схем; | тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения лабораторных работ, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике |
| ПК3.2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности. | - грамотность оформления конструкторской документации на односторонние и двусторонние печатные платы;<br>- эффективность применения автоматизированных методов разработки конструкторской документации;<br>- полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств | тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения лабораторных работ, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, |

| | | |
|---|---|---|
| | радиотехнических систем;<br>- обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;<br>- точность выполнения несложных расчетов основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;<br>- полнота анализа работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;<br>- полнота анализа технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;<br>- грамотность чтения принципиальных схем электронных устройств;<br>- полнота конструктивного анализа элементной базы;<br>- обоснованность выбора класса точности и шага координатной сетки на основе анализа технического задания;<br>- обоснованность выбора и точность расчета элементов печатного рисунка;<br>- эффективность компоновки и размещения электрорадиоэлементов на печатную плату;<br>- точность расчета конструктивных показателей электронного устройства;<br>- точность расчета компоновочных характеристик электронного устройства;<br>- точность расчета габаритных размеров печатной платы электронного устройства;<br>- обоснованность выбора типоразмеров печатных плат;<br>- обоснованность выбора способов крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;<br>- точность выполнения трассировки проводников печатной платы;<br>- глубина и точность разработки чертежей печатных плат в пакете прикладных программ САПР | оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике |
| ПК3.3 Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных | - глубина анализа конструктивных показателей технологичности,<br>- точность расчета конструктивных показателей технологичности | тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения |

| | | |
|---|---|---|
| приборов и устройств на основе печатного монтажа. | | лабораторных работ, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике |
| ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам. | – обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач;<br>- адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач | Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы<br><br>Экспертное наблюдение и оценка на лабораторно - практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам<br><br>Экзамен |
| ОП 02.Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности. | - использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиаресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач | |
| ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие. | - демонстрация ответственности за принятые решения<br>- обоснованность самоанализа и коррекция результатов собственной работы; | |
| ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами. | - взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения, с руководителями учебной и производственной практик;<br>- обоснованность анализа работы членов команды (подчиненных) | |
| ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного | -грамотность устной и письменной речи,<br>- ясность формулирования и изложения мыслей | |

| | | |
|---|---|---|
| контекста. | | |
| ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей. | - соблюдение норм поведения во время учебных занятий и прохождения учебной и производственной практик, | |
| ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях. | - эффективность выполнения правил ТБ во время учебных занятий, при прохождении учебной и производственной практик;<br>- знание и использование ресурсосберегающих технологий в области телекоммуникаций | |
| ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержание необходимого уровня физической подготовленности. | - эффективность выполнения правил ТБ во время учебных занятий, при прохождении учебной и производственной практик; | |
| ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности. | - эффективность использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности согласно формируемым умениям и получаемому практическому опыту; | |
| ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке. | - эффективность использования в профессиональной деятельности необходимой технической документации, в том числе на английском языке. | |