

Цикловая методическая комиссия общетехнических дисциплин, энергетики и электроники

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ НА
ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА**

для студентов колледжа НТИ НИЯУ МИФИ,
обучающихся по программе среднего профессионального образования
специальность

11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и
ремонт электронных приборов и устройств
очная форма обучения
на базе основного общего образования
квалификация

Специалист по электронным приборам и устройствам

РАССМОТРЕНО:

на заседании цикловой методической комиссии
общетехнических дисциплин, энергетики и
электроники

Протокол № 03 от 08.11.2021

Председатель ЦМК ОДЭЭ



А. Н. Стародубцева

Разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта, утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 04.10.2021 № 691, зарегистрирован Министерством юстиции России 12.11.2021 № 65793, с учетом основной образовательной программы, в соответствии с действующим учебным планом, компетентностной моделью выпускника по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

Рабочая программа профессионального модуля ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа – *Новоуральск: Изд-во колледжа НТИ НИЯУ МИФИ, 2021. – 28 с.*

АННОТАЦИЯ

Рабочая программа профессионального модуля ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа предназначена для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств среднего профессионального образования базового уровня, обучающихся на базе основного общего образования.

Разработчики: А. С. Оборотнев

Редактор: А. Н. Стародубцева

СОДЕРЖАНИЕ

**1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

**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 обучающийся 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.	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

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:

Владеть навыками	Н 3.1.01	проводить анализ структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;
	Н 3.1.02	разработке структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
	Н 3.1.03	моделировать электрические схемы с использованием пакетов прикладных программ.
	Н 3.2.01	разрабатывать и оформлять проектноконструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД;
	Н 3.2.02	проводить анализ технического задания при проектировании электронных устройства;
	Н 3.2.03	разрабатывать конструкцию электронных устройства с учетом воздействия внешних факторов;

	Н 3.2.04	применять автоматизированные методы проектирования печатных плат;
	Н 3.2.05	разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;
	Н 3.2.06	разработке проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;
	Н.3.3.01	выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.
Уметь	У 3.1.01	определять порядок и этапы конструкторской документации;
	У 3.1.02	конструировать сборочные единицы электронных приборов и устройств;
	У 3.1.03	разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию электронных приборов и устройств;
	У 3.1.04	составлять электрические схемы и расчеты параметров электронных приборов и устройств;
	У 3.1.05	применять программное обеспечение для проведения технического обслуживания и эксплуатации различных видов электронных приборов и устройств.
	У 3.2.01	оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;
	У 3.2.02	применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
	У 3.2.03	осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;
	У 3.2.04	подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;
	У 3.2.05	выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;
	У 3.2.06	проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;
	У 3.2.07	проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;
	У 3.2.08	читать принципиальные схемы электронных устройств;
	У 3.2.09	проводить конструктивный анализ элементной базы;
	У 3.2.10	выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;
	У 3.2.11	выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;
	У 3.2.12	компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;
	У 3.2.13	выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;
У 3.2.14	выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;	
У 3.2.15	выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;	
У 3.2.16	выбирать типоразмеры печатных плат;	
У 3.2.17	выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;	
У 3.2.18	проектировать электронные приборы и устройства с использованием	

	прикладных программ сквозного автоматизированного проектирования.	
У.3.3.01	проводить анализ конструктивных показателей технологичности.	
Уо 01.01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте	
Уо 01.02	анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части	
Уо 01.03	определять этапы решения задачи	
Уо 01.04	выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы	
Уо 01.05	составлять план действия	
Уо 01.06	определять необходимые ресурсы	
Уо 01.07	владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах	
Уо 01.08	реализовывать составленный план	
Уо 01.09	оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)	
Уо 02.01	определять задачи для поиска информации	
Уо 02.02	определять необходимые источники информации	
Уо 02.03	планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию	
Уо 02.04	выделять наиболее значимое в перечне информации	
Уо 02.05	оценивать практическую значимость результатов поиска	
Уо 02.06	оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач	
Уо 02.07	использовать современное программное обеспечение	
Уо 02.08	использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач	
Знать	З 3.1.01	последовательность взаимодействия частей схем;
	З 3.1.02	основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;
	З 3.1.03	функциональное назначение элементов схем;
	З 3.1.04	этапы разработки и жизненного цикла электронных приборов и устройств;
	З 3.1.05	порядок и этапы разработки конструкторской документации.
	З 3.2.01	основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);
	З 3.2.02	требования ЕСКД и ЕСТД;
	З 3.2.03	действующие нормативные требования и государственные стандарты;
	З 3.2.04	комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;
	З 3.2.05	автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
	З 3.2.06	основы схемотехники;
	З 3.2.07	современная элементная база электронных устройств;
	З 3.2.08	основы принципов проектирования печатного монтажа;
	З 3.2.09	последовательности процедур проектирования, применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;
	З 3.2.10	этапы проектирования электронных устройств;
З 3.2.11	стадии разработки конструкторской документации;	
З 3.2.12	сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;	
З 3.2.13	факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;	
З 3.2.14	признаки квалификации печатных плат;	
З 3.2.15	основные свойства материалов печатных плат;	

3 3.2.16	типовые пакеты прикладных программ, применяемые при конструировании электронных приборов и устройств;
3 3.2.17	типовой технологический процесс и его составляющие;
3 3.2.18	основы проектирования технологического процесса;
3 3.2.19	особенности производства электронных приборов и устройств;
3 3.2.20	способы описания технологического процесса;
3 3.2.21	технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;
3 3.2.22	методы автоматизированного проектирования ЭПиУ.
3.3.3.01	методы оценки качества проектирования электронных приборов и устройств.
Зо 01.01	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить
Зо 01.02	основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте
Зо 01.03	алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях
Зо 01.04	методы работы в профессиональной и смежных сферах
Зо 01.05	структуру плана для решения задач
Зо 01.06	порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
Зо 02.01	номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности
Зо 02.02	приемы структурирования информации
Зо 02.03	формат оформления результатов поиска информации, современные средства и устройства информатизации
Зо 02.04	порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности в том числе с использованием цифровых средств

1.2. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля

Объем образовательной программы – 550 часов, в том числе в форме практической подготовки – 388 часов.

Из них на освоение МДК – 256 часов, в том числе самостоятельная работа – 10 часов, практики, в том числе учебная – 72 часа, производственная – 216 часов. Промежуточная аттестация – 6 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА

2.1. Структура профессионального модуля

Коды профессиональных и общих компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Объем ОП:	в т.ч. объем промежуточной аттестации, часов	Во взаимодействии с преподавателем						Самостоятельная работа, часов
				Обучение по МДК				Практика		
				Всего часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовая работа (проект), часов	Промежуточная аттестация	Учебная, ч.	Производственная, часов	
ПК 3.1. ОК 01, ОК 02	МДК.03.01 Схематическое проектирование электронных приборов и устройств	114	50	112	50	-	-	-	-	2
ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 01, ОК 02	МДК.03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	148	50	134	20	30	6	-	-	8
ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 01, ОК 02	УП.03 Учебная практика	72	72					72	-	-
ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 01, ОК 02	ПП.03 Производственная практика	216	216						216	-
	Дифференцированный зачет 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	Формируемые ОК, ПК
1	2	3	
МДК 03.01 Схемотехническое	проектирование электронных приборов и устройств	114	
Тема 1.1 Диоды и диодные схемы	Содержание	30	ПК 3.1. ОК 01, ОК 02
	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	4	
	2. Диоды и стабилитроны. Назначение диодов и стабилитронов. Принцип работы диода. Одно- полупериодные 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	4	
	3. Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа. Ограничитель с нулевым порогом ограничения. Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа	4	
	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	4	
	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	4	

	Тематика 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	20	ПК 3.1. ОК 01, ОК 02
	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	4	
	3. Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя	4	
	Тематика 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	16	ПК 3.1. ОК 01, ОК 02
	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	8	
	Генераторы пилообразных импульсов. Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Простейшая схема ГЛИН. 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 практических занятий	8	

	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	
Тема 1.4 Электронные устройства на операционных усилителях	Содержание	18	ПК 3.1. ОК 01, ОК 02
	Операционный усилитель. Структура ОУ. Физический смысл основных параметров операционного усилителя. Схемы измерения основных параметров операционного усилителя. Диодные ограничители на ОУ. Схемы одностороннего и двухстороннего ограничителей на ОУ. Моделирование ограничителей в программе Multisim. Формирователи импульсов на ОУ. Интеграторы и дифференциаторы на ОУ. Моделирование схем интеграторов и дифференциаторов в программе Multisim. Генераторы линейно изменяющегося напряжения на ОУ. Схема генератора ЛИН. Осциллограммы входного и выходного напряжений ГЛИН. Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ. Мультивибратор на ОУ в ждущем режиме. Моделирование схем мультивибраторов на ОУ в программе Multisim. Компаратор на ОУ. Назначение компаратор. Принцип работы компаратора на ОУ. Моделирование схем компараторов на ОУ в программе Multisim	8	
	Тематика 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	14	ПК 3.1. ОК 01, ОК 02
	Цифровые устройства. 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.	8	

	(Т- триггер). Триггер с задержкой (D-триггер). JK-триггер		
	Тематика 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	ПК 3.1. ОК 01, ОК 02
	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 практических занятий	6	
	1. Исследование работы дешифратора	2	
	2. Исследование работы мультиплексора	2	
	3. Исследование работы счетчика	2	
Самостоятельная работа при изучении раздела 1. Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами		2	
Промежуточная аттестация (дифференцированный зачет)		2	
МДК.03.02. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа		148	
Тема 2.1 Основы процесса конструирования	Содержание	2	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	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	
Тема 2.2 Классификационные группы стандартов в ЕСКД	Содержание	2	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	Классификационные группы стандартов в ЕСКД. Содержание стандартов в группе. Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку. Конструкционные системы электронных систем. Параметры конструкционных систем и	2	

	уровни их разукрупнения		
Тема 2.3 Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	Содержание	2	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	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. 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. Правила оформления конструкторской документации на микросборки	2	
Тема 2.4 Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	Содержание	14	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	1. Конструкторская документация. Комплектность конструкторских документов. Текстовые документы. Обозначения документов. Основная надпись. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. Чертежи изделий с электроустановочными деталями. Правила оформления чертежей на печатную плату. Правила оформления сборочных чертежей на печатную плату. Технические требования на печатную плату. Примеры САПР печатных плат	4	
	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.	4	
	3. Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD.	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	4	

	размерных выносок. Редактирование размерного текста. Подготовка чертежа для печати. Импортное развитие разработок чертежей		
Тема 2.5 Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	Содержание	18	ПК 3.2. ПК 3.3., ОК 01, ОК 02
	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. 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	10	
	2. Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий. 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		
3. Принципы компоновки изделий электронной техники. 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		
	Тематика практических занятий	8	
	1. Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы	2	
	2. Определение установочных характеристик радиоэлементов	2	
	3. Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства	2	
	4. Расчет конструктивных показателей электронного устройства	2	
Тема 2.6 Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	Содержание	12	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	1. Знакомство с программой. Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы	12	
	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 (РСВ). Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Определение стека слоев. Ручное конструирование печатных плат. Установка и использование библиотек. Разработка новых посадочных мест. Компоновка компонентов на поле платы. Ручная трассировка. 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. Приемы 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 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		
Тема 2.7 Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	Содержание	4	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности. Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим, механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам	2	
	Тематика практических занятий	2	
	1. Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности	2	
Тема 2.8 Методы изготовления печатных плат	Содержание	16	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	1. Классификация методов изготовления печатных плат. 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	16	
	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		

	<p>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. Прецизионные МПП. Изготовлении МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа</p> <p>7. Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы. 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</p> <p>8. Технологическая документация. Маршрутные и операционные карты. Основные понятия. Оформление</p>		
Тема 2.9 Технологические процессы производства гибридных интегральных схем	Содержание	16	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	<p>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. Способы нанесения тонких пленок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление</p> <p>2. Способы получения рельефа тонких пленок. 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. Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии. Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства. Подготовка пластин к нанесению фотослоя. Фотошаблоны. Совмещение фотошаблона. Знаки совмещения. Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии. Получение рельефа тонких пленок методом электронно-</p>	16	

	<p>лучевого фрезерования, электролито-графией, электронно-лучевым разложением</p> <p>3. Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы. Тонкопленочные резисторы. Материалы резистивных пленок. Требования к материалам резистивных пленок. Расчет тонкопленочных резисторов. Понятие о коэффициенте формы резистора. Тонкопленочные конденсаторы. Материалы тонкопленочных конденсаторов. Материалы диэлектрика. Требования к материалам диэлектрика. Топология тонкопленочного конденсатора. Методика расчета тонкопленочных конденсаторов. Топология тонкопленочных микросборок. Технологические ограничения при проектировании микросборок</p> <p>4. Толстопленочные ГИС. Платы толстопленочных ГИС. Требования к материалам подложек толстопленочных ГИС. Пасты для толстопленочных ГИС. Проводящие и резистивные пасты. Требования, предъявляемые к пастам. Основные технологические операции изготовления толстопленочных ГИС. Схема технологического процесса изготовления толстопленочных ГИС. 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</p>		
Тема 2.10 Технология производства полупроводниковых микросхем	Содержание	16	ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 02
	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	6	
	2. Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС. 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 эпитаксиальная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция в микросхемах		
	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	10	
	1. Изучение технологии получения биполярных структур	2	
	2. Изучение способов изоляции 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	
Курсовой проект (работа) Тематика курсовых проектов (работ) (выбирается учебным заведением) Разработать топологию печатной платы для принципиальной схемы:			
	1. Усилителя мощности 2. Функционального генератора 3. Генератора НЧ 4. Таймера включения света 5. Электронного термометра и т.д.		
Обязательные аудиторные учебные занятия по курсовому проекту (работе)		30	
	1. Анализ технического задания на проектирование; 2. Этапы работы над курсовым проектированием; 3. Задачи топологического проектирования; 4. Порядок проектирования печатных плат; 5. Анализ частного технического задания на разработку; 6. Выбор типа печатной платы, ее габаритов и материала 7. Оценка конструктивных показателей при аналитической компоновке; 8. Определение собственной частоты вибрации печатной платы, анализ полученных результатов; 9. Выбор способа установки радиоэлементов на печатную плату; 10. Проверка эскиза печатной платы; 11. Проверка топологии печатной платы; 12. Правила оформления электрической схемы и перечня элементов;		

13. Проверка содержания пояснительной записки курсового проекта; 14. Подготовка материалов к защите курсовых проектов; 15. Защита курсовых проектов		
Самостоятельная учебная работа Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными материалами и информационно-поисковыми системами	8	
Консультация перед экзаменом	2	
Промежуточная аттестация (экзамен)	6	
Учебная практика ПМ.03: Виды работ по МДК.03.01: <ol style="list-style-type: none"> 1. Установка САПР проектирования электрических схем на рабочем месте. 2. Анализ технического задания на разработку электрической схемы устройства. 3. Составление описания принципа работы устройства. 4. Моделирование и анализ работы аналоговой части устройства. 5. Моделирование и анализ цифровой части устройства. 6. Обеспечение теплового режима устройства. 7. Обеспечение защиты устройства от воздействия вибраций. 8. Расчет надежности устройства. 9. Оформление схемы электрической структурной. 10. Оформление схемы электрической принципиальной. 11. Составление перечня элементов. Виды работ по МДК.03.02: <ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ задания на разработку прототипа. Составление структурной схемы. 2. Проведение выбора элементной базы для разработки прототипа. 3. Разработка электрической принципиальной схемы прототипа с помощью программы автоматизированного проектирования. 4. Выбор конструктивной базы, метода компоновки схемы устройства. 5. Выбор и обоснование конструкции печатной платы, выбор материала и метода изготовления печатной платы. 6. Разработка печатной платы прототипа с помощью программы автоматизированного проектирования. 7. Сборка схемы и печатной платы прототипа. 8. Оценка качества разработанного прототипа. 9. Проверка работоспособности и функционирования прототипа. 10. Составление конструкторско-технологической документации на разрабатываемый прототип. 	72	ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 01, ОК 02

<p>Производственная практика ПМ.03: 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 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</p>	216	ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.3. ОК 01, ОК 02
<p>Дифференцированный зачет по модулю</p>		
<p>Всего по ПМ.03</p>	550	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

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

Кабинет общепрофессиональных дисциплин для лекционных и практических занятий

- Доступ к сети Интернет;
- Комплект мультимедийного оборудования: проектор, персональный компьютер с необходимым лицензионным программным обеспечением, экран;
- Информационные стенды;
- Стол преподавателя;
- Стул преподавателя;
- Столы ученические – 12 шт.;
- Стулья ученические – 24 шт.;
- Шкаф для хранения наглядных пособий и литературы;
- Учебно-наглядные пособия;
- Доска меловая.

Компьютерный класс для лекционных и практических занятий

- Телевизор 75 дюймов со стойкой, совместимой с телевизором, напольной, мобильной диагональ экрана 75'; разрешение экрана 3840x2160 пикселей; поддержка Smart TV; интерфейсы подключения: Wi-Fi, RJ-45; частота обновления экрана 60 Гц
- Стойка для телевизора: форм-фактор: напольная, мобильная; регулировка по высоте до 200 см;
- Ноутбук процессор с базовой частотой -2,4 ГГц, количество ядер - 4; ОЗУ - 12 Гб; накопитель SSD с объемом - 500 Гб; диагональ экрана - 17,3';
- Комплект обучающих макетов;
- Шкаф для комплектующих и расходных материалов;
- Шкаф для хранения наглядных пособий и литературы;

Рабочее место преподавателя:

- Стол;
- Регулируемый стул на колесиках;
- Компьютер тип 2 процессор с базовой частотой – 2,5 ГГц, количество ядер – 12 и встроенное графическое ядро; ОЗУ - 16 Гб; дискретная видеокарта с объемом видеопамати – 6 Гб; накопитель SSD с объемом – 250 Гб; монитор 23,8' – 2 шт.; комплект клавиатура/мышь;
- Лазерное монохромное многофункциональное устройство формата А4, двустороннее печать/сканирование/копирование; интерфейсы подключения: Wi-Fi, USB 2.0, RJ-45.

Рабочее место обучающегося:

- Стол ученический – 11 шт.;
- Регулируемый стул на колесиках ученический – 11 шт.;
- Компьютер тип 2 процессор с базовой частотой - 2,5 ГГц, количество ядер - 12 и встроенное графическое ядро; ОЗУ - 16 Гб; дискретная видеокарта с объемом видеопамати не менее 6 Гб; накопитель SSD с объемом - 250 Гб; монитор 23,8' – 2 шт.; комплект клавиатура/мышь – 12 шт.;
- Программное обеспечение SimlnTech.

Помещения для самостоятельной работы.

Кабинет для самостоятельной работы:

- Доступ к сети Интернет;
- Комплект мультимедийного оборудования: проектор, персональный компьютер с необходимым лицензионным программным обеспечением, экран;
- Стол преподавателя;
- Стул преподавателя;
- Стол ученический – 15 шт.;
- Стул ученический – 30 шт.;
- Шкаф для хранения наглядных пособий и литературы;
- Доска меловая.

Компьютерный класс

Рабочее место преподавателя:

- Стол;
- Регулируемый стул на колесиках;
- Ноутбук процессор с базовой частотой не менее 2,4 ГГц, количество ядер не менее 4; ОЗУ не менее 12 Гб; накопитель SSD с объемом не менее 500 Гб; диагональ экрана не менее 17,3";
- МФУ лазерное монохромное многофункциональное устройство формата А4; двустороннее печать/сканирование/копирование; интерфейсы подключения: Wi-Fi, USB 2.0, RJ-45.
- Телевизор 75 дюймов со стойкой, совместимой с телевизором, напольной, мобильной диагональ экрана 75"; разрешение экрана 3840x2160 пикселей; поддержка Smart TV; интерфейсы подключения: Wi-Fi, RJ-45; частота обновления экрана не менее 60 Гц
- стойка для телевизора: форм-фактор: напольная, мобильная; регулировка по высоте до 200 см;
- Проектор: проекционная система: DLP; разрешение: 1920 x 1080 пикселей; яркость: 4000 люмен; срок службы источника света не менее 4000 часов; наличие встроенного динамика; интерфейсы подключения: D-Sub; HDMI;
- Экран для проектора: экран с электроприводом; возможность крепления к стене или к потолку; покрытие экрана: белое матовое; размеры изображения (Ш x В): не менее 230x172 см;
- Шкаф для хранения наглядных пособий и литературы;

Рабочее место обучающегося:

- Стол ученический – 16 шт.;
- Регулируемый стул на колесиках ученический – 16 шт.;
- Компьютер тип 3 Процессор с базовой частотой не менее 2,4 ГГц, количество ядер не менее 16 и встроенное графическое ядро; ОЗУ не менее 32 Гб; дискретная видеокарта с объемом видеопамати не менее 12 Гб; накопитель SSD с объемом не менее 250 Гб; накопитель SSD M2 с объемом не менее 250 Гб; монитор 27" – 2 шт.; комплект беспроводная клавиатура/мышь; источник бесперебойного питания с эффективной мощностью не менее 1000 Вт – 16 шт.;
- Специальное программное обеспечение: Высокотехнологичная российская программная система, объединяющая в едином целом продукты класса SOFTLOGIC-SCADA/HMI-MES, предназначенная для автоматизации технологических процессов (АСУ ТП), телемеханики, диспетчеризации, учета ресурсов (АСКУЭ, АСКУГ) и автоматизации зданий.

Места проведения практической подготовки имеют следующее оснащение:

- Антистатический тканевый лабораторный стул.
- Весы лабораторные CUW, CUW-6200HV, 28105-09;

- Весы электронные ТВ-М-600.2-А3, 32253-06
- Вольтметр универсальный Щ31, 6027-77;
- Генератор импульсов Г5-54, 4221-74;
- Генератор парных импульсов Г5-26, 2235-67;
- ИВА-6Н-КП-Д 46434-11,
- Измерители крутящего момента силы, Е-ТР, 8624-010 47175-11;
- Калибратор температуры эталонный «Элемер-КТ-500/М3», 45007-10;
- Компаратор напряжений Р3003, рег. № 7476-79;
- Магазин сопротивления Р33, 1321-60;
- Магазин сопротивления Р404, 1347-70;
- Мегаомметр М4100/1-5, М4100/3, 3424-73;
- Ноутбук процессор с базовой частотой – 2,4 ГГц, количество ядер – 4; ОЗУ – 12 Гб; накопитель SSD с объемом – 500 Гб; диагональ экрана – 17,3';
- Осциллограф цифровой запоминающий: Тип осциллографа – Цифровой. Число каналов – 2. Полоса пропускания – 40 МГц. Максимальная частота дискретизации – 1 ГГц. Максимальный объем памяти - 2 МБ. АЦП (бит) – 8. Сопротивление входа - 1 Мом. Цифровые фильтры. Автоматические (до 32-х параметров) и курсорные измерения. Масса (кг) - 2,5; Генератор сигналов: Количество каналов – 2. Частотный диапазон - От 1 мкГц до 50 МГц. Опорный генератор (погрешность установки частоты) $\pm 1 \times 10^{-4}$ | опция $\pm 2 \times 10^{-7}$. Выходной уровень (минимум) Канал 1- 2 мВпик-пик | Канал 2- 2 мВпик-пик. Выходной уровень (максимум) Канал 1- 10 Впик-пик | Канал 2-3 Впик-пик. Выходной импеданс (Ом) 50. ЦАП (бит) 14. Память (СПФ) 16 кБ. Виды модуляции АМ | ЧМ | ФМ | ШИМ | АМн | ЧМн. ГКЧ. BURST Пакетный режим. Экран (см, разрешение) ЖК | 320x240 | 9 см. Прямой цифровой синтез (DDS). Стандартные формы сигналов – 5 видов. Режим формирования сигнала произвольной формы до 5 МГц, дискретизация до 125 МГц (45 видов);
- Прибор сцинтилляционный геологоразведочный СРП-68-01, 3842-73;
- Прибор счётный одноканальный ПСО2-2еМ, 3290-72;
- Рабочий эталон единиц измерения температуры 2 разряда в диапазоне от 300 до 1200 °С (преобразователь термоэлектрический эталонный ТППО-1250/500), 19254-00;
- Рабочий эталон единицы крутящего момента силы 2 разряда в диапазоне значений от 4 до 100 Н·м;
- Рабочий эталон единицы температуры 1 разряда (термометр сопротивления платиновый эталонный ПТС-10М), 11804-99;
- Рабочий эталон единицы уровня (установка поверочная уровнемерная УПУ8000), 40184-08;
- Станция паяльная термовоздушная + паяльник: Контактная пайка монтаж/демонтаж. Бесконтактная пайка термовоздушная. Индикация температуры. Потребляемая мощность, Вт 700. Вес 2,48 кг;
- Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, 45379-10
- Частотомер электронно-счетный ЧЗ-33, 2764-71

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

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

3.2.1. Основные печатные издания

1. Богачек, Г. Д. Технология поверхностного монтажа. Автоматическая установка компонентов: учебное пособие для СПО / Г. Д. Богачек, И. В. Букрин, В. И. Иевлев; под редакцией В. И. Иевлева. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2020. — 103 с. — ISBN 978-5-4488-0779-4, 978-5-7996-2931-1. — Текст: электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО профобразование: [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/92375.html>
2. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для среднего профессионального образования / С. А. Миленина, Н. К. Миленин; под редакцией Н. К. Миленина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 406 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04676-2. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450858>
3. Новожилов, О. П. Схемотехника радиоприемных устройств: учебное пособие для среднего профессионального образования / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 256 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09925-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454885>
4. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника: учебник для среднего профессионального образования / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 431 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07727-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451224>

3.2.2. Основные электронные издания

1. Курносоев А.И. Юдин, В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. - Режим доступа: <http://www.ximicat.com/ebook.php?file=kurnosov.djvu&page=1>
2. Компоненты и технология. Режим доступа :<http://www.kite.ru/articles/circuitbrd.php>
3. PS electro. Режим доступа :http://www.pselectro.ru/nestandartnye_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
5. Платан. Каталог электронных компонентов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.platan.ru/company/catalogue.html>

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.	<ul style="list-style-type: none"> – полнота сбора и глубина анализа исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем; – обоснованность подбора элементной базы при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания; – полнота описания работы проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем; – точность и грамотность выполнения чертежей структурных и электрических принципиальных схем; – обоснованность и полнота применения пакетов прикладных программ для моделирования электрических схем. 	тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике
ПК 3.2. Разрабатывать проектноконструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности	<ul style="list-style-type: none"> – правильность разработки и оформления проектно-конструкторской документации на изготовление электронных устройства выполненных на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.; – грамотное проведение анализа технического задания при проектировании электронных устройств; – правильность и оптимальность разработки конструкции электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов; – обоснованность и полнота применения автоматизированных методов проектирования печатных плат; 	тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике
ПК 3.3. Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	<ul style="list-style-type: none"> – глубина анализа конструктивных показателей технологичности, – точность расчета конструктивных показателей технологичности 	тестирование, экзамен, экспертное наблюдение выполнения практических работ, оценка решения ситуационных задач, оценка процесса и результатов выполнения видов работ на практике

<p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – обоснованность постановки цели, выбора и применения методов и способов решения профессиональных задач; – адекватная оценка и самооценка эффективности и качества выполнения профессиональных задач 	<p>Интерпретация результатов наблюдений за деятельностью обучающегося в процессе освоения образовательной программы</p>
<p>ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – использование различных источников, включая электронные ресурсы, медиаресурсы, Интернет-ресурсы, периодические издания по специальности для решения профессиональных задач 	<p>Экспертное наблюдение и оценка на практических занятиях, при выполнении работ по учебной и производственной практикам</p> <p>Экзамен</p>