



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

*Колледж космического машиностроения и технологий*

---

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

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

специальность 11.02.16. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных  
приборов и устройств

**Королев, 2023**

*Автор: Лубенко Александр Дмитриевич*

Рабочая программа профессионального модуля «ПМ.03.Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа». – Королев МО: «ТУ имени А.А. Леонова», 2023 год- 44 с.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее - ФГОС СПО), Учебного плана по специальности 11.02.16 «Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств»

Программа рассмотрена и одобрена на заседании цикловой комиссии 16 мая 2023 г., протокол № 11.

Программа рекомендована к реализации в учебном процессе на заседании учебно-методического совета 17 мая 2023 г., протокол № 05.

## ***СОДЕРЖАНИЕ***

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

***2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ***

***3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ***

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

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

### **ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

#### **1.1. Область применения примерной программы**

Программа профессионального модуля является частью примерной основной образовательной программы (ПООП) в соответствии с ФГОС СПО 11.02.16. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств.

#### **1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля**

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить вид профессиональной деятельности ВД 3 «Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа» и соответствующие ему профессиональные компетенции:

#### Перечень общих компетенций

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

### 1.1.2. Перечень профессиональных компетенций

<b>Код</b>	<b>Наименование видов деятельности и профессиональных компетенций</b>
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:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения анализа структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;</li> <li>- разработки электрических принципиальных схем на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</li> <li>- моделирования электрических схем с использованием пакетов прикладных программ;</li> <li>- разработки и оформления проектно-конструкторской документации на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.</li> <li>- проведения анализа технического задания при проектировании электронных устройства;</li> <li>- разработки конструкции электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;</li> <li>- применения автоматизированных методов проектирования печатных плат;</li> <li>- разработки структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</li> <li>- разработки проектно-конструкторской документации печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;</li> <li>- оценки качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</li> </ul>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;</li> <li>- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</li> <li>- описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;</li> <li>- выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;</li> <li>- применять пакеты прикладных программ для моделирования электрических схем;</li> <li>- оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;</li> <li>- применять автоматизированные методы разработки конструкторской</li> </ul>

	<p>документации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</li> <li>- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</li> <li>- выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;</li> <li>- проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;</li> <li>- проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;</li> <li>- читать принципиальные схемы электронных устройств;</li> <li>- проводить конструктивный анализ элементной базы;</li> <li>- выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;</li> <li>- выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;</li> <li>- компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;</li> <li>- выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;</li> <li>- выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;</li> <li>- выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;</li> <li>- выбирать типоразмеры печатных плат.</li> <li>- выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;</li> <li>- выполнять трассировку проводников печатной платы;</li> <li>- разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных программ САПР</li> <li>- проводить анализ конструктивных показателей технологичности</li> </ul>
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- последовательность взаимодействия частей схем;</li> <li>- основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;</li> <li>- функциональное назначение элементов схем;</li> <li>- современную элементную базу схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;</li> <li>- программы схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;</li> <li>- основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);</li> <li>- основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);</li> <li>- действующие нормативные требования и государственные стандарты;</li> <li>- комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;</li> <li>- автоматизированные методы разработки конструкторской документации;</li> <li>- основы схемотехники;</li> <li>- современную элементную базу электронных устройств;</li> <li>- основы принципов проектирования печатного монтажа;</li> <li>- последовательность процедур проектирования применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;</li> <li>- этапы проектирования электронных устройств;</li> <li>- стадии разработки конструкторской документации;</li> <li>- сравнительные характеристике различных конструкций печатных плат;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- факторы, влияющие на качество проектирования печатных плат;</li> <li>- признаки квалификации печатных плат;</li> <li>- основные свойства материалов печатных плат;</li> <li>- основные прикладные программы автоматизированного проектирования и их назначения;</li> <li>- типовой технологический процесс и его составляющие;</li> <li>- основы проектирования технологического процесса;</li> <li>- особенности производства электронных приборов и устройств;</li> <li>- способы описания технологического процесса;</li> <li>- технологические процессы производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;</li> <li>- методы автоматизированного проектирования ЭПиУ;</li> <li>- методы оценки качества проектирования ЭПиУ</li> </ul>
--	--

### Личностные результаты

<b>Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные отраслевыми требованиями к деловым качествам личности</b>	
Поддерживающий коллективизм и товарищество в организации инженерной деятельности, развитие профессионального и общечеловеческого общения, обеспечение разумной свободы обмена научно-технической информацией, опытом	<b>ЛР 13</b>
Добросовестный, исключая небрежный труд при выявлении несоответствий установленным правилам и реалиям, новым фактам, новым условиям, стремящийся добиваться официального, законного изменения устаревших норм деятельности	<b>ЛР 14</b>
Настойчивый в доведении новых инженерных решений до их реализации, в поиске истины, в разрешении сложных проблем	<b>ЛР 15</b>
Стремящийся к постоянному повышению профессиональной квалификации, обогащению знаний, приобретению профессиональных умений и компетенций, овладению современной компьютерной культурой, как необходимому условию освоения новейших методов познания, проектирования, разработки экономически грамотных, научно обоснованных технических решений, организации труда и управления, повышению общей культуры поведения и общения	<b>ЛР 16</b>
Борющийся с невежеством, некомпетентностью, технофобией, повышающий свою техническую культуру;	<b>ЛР 17</b>
Организованный и дисциплинированный в мышлении и поступках	<b>ЛР 18</b>
Ответственный за выполнение взятых обязательств, реализацию своих идей и последствия инженерной деятельности, открыто признающий ошибки	<b>ЛР 19</b>
<b>Личностные результаты реализации программы воспитания, определенные ключевыми работодателями (пример)</b>	
<b>ГК «Ростех»</b>	
Соблюдающий общепринятые этические нормы и правила делового поведения, корректный, принципиальный, проявляющий терпимость и непредвзятость в общении с гражданами	<b>ЛР 20</b>
Способствующий своим поведением установлению в коллективе	<b>ЛР 21</b>

товарищеского партнерства, взаимоуважения и взаимопомощи, конструктивного сотрудничества	
Проявляющий уважение к обычаям и традициям народов России и других государств, учитывающий культурные и иные особенности различных этнических, социальных и религиозных групп	<b>ЛР 22</b>
Стремящийся в любой ситуации сохранять личное достоинство, быть образцом поведения, добропорядочности и честности во всех сферах общественной жизни;	<b>ЛР 23</b>
Стремящийся к повышению уровня самообразования, своих деловых качеств, профессиональных навыков, умений и знаний	<b>ЛР 24</b>
Соответствующий по внешнему виду общепринятому деловому стилю	<b>ЛР 25</b>

Содержание профессионального модуля состоит из набора разделов, каждый из которых соответствует конкретной профессиональной компетенции или нескольким компетенциям и направлен на развитие набора общих компетенций.



Дескрипторы сформированности компетенций по разделам профессионального модуля.

**Спецификация ПК/ разделов профессионального модуля**

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Название раздела</b>		
	<b>Действия (дескрипторы)</b>	<b>Умения</b>	<b>Знания</b>
<b>Раздел модуля 1. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>			
ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.	Проводить анализ структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов;	Осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;  Подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;  Описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;	Последовательность взаимодействия частей схем;  Основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;  Функциональное назначение элементов схем;  <b>Современную</b> элементную базу схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств
	Разработка электрических принципиальных схем на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;  Моделировать электрические схемы с использованием пакетов прикладных программ	Выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;	Применять пакеты прикладных программ для моделирования электрических схем;
<b>Раздел модуля 2. Основы проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b>			
ПК 3.2. Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств	разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.;	оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;  применять автоматизированные	- основных положений Государственной системы стандартизации (ГСС); - основных положений единой системы конструкторской документации

	<p>проводить анализ технического задания при проектировании электронных устройств;</p> <p>разрабатывать конструкцию электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов;</p> <p>применять автоматизированные методы проектирования печатных плат;</p> <p>разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</p> <p>разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;</p>	<p>методы разработки конструкторской документации;</p> <p>осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</p> <p>подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания; выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;</p> <p>проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;</p> <p>проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;</p> <p>читать принципиальные схемы электронных устройств;</p> <p>проводить конструктивный анализ элементной базы;</p> <p>-выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа</p>	<p>(ЕСКД</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- действующих нормативных требований и государственные стандарты;</li> <li>комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;</li> <li>автоматизированные методы разработки конструкторской документации;</li> <li>- основы схемотехники;</li> <li>- современной элементной базы электронных устройств;</li> <li>- основы принципов проектирования печатного монтажа;</li> <li>- последовательности процедур проектирования применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;</li> <li>этапы проектирования электронных устройств;</li> <li>стадии разработки конструкторской документации;</li> <li>- сравнительных характеристик различных конструкций печатных плат;</li> <li>- факторов, влияющие на качество проектирования печатных плат;</li> <li>- признаков квалификации печатных плат;</li> <li>-- основных свойств материалов печатных плат;</li> <li>- основных прикладных программ автоматизированного проектирования и их назначения;</li> <li>- типового технологического процесса и его составляющих;</li> <li>- основ проектирования технологического процесса;</li> <li>- особенностей производства электронных приборов и устройств;</li> <li>- способов описания технологического процесса;</li> <li>- технологических процессов производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;</li> <li>- методы автоматизированного проектирования ЭПиУ;</li> <li>- методы оцен</li> </ul>
--	---	---	--

		<p>технического задания;  выбирать и  рассчитывать элемент  ы печатного рисунка;  компоновать и  размещать  электрорадиоэлемент  ы на печатную плату;  выполнять расчет  конструктивных  показателей  электронного  устройства;  выполнять расчет  компоновочных  характеристик  электронного  устройства;  выполнять  расчет габаритных  размеров печатной  платы электронного  устройства;  выбирать типоразмеры  печатных плат.  выбирать способы  крепления и защиты  проектируемого  электронного  устройства от влияния  внешних воздействий;  выполнять  трассировку  проводников  печатной платы  разрабатывать  чертежи печатных  плат в пакете  прикладных программ  САПР</p>	
<p>ПК3.3Выполнять  оценку качества  разработки  (проектирования)  электронных  приборов и  устройств на  основе печатного  монтажа.</p>	<p>выполнять оценку качества  разработки  (проектирования)  электронных приборов и  устройств на основе  печатного монтажа</p>	<p>проводить анализ  конструктивных  показателей  технологичности</p>	<p>- методы оценки качества  проектирования ЭПиУ</p>

*Общие компетенции ( по разделам модуля)*

<p>ОК. 01.Выбирать способы  решения задач  профессиональной  деятельности,  применительно к  различным контекстам</p>	<p>Распознавание сложных проблемные  ситуации в различных контекстах.  Проведение анализа сложных  ситуаций при решении задач  профессиональной деятельности  Определение этапов решения задачи.  Определение потребности в  информации</p>	<p>Распознавать задачу  и/или проблему в  профессиональном  и/или социальном  контексте;  Анализировать  задачу и/или  проблему и</p>	<p>Актуальный  профессиональный  и социальный  контекст, в котором  приходится  работать и жить;  Основные  источники</p>
---	---	---	---

	<p>Осуществление эффективного поиска.</p> <p>Выделение всех возможных источников нужных ресурсов, в том числе неочевидных. Разработка детального плана действий</p> <p>Оценка рисков на каждом шагу</p> <p>Оценивает плюсы и минусы полученного результата, своего плана и его реализации, предлагает критерии оценки и рекомендации по улучшению плана.</p>	<p>выделять её составные части;</p> <p>Правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;</p> <p>Составить план действия,</p> <p>Определить необходимые ресурсы;</p> <p>Владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах;</p> <p>Реализовать составленный план;</p> <p>Оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью авника).</p>	<p>информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте.</p> <p>Алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях;</p> <p>Методы работы в профессиональной и смежных сферах.</p> <p>Структура плана для решения задач</p> <p>Порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности</p>
<p>ОК. 02</p> <p>Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Планирование информационного поиска из широкого набора источников, необходимого для выполнения профессиональных задач</p> <p>Проведение анализа полученной информации, выделяет в ней главные аспекты.</p> <p>Структурировать отобранную информацию в соответствии с параметрами поиска;</p> <p>Интерпретация полученной информации в контексте профессиональной деятельности</p>	<p>Определять задачи поиска информации</p> <p>Определять необходимые источники информации</p> <p>Планировать процесс поиска</p> <p>Структурировать получаемую информацию</p> <p>Выделять наиболее значимое в перечне информации</p> <p>Оценивать практическую значимость результатов поиска</p> <p>Оформлять результаты поиска</p>	<p>Номенклатура информационных источников применяемых в профессиональной деятельности</p> <p>Приемы структурирования информации</p> <p>Формат оформления результатов поиска информации</p>
<p>ОК. 03.</p> <p>Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие</p>	<p>Использование актуальной нормативно-правовой документацию по профессии (специальности)</p> <p>Применение современной научной профессиональной терминологии</p> <p>Определение траектории профессионального развития и самообразования</p>	<p>Определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности</p> <p>Выстраивать траектории профессионального и личностного развития</p>	<p>Содержание актуальной нормативно-правовой документации</p> <p>Современная научная и профессиональная терминология</p> <p>Возможные траектории профессионального развития и самообразования</p>
ОК 04.	Участие в деловом общении для	Организовывать	Психология

Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	эффективного решения деловых задач Планирование профессиональной деятельность	работу коллектива и команды Взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	коллектива Психология личности Основы проектной деятельности
ОК 05. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей	Грамотно устно и письменно излагать свои мысли по профессиональной тематике на государственном языке Проявление толерантность в рабочем коллективе	Излагать свои мысли на государственном языке Оформлять документы	Особенности социального и культурного контекста Правила оформления документов.
ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей	Понимать значимость своей профессии (специальности) Демонстрация поведения на основе общечеловеческих ценностей.	Описывать значимость своей профессии Презентовать структуру профессиональной деятельности по профессии (специальности)	Сущность гражданско-патриотической позиции Общечеловеческие ценности Правила поведения в ходе выполнения профессиональной деятельности
ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях	Соблюдение правил экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности; Обеспечивать ресурсосбережение на рабочем месте	Соблюдать нормы экологической безопасности Определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности)	Правила экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности Основные ресурсы задействованные в профессиональной деятельности Пути обеспечения ресурсосбережения.
ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности	Сохранение и укрепление здоровья посредством использования средств физической культуры Поддержание уровня физической подготовленности для успешной реализации профессиональной деятельности	Использовать физкультурно-оздоровительную деятельность для укрепления здоровья, достижения жизненных и профессиональных целей; Применять рациональные приемы двигательных функций в профессиональной деятельности Пользоваться средствами профилактики перенапряжения характерными для данной профессии (специальности)	Роль физической культуры в общекультурном, профессиональном и социальном развитии человека; Основы здорового образа жизни; Условия профессиональной деятельности и зоны риска физического здоровья для профессии (специальности) Средства профилактики перенапряжения
ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной	Применение средств информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности	Применять средства информационных технологий для решения	Современные средства и устройства информатизации

деятельности		профессиональных задач Использовать современное программное обеспечение	Порядок их применения и программное обеспечение в профессиональной деятельности
--------------	--	--	---

## 2. СТРУКТУРА и содержание профессионального модуля

### 2.1. Структура профессионального модуля

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля*	Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)					Практика	
			Обязательные аудиторные учебные занятия			внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа		учебная, часов	производственная часов (если предусмотрена рассредоточенная практика)
			всего, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч., курсовая проект (работа)*, часов	всего, часов	в т.ч., курсовой проект (работа)*, часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	МДК03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств	124	120	56		4		*	*
ПК3.2, ПК3.3	МДК03.02. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	294	290	124	30	4			
ПК3.1 , ПК3.2, ПК3.3	Учебная практика	72	72					72	-

\* Раздел профессионального модуля – часть программы профессионального модуля, которая характеризуется логической завершенностью и направлена на освоение одной или нескольких профессиональных компетенций. Раздел профессионального модуля может состоять из междисциплинарного курса или его части и соответствующих частей учебной и производственной практик. Наименование раздела профессионального модуля должно начинаться с отлагательного существительного и отражать совокупность осваиваемых компетенций

<i>ПК3.1 ,ПК3.2,ПК3.3</i>	Производственная практика (по профилю специальности), часов (если предусмотрена итоговая (концентрированная) практика)	<b>108</b>	<b>108</b>					-	<b>108</b>
	<b>Квалификационный экзамен</b>	<b>18</b>							
	<b>Всего:</b>	<b>616</b>	<b>590</b>	<b>360</b>	<b>30</b>	<b>8</b>	-	<b>72</b>	<b>108</b>



## 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
<b>МДК.03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>		<b>124</b>
<b>Тема 1.1.</b> Диоды и диодные схемы	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>
	1. Виды и типы электрических схем. Назначение структурных, функциональных и принципиальных схем. Правила чтения электрических принципиальных схем. Правила составления электрических схем. Графическое обозначение соединений. УГО линии групповой связи. Специальные обозначения соединений. УГО элементов схем. Элементная база современных электронных устройств.	3
	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.	3
	3. Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа. Ограничитель с нулевым порогом ограничения. Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа	3
	4. Ограничители импульсов на стабилитроне. Принцип работы схем ограничителей на стабилитронах. Последовательное и параллельное	3
		10 2 2 2

	включение стабилитрона. Порог стабилизации. Модели стабилитронов. Моделирование схемы ограничителя на стабилитроне. Осциллограммы входных и выходных напряжений при моделировании схем.		
	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	3	2
	<b>Лабораторно-практические работы</b>		<b>4</b>
	1.Исследование переходных процессов в RC -цепях		2
	2.Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов		2
<b>Тема1.3.</b> Транзисторы и транзисторные схемы	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>8</b>
	1.Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы	3	4
	2.Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа	3	2
	3.Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя.	3	2
	<b>Лабораторно-практические работы</b>		<b>8</b>
	1.Исследование свойств биполярного транзистора		2
	2.Исследование работы усилительного каскада		2
	3.Исследование работы транзистора в ключевом режиме		2
	4.Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе		2

<b>Тема 1.4.</b> Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов	<i>Содержание</i>	<i>Уровень освоения</i>	<b>10</b>
	<b>Генераторы прямоугольных импульсов.</b> Транзисторные мультивибраторы. Основная схема мультивибратора в автоколебательном режиме. Физические процессы в мультивибраторе. Формирование фронта импульса. Формирование плоской вершины импульса. Формирование среза импульса. Основные параметры колебаний. <b>Генераторы пилообразных импульсов.</b> 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 .	<b>3</b>	10
	<i>Лабораторно-практические работы</i>		<b>16</b>
	1.Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме	2	
	2.Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме	4	
	3.Исследование работы симметричного триггера	4	
	4.Исследование несимметричного триггера	4	
	5.Исследование генератора линейно изменяющегося напряжения	4	
<b>Тема 1.5.</b> Электронные устройства на операционных усилителях	<i>Содержание</i>	<i>Уровень освоения</i>	<b>8</b>
	<b>Операционный усилитель.</b> Структура ОУ Физический смысл основных параметров операционного усилителя. Схемы измерения основных параметров операционного усилителя. Диодные ограничители на ОУ. Схемы одностороннего и двухстороннего ограничителей на ОУ. Моделирование ограничителей в программе Multisim Формирователи импульсов на ОУ. Интеграторы и дифференциаторы на ОУ. Моделирование схем интеграторов и дифференциаторов в программе Multisim Генераторы линейно изменяющегося напряжения на ОУ. Схема	<b>3</b>	8

	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		
	<i>Лабораторно-практические работы</i>		<b>10</b>
	1.Диодные ограничители на ОУ		2
	2.Формирователи импульсов на ОУ		2
	3.ГЛИН на операционном усилителе		2
	4.Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ		2
	5.Компаратор на ОУ		2
<b>Тема 1.6.</b> Цифровые устройства электронной техники	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>10</b>
	<b>Цифровые устройства.</b> Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств. Формирователи импульсов на логических элементах. Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью. Временные диаграммы. Мультивибратор на логических элементах. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах. Триггеры на логических элементах. Асинхронный RS-триггер. Таблица истинности. Синхронный RS-триггер. Одноступенчатый синхронный RS-триггер. Триггер со счетным запуском. ( Т-триггер). Триггер с задержкой (D-триггер). JK-триггер	<b>3</b>	<b>10</b>
	<i>Лабораторно-практические работы</i>		<b>6</b>
	1.Формирователи импульсов на логических элементах		2
	2.Исследование мультивибратора на логических элементах		2

	3.Синхронный RS-триггер		2
<b>Тема 1.7.</b> Устройства комбинационного типа	<i>Содержание</i>	<i>Уровень освоения</i>	8
	<b>Устройства комбинационного типа.</b> Типы устройств комбинационного типа. Дешифратор – основные понятия. Простейшая схема дешифратора. Исследование принципа работы дешифратора в основном режиме в программе Multisim Мультиплексор – основные понятия. Уравнение мультиплексора. Реализация заданной функции с помощью мультиплексора. Исследование мультиплексора в программе MultisimСчетчик - основные понятия. Краткие сведения из теории. Параметры счетчиков. Моделирование счетчиков в программе Multisim Исследование электронных устройств смешанного типа.	3	8
	<i>Лабораторно-практические работы</i>		12
	1.Исследование работы дешифратора		4
	2.Исследование работы мультиплексора		4
	3.Исследование работы счетчика		4
<b>Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа при изучении раздела 1</b>			4
1.Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами.			
<b>МДК.03.02. Основы проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b>			294
<b>Тема 3.1.</b> Основы процесса конструирования	<i>Содержание</i>	<i>Уровень освоения</i>	12
	1.Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания.Содержание.	2	
	2. Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов. Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на	2	

	различных этапах конструирования		
<b>Тема 3.2.</b> Классификационные группы стандартов в ЕСКД	<b>Содержание</b> Классификационные группы стандартов в ЕСКД Содержание стандартов в группе. Порядок обозначения стандартов ЕСКД по квалификационному признаку.	<b>Уровень освоения</b> 3	<b>14</b> 2
	2. Конструкционные системы электронных систем. Параметры конструкционных систем и уровни их разукрупнения	<b>2</b>	
<b>Тема 3.3.</b> Правила оформления графических и текстовых конструкторских документов	<b>Содержание</b> 1. Графические и текстовые конструкторские документы. Перечень документов. Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3). Требования к оформлению Перечня элементов (ПЭЗ). Правила оформления чертежей деталей: односторонней и двухсторонней печатных плат (ОПП и ДПП). Допуски. Шероховатость поверхности, другие данные, необходимые для их изготовления и контроля. Требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу. Разработка технических требований к чертежам печатных плат. Заполнение основной надписи чертежа. Правила оформления сборочных чертежей на печатную плату. 2. Правила оформления конструкторской документации на микросборки	<b>Уровень освоения</b> 3	<b>12</b> 6
<b>Тема 3.4.</b> Автоматизированные методы разработки конструкторской документации	<b>Содержание</b> 1. Конструкторская документация. Комплектность конструкторских документов. Текстовые документы. Обозначения документов. Основная надпись. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц. Чертежи изделий с электромонтажом. Правила оформления чертежей на печатную плату. Правила оформления сборочных чертежей на печатную плату. Технические требования на печатную плату. Примеры САПР	<b>Уровень освоения</b> 3	<b>14</b> 8

	печатных плат.		
	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.	3	8
	3.Правила заполнения основной надписи чертежа. Схемы электрические принципиальные. Редактирование электрических принципиальных схем в программе AUTOCAD.	3	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. Импортирование разработка чертежей	3	6
	<b>Лабораторные работы</b>		<b>6</b>
	5.Создание чертежа принципиальной схемы		2
	8.Разработка чертежа печатной платы		2
	9.Разработка сборочного чертежа печатной платы		2
<b>Тема 3.5.</b> Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов	<b>Содержание)</b>	<b>Уровень освоения</b>	<b>12</b>
	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.	3	

	<p>Информация, необходимая на стадии проектирования.</p> <p>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.</p> <p>Защита ЭПиУ от влаги, пыли, солнечной радиации.</p> <p>Теплообмен. Основные понятия. Тепловой режим ЭПиУ. Конструктивные методы обеспечения теплового режима ЭПиУ. Способы охлаждения.</p> <p>Защита ЭПиУ от тепловых воздействий. Теплообмен рельефных поверхностей. Тепловые и вихревые трубки. Принцип работы тепловых и вихревых трубок.</p>		
	<p><b>2.Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий</b></p> <p>Общая характеристика механических воздействий. Влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств.</p> <p>Конструкции ЭПиУ и их расчётные модели. Определение динамических характеристик 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.</p> <p>Влияние способов крепления, площади и толщины плат на собственную частоту колебаний. Системы активной защиты ЭПиУ от вибраций.</p>	3	
	<p><b>3.Принципы компоновки изделий электронной техники</b></p> <p>Общие вопросы компоновки. Требования, предъявляемые к компоновочным работам. Этапы разработки конструкции узлов, собранных на печатной плате. Информация, необходимая на этапе компоновки.</p> <p>Виды компоновочных работ: аналитическая компоновка, графоаналитическая компоновка, машинная компоновка. Компоновочные характеристики устройства, собранного на печатной плате.</p> <p>Последовательность разработки конструкции ЭПиУ на основе печатного монтажа.</p> <p>Расчет геометрических размеров коммутационных оснований.</p> <p>Определение установочных характеристик радиоэлементов. Расчет конструктивных показателей электронного устройства</p>	3	



	<b><i>Практические занятия</i></b>		<b>6</b>
	1.Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы		2
	3.Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства		2
	4.Расчет конструктивных показателей электронного устройства		2
<b>Тема</b> <b>3.6.</b> Автоматизированные методы проектирования электронных устройств на основе печатных плат	<b><i>Содержание</i></b>	<b><i>Уровень освоения</i></b>	<b>14</b>
	<b>1.Знакомство с программой.</b> Открытие проектов, управление изображением, запуск разных приложений, закрытие программы.	3	
	<b>2.Работа с программой SymbolEditor.</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Рисование линий, дуг и окружностей. Нанесение выводов элементов и текстов. Нумерация и перенумерация выводов. Приемы корректировки изображения: выбор объектов, перемещение, копирование, удаление, изменение графики. Изменение графики дуг и окружностей. Разработка УГО конденсатора, резистора, диода, транзистора, катушки. Разработка УГО элементов коммутации: контакты, соединители (наборные и неделимые). Разработка УГО микросхем.	3	
	<b>3.Работа с программой PatternEditor.</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Структура печатной платы (ПП и МПП). Отверстия и контактные площадки: система обозначений, металлизированные отверстия, монтажные отверстия, плоские КП, отверстия для МПП. Разработка посадочных мест компонентов. Имена посадочных мест, подготовка библиотеки, запись и перезапись элемента в библиотеку. Создание ТКМ(технологического коммутационного места) простейших компонентов. Запись соответствия выводов. Запись дополнительной информации. Разработка больших библиотек. Имена компонентов, типы, номиналы. Особые ТКМ: с крепежными отверстиями и с «круглыми» посадочными местами. Разработка ТКМ микросхем. Символы и посадочные места (разработка с использованием мастера подсказки). Установка соответствия выводов. Микросхемы с разнородными логическими частями. Элементы коммутации: контакты для подключения и контрольные, гнезда и соединители.	3	

	<p><b>4.Интерфейс упаковщика элементов LibraryExecutive.</b> Назначение программы LibraryExecutive. Вызов программы LibraryExecutive. Пиктограммы меню инструментов. Структура библиотек. Диалоговое окно программы LibraryExecutive. Информация о компоненте. Информация о выводах. Графические образы компонента и элемента схемы. Диалоговое окно PinsView. Назначение параметров таблицы PinsView. Способы редактирования параметров контактов. Порядок создания упаковочной информации для однородных и неоднородных компонентов. Особенности упаковочной информации для микросхем. Сообщения об ошибках.</p>	3	
	<p><b>5.Работа с программой Schematic.</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Установка библиотек и просмотр библиотек. Рисование схемы и работа со схемой. Команды из-под правой кнопки. Перемещение УГО, повороты, развороты, изменение графики УГО. Работа с цепями: подвижка, деформация, удаление. Введение и удаление точек соединения цепей. Параметры цепей. Сопроводительные тексты в электрических схемах. Введение и их изменение. Разработка сложных схем (с микросхемами). Разрывы цепей. Введение конструктивных параметров: общие параметры, классы цепей и их параметры, параметры отдельных цепей. Проверка схемы и подготовка для передачи на конструирование печатной платы. Деление схемы. Поиск элементов на схеме. Информация о цепях. Создание архивной библиотеки. Создание файла перечня цепей. Разработка форматки и запись её в программу. Оформление схемы в соответствии с ЕСКД.</p>	3	
	<p><b>6.Работа с программой конструирования печатных плат (РСВ).</b> Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Определение стека слоев. Ручное конструирование печатных плат. Установка и использование библиотек. Разработка новых посадочных мест. Компоновка компонентов на поле платы. Ручная трассировка. Замена посадочных мест и ТКМ. Контур платы. Окна и отверстия в плате. Области запрета. Трассировка проводников. Установка и корректировка параметров цепей и платы. Полуавтоматическая трассировка. Работа с проектом. Приёмы корректировки. Контроль платы и исправление ошибок. Экраны, массивы и экранные слои. Создание, установка конструктивных параметров. Окна в массивах. Подключение цепей к массивам. Корректировка массивов. Русскоязычные и прочие надписи на печатных платах. Автоматическая трассировка при</p>	3	

помощи приложения ShapeRoute. Настройка и возможные варианты применения. Автотрассировка в пакетном режиме. Трансляция проектов в другие версии или программы, используя форматы представления данных PDIF и DXF.9.	
<b><i>Практические занятия</i></b>	<b>42</b>
<b>SymbolEditor.</b>	<b>8</b>
1.Настройка параметров конфигурации и среды проектирования. Изучение команд графического редактора	2
5.Создание условного графического обозначения микросхем с помощью SymbolWizard. 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. 9. Создание базы данных УГО элементов электронного устройства по индивидуальному заданию	2
<b><i>PatternEditor</i></b>	<b>10</b>
1.Изучение команд графического редактора PatternEditor. Задание среды проектирования.	2
2.Создание посадочного места для микросхемы 133ЛА6 с планарными выводами. 3.Создание посадочного места для микросхемы К511ПУ2 со штыревыми выводами. .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 PatternWizard	2
8. Создание библиотеки посадочных мест радиокомпонентов по индивидуальному заданию	2
<b><i>LibraryExecutive</i></b>	<b>8</b>

	1.Изучение правил работы с программой LibraryExecutive		2
	2.Создание упаковочной информации элемента микросхемы 133ЛА6.		2
	3.Создание упаковочной информации элемента микросхемы К511ПУ2		
	4.Создание упаковочной информации для транзистора КТ3102Г, диода КД403А		
	5.Создание упаковочной информации конденсаторов, резисторов, катушек индуктивностей, разъемов питания		2
	6.Создание упаковочной информации однородных компонентов принципиальной схемы. Создание упаковочной информации неоднородных компонентов принципиальной схемы		2
	<b>Schematic</b>		<b>10</b>
	1.Задание среды проектирования. Изучение команд графического редактора принципиальных схем		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		2
	<b>Редактор печатных плат (РСВ).</b>		<b>8</b>
	2.Изучение правил трассировки печатных плат. Создание стратегии трассировки		2
	3.Трассировка печатных проводников в ручном режиме		2
	6.Создание * DXF файлов для выпуска конструкторской документации.		2
	7. Разработка топологии печатной платы по индивидуальному заданию		2
<b>Тема 3.7.</b> Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>	12
	1.Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности.	3	

	2.Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим,механическим,электрическим и эксплуатационным характеристикам	3	
	<b>Практические занятия</b>		2
	1. Выполнение расчета конструктивных показателей технологичности,		
<b>Тема 3.8.</b> Методы изготовления печатных плат	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>	14
	<b>1.Классификация методов изготовления печатных плат</b> Введение .Актуальность применения печатных плат в производстве электронных устройств. Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий. Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП. Требования к материалам печатных плат. Современные материалы для изготовления печатных плат.	3	
	<b>2.Односторонние печатные платы.</b> Преимущества ОПП. Способы получения ОПП. Классификация ОПП. Химические методы изготовления ОПП. Технологические процессы изготовления ОПП.	3	
	<b>3.Двусторонние печатные платы.</b> Классификация ДПП, в зависимости от материала основания. Комбинированные методы получения ДПП. Технологические процессы изготовления ДПП комбинированным методом. Тентинг-метод. Особенности данной технологии. Получение ДПП методом фрезерования.	3	
	<b>4.Полуаддитивный метод.</b> Классификация полуаддитивной технологии изготовления ДПП. Технологические процессы изготовления печатных плат полуаддитивными методами.	3	
	<b>5.Аддитивные методы получения печатных плат.</b> Особенности изготовления печатных плат аддитивным методом. Достоинства и недостатки. Классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии. Технология получения печатных плат аддитивными методами. Метод фотоформирования. ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании,	3	

	<p><b>6.Многослойные печатные платы.</b> МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных площадок, выступающих выводов и послойного наращивания. Прецизионные МПП. Изготовлении МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа.</p>	3	
	<p><b>7.Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы.</b> Технология изготовления гибких ОПП. ДПП на гибком фольгированном основании. ДПП на гибком нефольгированном основании. Полиимидные ДПП. Последовательность изготовления ДПП на полиимидной пленке. МПП на гибко-жестком основании. Гибкие печатные кабели. Технологические процессы изготовления ГПК.</p>	3	
	<p>8.Технологическая документация. Маршрутные и операционные карты. Основные понятия.Оформление.</p>	3	
<b>Практические занятия</b>			<b>34</b>
	1. Изучение свойств материалов для изготовления ОПП, ДПП и МПП		2
	2. Изучение свойств материалов для изготовления ГПК		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 жестком нефольгированном основании		2
	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
<b>Тема 3.9.</b> Технологические процессы производства гибридных интегральных схем	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>
	<b>1. Технологические процессы изготовления тонкопленочных ГИС</b> 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, тонкое испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление.	3
	<b>2. Способы получения рельефа тонких пленок</b> 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.	3

	Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии. Получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электролитографией, электронно-лучевым разложением.		
	<b>3.Тонкопленочные резисторы и тонкопленочные конденсаторы</b> 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.	3	
	<b>4.Толстопленочные ГИС</b> Платы толстопленочных ГИС. Требования к материалам подложек толстопленочных ГИС. Пасты для толстопленочных ГИС. Проводящие и резистивные пасты. Требования, предъявляемые к пастам. Основные технологические операции изготовление 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.	3	
	<b><i>Практические занятия</i></b>		<b>20</b>
	1.Выбор материала резистивной пленки		2
	2.Определение полной относительной погрешности изготовления тонкопленочного резистора		2
	3.Проектирование топологии резистора с $1 < K_f < 10$		2
	4.Проектирование топологии тонкопленочного резистора с $K_f < 1$		2



	5.Проектирование топологии резистора с $10 < K_f < 50$		2
	6.Выбор материала диэлектрика для тонкопленочного конденсатора		2
	7.Расчет топологии тонкопленочного конденсатора		2
	8.Разработка топологии тонкопленочной микросборки		6
<b>Тема 3.10.</b> Технология производства полупроводниковых микросхем	<b>Содержание</b>	<b>Уровень освоения</b>	14
	<b>1.Введение в технологию полупроводниковых микросхем</b> , получение биполярных структур. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Планарно-эпитаксиальный транзистор. Последовательность технологического процесса изготовления транзистора. Эпитаксиальные резисторы и интегральные конденсаторы. МДП конденсаторы	3	
	<b>2.Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС.</b> Изоляция обратнo-смещенным р-п переходом. Схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора. Изоляция диэлектриком. Изоляция поликристаллическим кремнием. Изоляция воздушным зазором. Комбинированная изоляция (Изопланар – I, Изопланар – II). Полипланарная и эпитаксиальная технологии изоляции элементов ИМС. Полная изоляция в микросхемах.	3	
	<b>3.Маршрут изготовления пластин кремния.</b> Шлифование и полировка пластин. Особенности и виды шлифования. Абразивные материалы для шлифования. Способы крепления пластин при шлифовании. Оборудование для шлифовки пластин. Полировка пластин. Механическая и химическая полировка пластин. Полуавтомат полировки пластин. Формирование фасок. Назначение данной операции. Получение фасок профильным алмазным кругом. Ориентация слитков полупроводниковых материалов по различным плоскостям. Способы разметки, ориентирования и резки заготовок и слитков полупроводниковых материалов. Оборудование для ориентации слитков по кристаллографическим осям и плоскостям	3	
	<b>Практические занятия</b>		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
	<b><i>Обязательные аудиторные учебные занятия по курсовому проекту (работе) (если предусмотрено, указать тематику и(или) назначение, вид (форму) организации учебной деятельности)</i></b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ технического задания на проектирование;</li> <li>2. Этапы работы над курсовым проектированием;</li> <li>3. Задачи топологического проектирования;</li> <li>4. Порядок проектирования печатных плат;</li> <li>5. Анализ частного технического задания на разработку;</li> <li>6. Выбор типа печатной платы, ее габаритов и материала</li> <li>7. Оценка конструктивных показателей при аналитической компоновке;</li> <li>8. Определение собственной частоты вибрации печатной платы, анализ полученных результатов;</li> <li>9. Выбор способа установки радиоэлементов на печатную плату;</li> <li>10. Проверка эскиза печатной платы;</li> <li>11. Проверка топологии печатной платы;</li> <li>12. Правила оформления электрической схемы и перечня элементов;</li> <li>13. Проверка содержания пояснительной записки курсового проекта;</li> <li>14. Подготовка материалов к защите курсовых проектов;</li> <li>15. Защита курсовых проектов</li> </ol>	<b>30</b>
	<b><i>Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа обучающегося над курсовым проектом (работой) (указать виды работ обучающегося, например: планирование выполнения курсового проекта (работы), определение задач работы, изучение литературных источников, проведение предпроектного исследования ...)</i></b>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планирование работы над курсовым проектом;</li> <li>2. Изучение принципа работы электрической схемы;</li> <li>3. Анализ внешних воздействий на устройство;</li> <li>4. Анализ условий эксплуатации устройства;</li> </ol>	<b>4</b>

<p>5. Конструктивные способы защиты от внешних факторов;  6. Выбор элементной базы с учетом условий эксплуатации;  7. Ориентировочный выбор размеров печатной платы;  8. Проектирование печатной платы с использованием пакетов прикладных программ;  9. Анализ полученных результатов;  10. Оформление топологических чертежей;  11. Выбор способа крепления печатной платы и определения ее жесткости;  12. Оценка качества разработки;  13. Оформление текстовой документации и графической части курсового проекта</p>	
<p><b><i>Внеаудиторная (самостоятельная) учебная работа при изучении раздела 2</i></b>  Выполнение индивидуальных исследований по темам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Технологические нормы и правила проектирования</li> <li>• Параметры контрольных точек при трассировке</li> <li>• Редактирование файла технологических параметров</li> <li>• Базовые материалы для печатных плат.</li> <li>• Основные типы фольгированных материалов</li> <li>• Современные технологии прямой металлизации</li> </ul>	<p><b>10</b></p>
<p><b><i>Производственная практика по модулю ПМ.03.</i></b></p> <p><b><i>Виды работ по Разделу 1</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ</li> <li>2. Разработка структурной электрической схемы электронного устройства</li> <li>3. Моделирование принципиальных схем по постоянному току</li> <li>4. Проектирование и моделирование цифровых схем</li> <li>5. Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов</li> </ol> <p><b><i>Виды работ по Разделу 2</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнение работ по оформлению проектно-конструкторской документации</li> <li>2. Редактирование посадочных мест радиокомпонентов с планарными и штыревыми выводами;</li> <li>3. Проверка технологических параметров посадочных мест радиокомпонентов;</li> <li>4. Проверка соответствия марки компонента схемы и его посадочного места;</li> <li>5. Редактирование стеков контактных площадок;</li> <li>6. Проверка соответствия принципиальной схемы и упаковки печатной платы;</li> <li>7. Ознакомление с технологической документацией при производстве ЭПиУ.</li> <li>8. Участие в подготовке и оформлении маршрутных карт на изготовление печатных плат</li> </ol>	<p><b>216</b></p>

- |  |  |
|--|--|
| 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 |  |
|--|--|

*Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:*

- 1 – ознакомительный (воспроизведение информации, узнавание (распознавание), объяснение ранее изученных объектов, свойств и т.п.);*  
*2 – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством);*  
*3 – продуктивный (самостоятельное планирование и выполнение деятельности, решение проблемных задач).*

### **3. ПРИМЕРНЫЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1. Материально-техническое обеспечение**

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 обучения**

*Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы*

##### **Основные источники (печатные):**

Схемотехника усилительных устройств: Учебное пособие для вузов / Д.А. Перепелкин. - М.: Гор. линия-Телеком, 2013. - 238 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Специальность). (обложка) ISBN 978-5-9912-0348-7, 500 экз.

Электронные приборы и устройства : учебник / Ф.А. Ткаченко. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2017. — 682 с. : ил. — (Высшее образование).

##### **Дополнительные источники:**

Схемотехника телекоммуникационных устройств: Учебное пособие для вузов / Чикалов А.Н., Соколов С.В., Титов Е.В. - М.:Гор. линия-Телеком, 2016. - 322 с.: 60x88 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-9912-0514-6

Проектирование информационных систем: Учебное пособие / Н.Н. Заботина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 331 с.: 60x90 1/16 + ( Доп. мат. znanium.com). - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-004509-2

##### **Интернет-ресурсы**

1.Сайт: Компоненты и технология. Режим доступа :<http://www.kit-e.ru/articles/circuitbrd.php>

2.Сайт:PSelectro. Режимдоступа.:[http://www.pselectro.ru/nestandartnye\\_pechatnye\\_platy](http://www.pselectro.ru/nestandartnye_pechatnye_platy)

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

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

**4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля (по разделам)**

<i>Профессиональные компетенции</i>	<i>Оцениваемые знания и умения, действия</i>	<i>Методы оценки (указываются типы оценочных заданий и их краткие характеристики, например, практическое задание, в том числе ролевая игра, ситуационные задачи и др.; проект; экзамен, в том числе – тестирование, собеседование)</i>	<i>Критерии оценки</i>
ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств.	<p><b>Знания:</b></p> <p>Последовательность взаимодействия частей схем Основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;</p> <p>Функциональное назначение элементов схем; Современную элементную базу</p>	<i>Тестирование</i>	<i>75% правильных ответов</i>
	<p><b>Умения:</b></p> <p>Осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем;</p> <p>Подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;</p> <p>Описывать работу проектируемых устройств на основе анализа электрических, функциональных и структурных схем;</p> <p>Выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;</p> <p>Проводить схмотехническое моделирование электронных</p>	<i>Лабораторно-практические занятия</i>	<i>Экспертное наблюдение</i>

	<p>устройств</p> <p><i>Действия:</i></p> <p>Разработка структурных, функциональных электрических принципиальных схем на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</p> <p>Проведение анализа работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования</p>	<i>Практическая работа</i>	<i>Экспертное наблюдение</i>
<p>ПК3.2.Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.</p>	<p><i>Знания:</i></p> <p>основных положений Государственной системы стандартизации (ГСС);</p> <p>- основных положений; единой системы конструкторской документации (ЕСКД</p> <p>- действующих нормативных требований и государственные стандарты;</p> <p>комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;</p> <p>автоматизированные методы разработки конструкторской документации;</p> <p>- основы схемотехники;</p> <p>- современной элементной базы электронных устройств;</p> <p>- основы принципов проектирования печатного монтажа;</p> <p>- последовательности процедур проектирования применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;</p> <p>этапов проектирования электронных устройств;</p> <p>стадии разработки конструкторской документации;</p> <p>- сравнительных характеристик различных конструкций печатных плат;</p> <p>- факторов, влияющие на качество проектирования</p>	<i>Тестирование</i>	<i>75% правильных ответов</i>

	<p>печатных плат;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- признаков квалификации печатных плат;</li> <li>-- основных свойств материалов печатных плат;</li> <li>- основных прикладных программ автоматизированного проектирования и их назначения;</li> <li>- типового технологического процесса и его составляющих;</li> <li>- основ проектирования технологического процесса;</li> <li>- особенностей производства электронных приборов и устройств;</li> <li>- способов описания технологического процесса;</li> <li>- технологических процессов производства печатных плат, интегральных микросхем и микросборок;</li> <li>- методы автоматизированного проектирования ЭПиУ;</li> </ul>		
	<p><i>Умения:</i></p> <p>Оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;</p> <p>Выполнять чертежи структурных и электрических принципиальных схем;</p> <p>Применять автоматизированные методы проектирования разработки конструкторской документации</p> <p>выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;</li> <li>-компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;</li> <li>- выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;</li> <li>- выполнять расчет компоновочных характеристик электронного</li> </ul>	<p><i>Лабораторно-практические занятия</i></p>	



	<p>устройства</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-выполнять расчетгабаритных размеров печатной платы электронного устройства;</li> <li>- выбирать типоразмеры печатных плат.</li> <li>-выбирать способы крепления и защитыпроектируемого электронного устройства от влияния внешнихвоздействий;</li> <li>-выполнять трассировку проводников печатной платы</li> <li>- разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных программ САПР</li> </ul>		
	<p><i>Действия:</i></p> <p>разрабатывать и оформлятьпроектно-конструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.;</p> <p>проводить анализтехнического задания при проектировании электронных устройства;</p> <p>разрабатывать конструкциюэлектронных устройства с учетом воздействия внешних факторов;</p> <p>применять автоматизированные методы проектирования печатных плат;</p> <p>разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</p> <p>разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;</p>	<i>Практическая работа</i>	<i>Экспертное наблюдение</i>
ПК3.3Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.	<p><i>Знания:</i></p> <p>Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности</p>	<i>Тестирование</i>	<i>75% правильных ответов</i>
	<p><i>Умения:</i></p> <p>Выполнять</p>	<i>Лабораторно-практические</i>	<i>Экспертное</i>

	расчет конструктивных показателей технологичности,  Проводить анализ конструктивных показателей технологичности	<i>занятия</i>	<i>наблюдение</i>
	<i>Действия:</i>  выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа	<i>Практическая работа</i>	<i>Экспертное наблюдение</i>

***5. Возможности использования данной программы для других ПООП***

11.02.14 Электронные приборы и устройства.