

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ПМ.03 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ И  
УСТРОЙСТВ НА ОСНОВЕ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА**

**Специальность:**

11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт  
электронных приборов и устройств

**Квалификация выпускника:**

Специалист по электронным приборам и устройствам

**Форма обучения:** очная

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 481ADCCC4A4029D40EDEF0CFC975C0A5  
Владелец: Насонов Александр Николаевич  
Действителен: с 28.11.2023 до 20.02.2025

Ростов-на-Дону  
2024

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по учебно-методической работе

\_\_\_\_\_ Д.Н. Калинин  
«02» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора колледжа

\_\_\_\_\_ А.Н. Насонов  
«03» апреля 2024 г.

РАССМОТРЕНО

Цикловой комиссией РЭ

Протокол № 8 от «27» марта 2024 г.

Председатель ЦК

\_\_\_\_\_ О.А. Оганесян

Рабочая программа ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования специальности 11.02.16 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт электронных приборов и устройств, утвержденного приказом Минобрнауки России от 04.10.2021 N 691(зарегистрировано в Минюсте России 12.11.2021 N 65793).

**Разработчик(и):**

Чернова О.А., преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

Скоробогатов М.Н., преподаватель первой квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

**Рецензенты:**

Маскаев Е.Н., главный конструктор АО «Алмаз»

Калиенко И.В., к.т.н., доцент, преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ РО «РКРИПТ»

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|   |    |
|---|----|
| 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ | 4  |
| 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ                 | 12 |
| 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ           | 35 |
| 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ | 43 |

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

## 1.1. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля:

В результате изучения профессионального модуля студент должен освоить основной вид деятельности ПМ.03 Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа и соответствующие ему общие компетенции и профессиональные компетенции:

### 1.1.1. Перечень общих компетенций:

| Код   | Общие компетенции   |
|-------|---|
| ОК 01 | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;  |
| ОК 02 | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;  |
| ОК 03 | Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;  |
| ОК 04 | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;   |
| ОК 05 | Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;  |
| ОК 06 | Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения; |
| ОК 07 | . Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;  |
| ОК 08 | Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;  |
| ОК 09 | Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.  |

### 1.1.2. Перечень профессиональных компетенций:

| Код и формулировка компетенции  | Индикаторы достижения компетенции   |
|---|---|
| ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших | <b>Практический опыт:</b><br>- проводить анализ структурных, функциональных и принципиальных схем простейших электронных устройств путем сопоставления различных вариантов; |

|   |   |
|---|---|
| <p>электронных приборов и устройств</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать электрические принципиальные схемы на основе современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</li> <li>- моделировать электрические схемы с использованием пакетов прикладных программ</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <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> </ul> <p><b>Знания:</b></p> <p>последовательность взаимодействия частей схем;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные принципы работы цифровых и аналоговых схем;</li> <li>- функциональное назначение элементов схем;</li> <li>- современная элементная база схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств;</li> <li>- программы схемотехнического моделирования электронных приборов и устройств.</li> </ul> |
| <p>ПК 3.2 Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности</p> | <p><b>Практический опыт</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую документацию на электронные устройства, выполненные на основе печатных плат и микросборок в соответствии с ЕСКД.;</li> <li>- проводить анализ технического задания при проектировании электронных устройства;</li> <li>- разрабатывать конструкцию электронных устройства с учетом воздействия внешних факторов;</li> <li>- применять автоматизированные методы проектирования печатных плат;</li> <li>- разрабатывать структурные, функциональные электрические принципиальные схемы на основе анализа современной элементной базы с учетом технических требований к разрабатываемому устройству;</li> <li>- разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности;</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять конструкторскую документацию на односторонние и двусторонние печатные платы;</li> <li>- применять автоматизированные методы разработки конструкторской документации;</li> <li>- осуществлять сбор и анализ исходных данных для выбора структурных, функциональных и принципиальных схем проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем;</li> </ul>                            |

- подбирать элементную базу при разработке принципиальных схем электронных устройств с учетом требований технического задания;
- выполнять несложные расчеты основных технических показателей простейших проектируемых электронных приборов и устройств;
- проводить анализ работы разрабатываемой схемы электрической принципиальной электронных приборов и устройств в программе схемотехнического моделирования;
- проводить анализ технического задания на проектирование электронного устройства на основе печатного монтажа;
- читать принципиальные схемы электронных устройств;
- проводить конструктивный анализ элементной базы;
- выбирать класс точности и шаг координатной сетки на основе анализа технического задания;
- выбирать и рассчитывать элементы печатного рисунка;
- компоновать и размещать электрорадиоэлементы на печатную плату;
- выполнять расчет конструктивных показателей электронного устройства;
- выполнять расчет компоновочных характеристик электронного устройства;
- выполнять расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства;
- выбирать типоразмеры печатных плат.
- выбирать способы крепления и защиты проектируемого электронного устройства от влияния внешних воздействий;
- выполнять трассировку проводников печатной платы разрабатывать чертежи печатных плат в пакете прикладных программ САПР

**Знания:**

- основные положения Государственной системы стандартизации (ГСС);
- основные положения единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- действующие нормативные требования и государственные стандарты;
- комплектность конструкторских документов на узлы и блоки, выполненные на печатных платах;
- автоматизированные методы разработки конструкторской документации;
- основы схемотехники;
- современная элементная база электронных устройств;
- основы принципов проектирования печатного монтажа;
- последовательности процедур проектирования, применяемых при разработке печатных плат электронных устройств;
- этапы проектирования электронных устройств;
- стадии разработки конструкторской документации;
- сравнительные характеристики различных конструкций печатных плат;
- факторы, влияющие на качество проектирования

|   |   |
|---|---|
|   | <p>печатных плат;</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> </ul> |
| <p>ПК 3.3. Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</p> | <p><b>Практический опыт:</b><br/>выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</p>   |
|   | <p><b>Умения:</b><br/>- проводить анализ конструктивных показателей технологичности</p>   |
|   | <p><b>Знания:</b><br/>методы оценки качества проектирования электронных приборов и устройств</p>  |

## 1.2. Количество часов, отводимое на освоение профессионального модуля

Всего: 644 час.

в том числе в форме практической подготовки: 644 ч.

из них на освоение модулей 434 ч.

на практики, в том числе на учебную: – 72 ч.;

на производственную: 108 ч.

Консультации -4 ч.,

Промежуточная аттестация – 18 ч.

Самостоятельная работа – 8 ч.

## 1.3. Использование часов вариативной части ППССЗ

| № п/п   | Требования работодателей (знания, умения, ПК)  | №, наименование темы   | Объем ауд. час (в т.ч. КП) |
|---|--|--|----------------------------|
| <b>МДК 03.01. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>                  |  |  |                            |
|   | ПК 3.1. Разрабатывать структурные, функциональные и принципиальные схемы простейших электронных приборов и устройств                       |  | <b>84</b>                  |
|   | <b>Уметь:</b>  |  |                            |
| 1   | -Создавать и редактировать схемы в программе Delta Design  | <b>Тема 1.4.</b><br>Электронные устройства на операционных усилителях                      |                            |
| 2   | - Моделировать схемы в программе Delta Design  |  |                            |
| <b>МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b> |  |  |                            |
|   | ПК 3.2 Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности |  |                            |
|   | <b>Уметь:</b>  |  |                            |
| 1   | - Проектировать платы в редакторе печатных плат RightPCB™ программы Delta Design   | <b>Тема 2.9</b><br>Разработка печатных плат в программе автоматизированного проектирования | 12                         |
| 2   | - Проектировать платы в режиме автотрассировщика TopoR программы Delta Design  |  |                            |
|   |  | <b>ВСЕГО</b>   | <b>96</b>                  |

### 1.3 Практическая подготовка при реализации учебных дисциплин

Практическая подготовка - форма организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы

| № п/п | МДК, Раздел   | №, название темы     | Вид учебного занятия/ учебной деятельности название  | Объем часов по учебному плану на практическую подготовку |                                   |
|-------|---|----------------------|--|--|-----------------------------------|
|       |   |                      |  | по разделу/ теме   | в том числе по указанному занятию |
| 1     | <b>Раздел 1.</b> Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств                   | <b>Темы 1.1-1.6</b>  | Весь полностью учебный материал, все лабораторные и практические работы,, вся самостоятельная работа | 192  | 192                               |
| 2     | Учебная практика  |                      |  | 36   | 36                                |
| 3     | <b>Раздел 2.</b> Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа | <b>Темы 2.1-2.11</b> | Весь полностью учебный материал, все лабораторные и практические работы                              | 266  | 266                               |
| 4     | Учебная практика  |                      |  | 36   | 36                                |
| 5     | Производственная практика   |                      |  | 108  | 108                               |
|       | Экзамен по модулю   |                      |  | 6  | 6                                 |
|       | <b>ИТОГО</b>  |                      |  | <b>644</b>   | <b>644</b>                        |

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

| Коды профессиональных компетенций   | Наименования разделов профессионального модуля, МДК  | Суммарный объем нагрузки, час. | в том числе в форме практической подготовки | Объем профессионального модуля, ак. час.              |             |    |          |     |         |                  |              |                          |                        |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|---|---|-------------|----|----------|-----|---------|------------------|--------------|--------------------------|------------------------|
|                                     |  |                                |   | Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем |             |    |          |     |         |                  | Консультации | Промежуточная аттестация | Самостоятельная работа |
|                                     |  |                                |   | Обучение по МДК                                       |             |    | Практики |     | Учебная | Производственная |              |                          |                        |
|                                     |  |                                |   | Всего   | В том числе |    |          |     |         |                  |              |                          |                        |
| Лабораторных и практических занятий | Курсовых работ (проектов)  | Учебная                        | Производственная                            |   | 9           | 10 | 11       |     |         |                  |              |                          |                        |
| 1                                   | 2  | 3                              |   | 4   | 5           | 6  | 7        | 8   | 9       | 10               | 11           |                          |                        |
| ПК 3.1<br>ОК.1-ОК.9                 | МДК 03.01. Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств                  | 192                            | 192   | 180   | 98          | -  |          | -   | 2       | 6                | 4            |                          |                        |
| ПК 3.2,<br>ПК 3.3<br>ОК.1-ОК.9      | МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа | 266                            | 266   | 254   | 124         | 30 |          | -   | 2       | 6                | 4            |                          |                        |
| ПК 3.1,-<br>ПК 3.3<br>ОК.1 – ОК.9   | Учебная практика   | 72                             | 72  |   |             |    | 72       | -   | -       | -                | -            |                          |                        |
| ПК 3.1<br>ПК 3.3<br>ОК.1 – ОК.9     | Производственная практика  | 108                            | 108   |   |             |    | -        | 108 | -       | -                | -            |                          |                        |
| Экзамен по модулю                   |  | 6                              |   |   |             |    |          |     |         | 6                |              |                          |                        |
| Всего:                              |  | 644                            |   | 434   | 222         | 30 | 72       | 108 | 4       | 18               | 8            |                          |                        |

## 2.2 Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ)

| Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем | Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа студентов, курсовая работа (проект) | Объем часов по ПМ (МДК)  |  | Коды компетенций и личностных результатов, формирование которых способствует элемент программы (ПК, ОК, ЛР) |
|---|---|--|--|---|
|   |   | по разделу, теме профессионального модуля (ПМ), междисциплинарного курса (МДК)   | в том числе на практическую подготовку по указанному занятию |   |
| 1   | 2   | 3  | 4  | 5   |
| <b>Раздел 1. ПМ.03 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>   |   | <b>180</b>   | <b>98</b>  |   |
| <b>МДК 03.01 Схемотехническое проектирование электронных приборов и устройств</b>         |   | <b>180</b>   | <b>98</b>  |   |
| <b>Тема 1.1.</b><br>Диоды и диодные схемы   | <b>Содержание</b>   | 14   |  | ОК.1-9<br>ПК 3.1-3.2  |
|   | 1   |  |  |   |
|   | 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                           | Параллельные диодные ограничители. Принцип работы ограничителя параллельного типа. Ограничитель с нулевым порогом ограничения. Ограничитель с фиксированным порогом ограничения. Моделирование схем ограничителей параллельного типа  |    |    |        |
|                  | 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. |    |    |        |
|                  | 5                           | Формирователи импульсов. Общие сведения. Дифференцирующие и интегрирующие цепи. Дифференцирование реальных прямоугольных импульсов. Условие дифференцирования. Интегрирование одиночных импульсов. Условие интегрирования. Схемы измерений.<br>Схемы для моделирования  |    |    |        |
|                  | <b>Лабораторные занятия</b> |   |    |    |        |
|                  | № 1                         | Исследование диодных ограничителей последовательного типа   |    |    |        |
|                  | № 2                         | Исследование диодных ограничителей параллельного типа   |    |    |        |
|                  | № 3                         | на стабилитронах Исследование ограничителей   |    |    |        |
|                  | № 4                         | Исследование переходных процессов в RC -цепях   |    | 16 |        |
|                  | № 5                         | Исследование влияния переходных процессов на форму прямоугольных импульсов  |    |    |        |
| <b>Тема 1.2.</b> | <b>Содержание</b>           |   | 14 |    | ОК.1-9 |

|   |                             |   |    |    |                                |
|---|-----------------------------|---|----|----|--------------------------------|
| Транзисторы и транзисторные схемы                                     | 1                           | Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы Транзисторы. Назначение и принцип работы биполярного транзистора. Схемы включения биполярного транзистора. Схема однокаскадного транзисторного усилителя. Назначение элементов схемы |    |    | ПК3.1-3.2                      |
|   | 2                           | Ключи на биполярных транзисторах. Ключевой каскад. Режимы работы транзистора в ключевом каскаде. Стационарные процессы ключа. Переходные процессы в ключе. Увеличение быстродействия ключа  |    |    |                                |
|   | 3                           | Эмиттерный повторитель. Схема эмиттерного повторителя на транзисторе. Принцип работы эмиттерного повторителя. Эмиттерный повторитель при импульсном воздействии. Моделирование эмиттерного повторителя.   |    |    |                                |
|   | <b>Лабораторные занятия</b> |   |    | 16 |                                |
|   | № 6                         | 1.Исследование свойств биполярного транзистора  |    |    |                                |
|   | № 7                         | 2.Исследование работы усилительного каскада   |    |    |                                |
|   | № 8                         | 3.Исследование работы транзистора в ключевом режиме   |    |    |                                |
|   | № 9                         | 4.Исследование эмиттерного повторителя на транзисторе   |    |    |                                |
| <b>Тема 1.3.</b><br>Генераторы прямоугольных и пилообразных импульсов | <b>Содержание</b>           |   | 14 |    | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.2,<br>ПК 1.4 |
|   | 1                           | 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.  |    |    |                      |
|   | 2                           | Генераторы пилообразных импульсов. Общие сведения. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). Простейшая схема ГЛИН  |    |    |                      |
|   | 3                           | 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>Лабораторные занятия</b> |   |    | 16 |                      |
|   | № 10                        | Исследование симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме  |    |    |                      |
|   | № 11                        | Исследование работы мультивибратора в ждущем режиме   |    |    |                      |
|   | № 12                        | Исследование работы симметричного триггера  |    |    |                      |
|   | № 13                        | Исследование несимметричного триггера   |    |    |                      |
|   | № 14                        | Исследование генератора линейно изменяющегося напряжения  |    |    |                      |
| <b>Тема 1.4.</b><br>Электронные устройства на операционных усилителях | <b>Содержание</b>           |   | 14 |    | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.2, |
|   | 1                           | <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 |    |    |                      |
|   | 2                           | Формирователи импульсов на ОУ. Интеграторы и дифференциаторы на ОУ. Моделирование схем интеграторов и дифференциаторов в программе Multisim   |    |    |                      |
|   | 3                           | Генераторы линейно изменяющегося напряжения на  |    |    |                      |

|   |                             |   |    |    |                     |
|---|-----------------------------|---|----|----|---------------------|
|   |                             | ОУ. Схема генератора ЛИН. Осциллограммы входного и выходного напряжений ГЛИН..  |    |    |                     |
|   | 4                           | Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ. Мультивибратор на ОУ в ждущем режиме. Моделирование схем мультивибраторов на ОУ в программе Multisim   |    |    |                     |
|   | 5                           | Компаратор на ОУ. Назначение компаратор. Принцип работы компаратора на ОУ. Моделирование схем компараторов на ОУ в программе Multisim   |    |    |                     |
|   | <b>Лабораторные занятия</b> |   |    | 16 |                     |
|   | № 15                        | Диодные ограничители на ОУ  |    |    |                     |
|   | № 16                        | Формирователи импульсов на ОУ   |    |    |                     |
|   | № 17                        | ГЛИН на операционном усилителе  |    |    |                     |
|   | № 18                        | Мультивибратор в автоколебательном режиме на ОУ   |    |    |                     |
|   | № 20                        | Компаратор на ОУ  |    |    |                     |
| <b>Тема 1.5.</b><br>Цифровые устройства электронной техники | <b>Содержание</b>           |   | 14 |    | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.2 |
|   | 1                           | Цифровые устройства. Особенности цифровых устройств. Принцип работы цифровых устройств  |    |    |                     |
|   | 2                           | Формирователи импульсов на логических элементах. Формирователь импульсов с интегрирующей RC – цепью. Временные диаграммы  |    |    |                     |
|   | 3                           | Мультивибратор на логических элементах. Автоколебательный мультивибратор. Ждущий мультивибратор на логических элементах.  |    |    |                     |
|   | 4                           | 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>Лабораторные занятия</b> |  |    | 16 |                     |
|   | № 21                        | Формирователи импульсов на логических элементах  |    |    |                     |
|   | № 22                        | Исследование мультивибратора на логических элементах   |    |    |                     |
|   | № 23                        | Синхронный RS-триггер  |    |    |                     |
| <b>Тема 1.6.</b><br>Устройства комбинационного типа   | <b>Содержание</b>           |  | 12 |    | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.2 |
|   | 1                           | <b>Устройства комбинационного типа.</b> Типы устройств комбинационного типа.   |    |    |                     |
|   | 2                           | Дешифратор – основные понятия. Простейшая схема дешифратора. Исследование принципа работы дешифратора в основном режиме в программе Multisim                       |    |    |                     |
|   | 3                           | Мультиплексор – основные понятия. Уравнение мультиплексора. Реализация заданной функции с помощью мультиплексора. Исследование мультиплексора в программе Multisim |    |    |                     |
|   | 4                           | Счетчик - основные понятия. Краткие сведения из теории. Параметры счетчиков. Моделирование счетчиков в программе Multisim  |    |    |                     |
|   | <b>Практические занятия</b> |  |    | 18 |                     |
|   | № 24                        | Исследование работы дешифратора  |    |    |                     |
|   | № 25                        | Исследование работы мультиплексора   |    |    |                     |
|   | № 26                        | Исследование работы счетчика   |    |    |                     |
| <b>Самостоятельная работа при изучении раздела 1.</b><br>1. Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами. |                             |  | 4  |    |                     |
| <b>Учебная практика раздела 1</b><br><b>Виды работ</b><br>Разработка электрических принципиальных схем на ПЭВМ  |                             |  | 36 | 36 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.2 |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| Разработка структурной электрической схемы электронного устройства<br>Моделирование принципиальных схем по постоянному току<br>Проектирование и моделирование цифровых схем<br>Моделирование частотных характеристик силовых полупроводниковых приборов |  |  |  |
|---|--|--|--|

|  |                   |   |            |    |                     |
|--|-------------------|---|------------|----|---------------------|
| <b>Раздел 2. Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа.</b> |                   | <b>254</b>  | <b>254</b> |    |                     |
| <b>МДК 03.02 Основы проектирования электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</b>  |                   | 254   | <b>254</b> |    |                     |
| <b>Тема 2.1.<br/>Основы процесса конструирования</b>   | <b>Содержание</b> |   | 4          | 4  | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|  | 1                 | Конструирование как часть проектирования. Основные термины и определения. Технические требования, технические задания   |            |    |                     |
|  | 2                 | Стадии процесса разработки проектно-конструкторской документации: содержание их основных этапов.<br>Номенклатура конструкторских документов, разрабатываемых на различных этапах конструирования. |            |    |                     |
| <b>Тема 2.2.<br/>Конструирование узлов на печатных платах</b>  | <b>Содержание</b> |   | 14         | 14 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|  | 1                 | Печатные платы и узлы. Основные понятия.  |            |    |                     |
|  | 2                 | Классификация печатных плат   |            |    |                     |
|  | 3                 | Электрические параметры печатных плат.  |            |    |                     |
|  | 4                 | Особенности конструкции печатных плат и элементов печатного монтажа. Размеры печатных плат  |            |    |                     |
|  | 5                 | Компоновка печатного узла РЭА и трассировка в соответствии с требованиями ЕСКД.   |            |    |                     |
|  | 6                 | Правила расчета габаритов печатных плат и элементов печатного монтажа.  |            |    |                     |
| <b>Тема 2.3.<br/>Методы изготовления печатных плат</b>   | <b>Содержание</b> |   | 14         | 14 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|  | 1                 | Классификация методов изготовления печатных плат<br>Введение. Актуальность применения печатных  |            |    |                     |

|  |   |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|
|  |   | плат в производстве электронных устройств. Субтрактивные и аддитивные методы изготовления печатных плат. Особенности субтрактивной и аддитивной технологий. Материалы для изготовления печатных ОПП, ДПП, МПП и ГПП. Требования к материалам печатных плат. Современные материалы для изготовления печатных плат.                              |  |  |  |
|  | 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 полу аддитивными методами.   |  |  |  |
|  | 5 | Аддитивные методы получения печатных плат. Особенности изготовления печатных плат аддитивным методом. Достоинства и недостатки. Классификация методов изготовления ДПП по аддитивной технологии. Технология получения печатных плат аддитивными методами. Метод фотоформирования ДПП на термопластичном основании, на металлическом основании, |  |  |  |
|  | 6 | Многослойные печатные платы. МПП общего применения на фольгированном диэлектрике. Метод металлизации сквозных отверстий. Метод попарного прессования, открытых контактных  |  |  |  |

|   |   |  |    |    |                     |
|---|---|--|----|----|---------------------|
|   |   | площадок, выступающих выводов и послойного наращивания.<br>Прецизионные МПП. Изготовлении МПП методом ПАФОС. МПП для поверхностного монтажа.   |    |    |                     |
|   | 7   | Гибкие печатные платы, гибкие печатные кабели и гибко-жесткие печатные платы. 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. |    |    |                     |
| <b>Тема 2.4.<br/>Электрорадио<br/>компоненты печатных узлов</b> | <b>Содержание</b>                           |  | 12 | 12 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|   | 1   | Технические требования к параметрам электрорадиоэлементов  |    |    |                     |
|   | 2   | Назначение, принцип действия, конструкция, диагностика и особенности эксплуатации резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов.   |    |    |                     |
|   | 3   | Назначение, конструкция, диагностика проводов, высокочастотных, высоковольтных и силовых кабелей, разъёмов и предохранителей..   |    |    |                     |
|   | 4   | Назначение, принцип действия, конструкция, диагностика коммутационной аппаратуры, электромагнитных и электронных реле.   |    |    |                     |
|   | 5   | Назначение, принцип действия, конструкция, диагностика и особенности эксплуатации , диодов, транзисторов.  |    |    |                     |
|   | 6   | Интегральные микросхемы. Классификация ИМС, конструктивные особенности   |    |    |                     |
|   | <b>Практические занятия</b>                 |  | 24 | 24 |                     |
|   | № 27  | Изучение системы обозначение резисторов.   |    |    |                     |
| № 28  | Изучение системы обозначения конденсаторов. |  |    |    |                     |

|  |                   |   |   |   |                     |
|--|-------------------|---|---|---|---------------------|
|  | № 29              | Проверка работоспособности резисторов, конденсаторов  |   |   |                     |
|  | № 30              | Проверка работоспособности проводов, высокочастотных, высоковольтных и силовых кабелей, разъёмов, предохранителей.  |   |   |                     |
|  | № 31              | Изучение системы обозначения полупроводниковых приборов.  |   |   |                     |
|  | № 32              | Проверка работоспособности полупроводниковых диодов и транзисторов.   |   |   |                     |
|  | № 33              | Изучение системы обозначения интегральных микросхем.  |   |   |                     |
| <b>Тема 2.5.<br/>Технологические процессы<br/>производства интегральных<br/>схем</b> | <b>Содержание</b> |   | 8 | 8 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|  | 1                 | Технологические процессы изготовления тонкоплёночных ГИС<br>Тонкоплёночные гибридные микросхемы (ГИС) и микросборки (МСБ). Элементная база ГИС и МСБ. Термины и определения. Технологические процессы изготовления тонкоплёночных ГИС. Материалы подложек. Способы нанесения тонких плёнок: термическое испарение в вакууме, тонное испарение. Катодное распыление, ионно-плазменное распыление, реактивное ионное распыление |   |   |                     |
|  | 2                 | Способы получения рельефа тонких плёнок<br>Получение рельефа тонких плёнок методом свободной маски. Способы получения свободной маски фотохимическим фрезерованием и электрохимическим наращиванием. Получение рельефа тонких плёнок методом контактной маски. Прямой метод использования контактной маски. Косвенный метод использования контактной маски. Метод селективного травления.                                     |   |   |                     |

|  |   |   |  |  |  |
|--|---|---|--|--|--|
|  |   | <p>Фотолитография. Основные этапы процесса фотолитографии. Разрешающая способность процесса фотолитографии. Фоторезисты и их свойства. Подготовка пластин к нанесению фотослоя.</p> <p>Фотошаблоны. Совмещение фотошаблона.. Знаки совмещения. Экспонирование, проявление и термообработка фотомаски. Метод двойной фотолитографии.</p> <p>Получение рельефа тонких пленок методом электронно-лучевого фрезерования, электроно-литографией, электронно-лучевым разложением.</p> |  |  |  |
|  | 3 | <p>Тонкопленочные резисторы. Материалы резистивных пленок. Требования к материалам резистивных пленок. Расчет тонкопленочных резисторов. Понятие о коэффициенте формы резистора.</p> <p>Тонкопленочные конденсаторы. Материалы тонкопленочных конденсаторов. Материалы диэлектрика. Требования к материалам диэлектрика. Топология тонкопленочного конденсатора. Методика расчета тонкопленочных конденсаторов..</p>  |  |  |  |
|  | 4 | <p>Толстопленочные ГИС</p> <p>Платы толстопленочных ГИС. Требования к материалам подложек толстопленочных ГИС. Пасты для толстопленочных ГИС. Проводящие и резистивные пасты.</p>   |  |  |  |
|  | 5 | <p>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</p>   |  |  |  |
|  | 6 | <p>Изоляция элементов в полупроводниковых ИМС.</p>  |  |  |  |

|   |                   |   |    |    |                     |
|---|-------------------|---|----|----|---------------------|
|   |                   | Изоляция обратнo-смещенным р-п переходом. Схема технологического процесса получения планарно-эпитаксиального транзистора. Изоляция диэлектриком. Изоляция поликристаллическим кремнием. Изоляция воздушным зазором. Комбинированная изоляция  |    |    |                     |
| <b>Тема 2.6.<br/>Проектирование электронных устройств с учетом воздействия внешних факторов</b> | <b>Содержание</b> |   | 10 | 10 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|   | 1                 | Проектирование ЭПиУ с учетом воздействия окружающей среды Актуальность разработок электронных устройств с печатным монтажом. Задачи, стоящие перед разработчиком. Этапы разработки конструкций узлов на печатной плате. Анализ электрических принципиальных схем. Информация, необходимая на стадии проектирования.<br>Окружающая среда и её воздействующие факторы. Климат, климатические зоны. Условия эксплуатации ЭПиУ. Основные группы воздействующих факторов: климатические факторы, биологические факторы, термические факторы. Воздействие влаги, песка, пыли, солнечной радиации на работу ЭПиУ. Воздействие биологических факторов. Воздействие температуры на работу ЭПиУ. Защита ЭПиУ от влаги, пыли, солнечной радиации. Теплообмен. Основные понятия. Тепловой режим ЭПиУ. Конструктивные методы обеспечения теплового режима ЭПиУ. Способы охлаждения. Защита ЭПиУ от тепловых воздействий. |    |    |                     |
|   | 2                 | Механические воздействия и способы защиты ЭПиУ от механических воздействий<br>Общая характеристика механических воздействий. Влияние механических воздействий на работу электронных приборов и устройств..  |    |    |                     |
|   | 3                 | Конструкции ЭПиУ и их расчётные модели. Опреде-   |    |    |                     |

|  |                             |  |  |  |  |
|--|-----------------------------|--|--|--|--|
|  |                             | ление 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.  |  |  |  |
|  | 4                           | <p>Принципы компоновки изделий электронной техники</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. Определение установочных характеристик радиоэлементов. Расчет конструктивных показателей электронного устройства</p> |  |  |  |
|  | <b>Практические занятия</b> |  |  |  |  |
|  | № 34                        | Выбор элементной базы элементов электрической принципиальной схемы   |  |  |  |
|  | № 35                        | Расчет габаритных размеров печатной платы электронного устройства  |  |  |  |
|  | № 36                        | Определение собственной частоты вибрации печатной платы  |  |  |  |

|   |                   |   |    |    |                     |
|---|-------------------|---|----|----|---------------------|
|   |                   |   | 12 | 12 |                     |
| <b>Тема 2.7.<br/>Основные положения конструкторской, технологической документации</b> | <b>Содержание</b> |   | 8  | 8  | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|   | 1                 | Единая система конструкторской документации, классификация, требования к выполнению документов.   |    |    |                     |
|   | 2                 | Стадии разработки конструкторской документации на радиоаппаратуру по ЕСКД.  |    |    |                     |
|   | 3                 | Виды и комплектность конструкторской документации.  |    |    |                     |
|   | 4                 | Типы схем комплекта документов, используемых при производстве и эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.   |    |    |                     |
|   | 4                 | Правила оформления структурных и электрических принципиальных схем (Э1иЭ3). Требования к оформлению Перечня элементов (ОПП и ДПП). Правила оформления чертежей односторонней и двухсторонней печатных платГрафические и текстовые конструкторские документы. Перечень документов. |    |    |                     |
|   | 5                 | Разработка технических требований к чертежам печатных плат. Заполнение основной надписи чертежа. Правила оформления сборочных. чертежей на печатную плату. Требования к оформлению спецификации к сборочному чертежу  |    |    |                     |
|   | 6                 | Учет и хранение конструкторской документации. Правила внесения в нее изменений.   |    |    |                     |
|   | 7                 | Единая система технологической документации, классификация, требования к выполнению документов.   |    |    |                     |
| <b>Тема 2.8</b>   | <b>Содержание</b> |   | 10 | 10 | ОК.1-9              |

|  |  |   |    |    |                     |
|--|--|---|----|----|---------------------|
| <b>Автоматизированные методы проектирования электронных устройств .</b>        | 1  | Программы автоматизированного проектирования схем NI Multisim. Порядок автоматизированного проектирования схемы в среде NI Multisim                                   |    |    | ПК3.1-3.3           |
|  | 2  | Работа с библиотеками компонентов. Использование иерархических структур. Верификация схемы.   |    |    |                     |
|  | 3  | Оформление схем, составление отчетов. Генерация списка соединений   |    |    |                     |
|  | 4  | Знакомство с программой Delta Design,. Открытие проектов, запуск разных приложений, закрытие программы  |    |    |                     |
|  | 4  | Разработка схемы в программе Delta Design   |    |    |                     |
|  | 5  | Редактирование схем в программе Delta Design  |    |    |                     |
|  | <b>Практические занятия</b>  |   | 36 | 24 |                     |
|  | № 37   | Создание и редактирование схем в среде NI Multisim  |    |    |                     |
|  | № 38   | Моделирование схем в среде NI Multisim .  |    |    |                     |
|  | № 39   | Создание и редактирование схем в программе Delta Design   |    |    |                     |
| № 40   | Создание условного графического обозначения транзисторов, резисторов, диодов, катушек индуктивности в программе Delta Design         |   |    |    |                     |
| № 41   | Моделирование схем в программе Delta Design  |   |    |    |                     |
| № 42   | Оформление чертежа схемы электрической принципиальной и составление перечня элементов в соответствии с ЕСКД в программе Delta Design |   |    |    |                     |
| <b>Тема 2.9</b>  | <b>Содержание</b>  |   | 12 | 12 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
| <b>Разработка печатных плат в программе автоматизированного проектирования</b> | 1  | Работа с программой конструирования печатных плат NI Ultiboard  |    |    |                     |
|  | 2  | Работа с программой конструирования печатных плат (Delta Design).<br>Настройка рабочего поля. Создание шаблона. Установка и использование библиотек. Разработка новых |    |    |                     |

|                   |                             |  |    |    |  |
|-------------------|-----------------------------|--|----|----|--|
|                   |                             | <p>посадочных мест. Компоновка компонентов на поле платы. Ручная трассировка. Замена посадочных мест. Контур платы. Окна и отверстия в плате. Области запрета.</p> <p>Трассировка проводников. Установка и корректировка параметров цепей и платы. Полуавтоматическая трассировка. Приёмы корректировки. Контроль платы и исправление ошибок.</p> <p>Русскоязычные и прочие надписи на печатных платах. Автоматическая трассировка при помощи приложения TopoR .</p> |    |    |  |
|                   | <b>Практические занятия</b> |  | 48 | 48 |  |
|                   | № 43                        | Создание корпусов электронных приборов в среде NI Ultiboard  |    |    |  |
|                   | № 44                        | Проектирование и трассировка печатной платы в среде NI Ultiboard   |    |    |  |
|                   | № 45                        | Разработка печатных плат электронных устройств с использованием полигонов и металлизированных поверхностей   |    |    |  |
|                   | № 46                        | Создание компонента в программе Delta Design   |    |    |  |
|                   | № 47                        | Проектирование плат в редакторе печатных плат RightPCB™ программы Delta Design   |    |    |  |
|                   | № 48                        | Проектирование плат в режиме автотрассировщика TopoR программы Delta Design  |    |    |  |
|                   | № 49                        | Оформление чертежа печатной платы. Создание <i>Gerber</i> файла для передачи платы в производство  |    |    |  |
|                   | № 50                        | Разработка технического задания на проектирование печатной платы электронного устройства.  |    |    |  |
|                   | № 51                        | Разработка печатной платы электронного устройства в соответствии с требованием технического задания  |    |    |  |
|                   | № 52                        | Оформление чертежа печатной платы устройства и составление спецификаций в соответствии с ЕСКД.   |    |    |  |
| <b>Тема 2.10.</b> | <b>Содержание</b>           |  |    |    |  |

|   |                                  |   |           |           |                     |
|---|----------------------------------|---|-----------|-----------|---------------------|
| <b>Надежность радиоаппаратуры</b>   | 2                                | Качественные характеристики надежности. Виды отказов  | 4         | 4         |                     |
|   |                                  | Количественные характеристики надежности.   |           |           |                     |
|   |                                  | Расчет и обеспечение надежности на этапе проектирования.  |           |           |                     |
|   |                                  | Методы повышения надежности.  |           |           |                     |
|   | <b>Практические занятия</b>      |   |           |           |                     |
| № 53  | Расчет надежности устройства РЭА |   |           |           |                     |
| <b>Тема 2.11<br/>Оценка качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основепечатного монтажа.</b> | <b>Содержание</b>                |   | 4         | 4         | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
|   | 1                                | .Основные конструктивные показатели технологичности электронных устройств. Факторы, влияющие на конструктивные показатели технологичности                                     |           |           |                     |
|   | 2                                | Методика проведения оценки качества электронных устройств по характеристикам: технологическим, топологическим, механическим, электрическим и эксплуатационным характеристикам |           |           |                     |
| <b>Курсовой проект</b>  |                                  |   | <b>30</b> | <b>30</b> |                     |
| 1. Выбор и утверждение темы курсового проекта.  |                                  |   | 2         | 2         |                     |
| 2. Выбор элементной базы  |                                  |   | 2         | 2         |                     |
| 3. Оформление электрической принципиальной схемы и перечня элементов к ней.   |                                  |   | 2         | 2         |                     |
| 4. Оформление электрической принципиальной схемы и перечня элементов к ней.   |                                  |   | 2         | 2         |                     |
| 5. Выбор способа компоновки устройства  |                                  |   | 2         | 2         |                     |

|  |    |    |                     |
|--|----|----|---------------------|
| 6. Разработка компоновки печатной платы изделия.   | 2  | 2  |                     |
| 7. Разработка компоновки печатной платы изделия.   | 2  | 2  |                     |
| 8. Расчет надежности устройства.   | 2  | 2  |                     |
| 9. Расчет надежности устройства.   | 2  | 2  |                     |
| 10. Расчет параметров печатного монтажа  | 2  | 2  |                     |
| 11. Выбор и обоснование конструкции устройства. Расчет технологичности конструкции устройства  | 2  | 2  |                     |
| 12. Выбор технологии изготовления печатной платы, разработка и оформление чертежа платы печатной.  | 2  | 2  |                     |
| 13. Выбор технологии изготовления печатной платы, разработка и оформление чертежа платы печатной.  | 2  | 2  |                     |
| 14. Разработка и оформление сборочного чертежа и спецификации к нему   | 2  | 2  |                     |
| 15. Разработка и оформление сборочного чертежа и спецификации к нему   | 2  | 2  |                     |
| Учебная практика раздела 2<br>Виды работ<br>Выполнение работ по оформлению проектно-конструкторской документации<br>Редактирование посадочных мест радиокомпонентов с планарными и штыревыми выводами;<br>Проверка технологических параметров посадочных мест радиокомпонентов;<br>Проверка соответствия марки компонента схемы и его посадочного места;<br>Редактирование стеков контактных площадок;<br>Проверка соответствия принципиальной схемы и упаковки печатной платы;<br>Ознакомление с технологической документацией при производстве ЭПиУ.<br>Участие в подготовке и оформлении маршрутных карт на изготовление печатных плат<br>Участие в разработке отдельных операций технологического процесса производства ЭПиУ | 36 | 36 | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.2 |

|   |            |            |                     |
|---|------------|------------|---------------------|
| Ознакомление с особенностями производства электронных приборов и устройств<br>Ознакомление с особенностями технологического оборудования при производстве печатных плат                           |            |            |                     |
| Самостоятельная работа при изучении раздела 1.<br>1.Подготовка сообщений, докладов, рефератов, компьютерных презентаций; работа с информационно-справочными и информационно-поисковыми системами. | 4          | 4          |                     |
| <b>Производственная практика</b>  | <b>108</b> | <b>108</b> | ОК.1-9<br>ПК3.1-3.3 |
| <b>Всего по ПМ</b>  | <b>644</b> | <b>644</b> |                     |

### 2.3 Планирование учебных занятий с использованием активных и интерактивных форм и методов обучения

| № п/п | Тема учебного занятия  | Активные и интерактивные формы и методы обучения |
|-------|--|--|
| 1     | Тема 1.2 Защита радиоаппаратуры от внешних воздействий                         | Проблемная лекция                                |
| 2     | Тема 1.4 Конструирование узлов на печатных платах                              | Лекция-визуализация                              |
| 3     | Тема 1.5 Технология изготовления печатных плат                                 | Презентация                                      |
| 5     | Тема 1.7 Проверка работоспособности электрорадиоэлементов и проводов           | Работа в малых группах                           |
| 8     | Тема 1.10 Контроль качества монтажа и сборки радиоаппаратуры                   | Работа в малых группах                           |
| 9     | Тема 2.2 Оборудование для автоматического поверхностного монтажа печатных плат | Кейс-технологии. Презентация                     |
| 10    | Тема 2.3 Оборудование для выводного монтажа                                    | Кейс-технологии. Презентация                     |

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

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

Кабинет «Конструирования и производства радиоэлектронной аппаратуры», оснащенный оборудованием:

**Оборудование кабинета и рабочих мест:**

- рабочее место преподавателя;
- учебная доска;
- комплект учебно-методической документации.

**Технические средства обучения:**

- персональный компьютер;
- ЖК-телевизор.

**Лицензионное программное обеспечение:**

- интегрированный пакет MSOffice.

Лаборатория «Материаловедения, электрорадиоматериалов и радиокомпонентов»:

**Оборудование лаборатории и рабочих мест:**

- рабочее место преподавателя;
- учебная доска;
- комплект учебно-методической документации;
- демонстрационные стенды;
- комплект средств измерений электрических величин;
- технические описания и инструкции по эксплуатации средств измерений;
- комплекты радиоэлементов, кабелей, монтажных и обмоточных проводов;
- комплект образцов диэлектриков для изготовления печатных плат;
- комплекты образцов магнитных материалов, флюсов, припоев различных форм выпуска, электроизоляционных материалов;

**Технические средства обучения:**

- персональный компьютер;
- ЖК-телевизор;
- мультиметры;
- RLC-метры;
- микрометры;
- штангенциркули.

**Лицензионное программное обеспечение:**

- интегрированный пакет MSOffice.
- Кабинет «Систем автоматизированного проектирования»;

**Оборудование кабинета и рабочих мест:**

- рабочее место преподавателя;
- учебная доска;
- комплект учебно-методической документации.

**Технические средства обучения:**

- компьютер с выходом в интернет;
- мультимедийный проектор.

**Лицензионное программное обеспечение:**

- интегрированный пакет MSOffice,
- NI Multisim, NI Ultiboard.

### **Слесарная мастерская**

**Оборудование мастерской и рабочих мест:**

- участок металлорежущих станков, оснащённый сверлильными и заточными станками;
- слесарные верстаки с комплектом слесарного инструмента;
- комплект монтажно-демонтажного инструмента;
- ручные электрические дрели;
- углошлифовальные машины различной мощности с набором отрезных и зачистных кругов.

### **Электрорадиомонтажная мастерская**

**Оборудование мастерской и рабочих мест:**

- рабочие места электрорадиомонтажника;
- комплекты паяльного оборудования,
- комплекты монтажного инструмента,
- расходные материалы: припой, жидкий флюс, промывочная жидкость;
- электрорадиокомпоненты;
- печатные платы;
- измерительные приборы;
- комплект конструкторской документации.

## **3.2. Информационное обеспечение реализации программы**

### **3.2.1 Печатные издания**

1. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для студ. учреждений СПО/ Г.Ф.Баканов, С.С.Соколов. – М.: Издательский

центр «Академия», 3-е изд., стер.,2020. – 384с.

2. Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов,блоков,приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи,элементов узлов импульсной и вычислительной техники: учебник для студ. учреждений СПО. – М.: Издательский центр «Академия», 2-е изд., испр.,2019. – 272с.

3. Петров В.П. Выполнение монтажа и сборки средней сложности и сложных узлов,блоков,приборов радиоэлектронной аппаратуры, аппаратуры проводной связи,элементов узлов импульсной и вычислительной техники: практикум для студ. учреждений СПО. – М.: Издательский центр «Академия», 2-е изд., испр.,2019. – 176с.

4. Журавлева Л.В. Электроматериаловедение: учебник для студ. учреждений СПО– М.: Издательский центр «Академия», 10-е изд., стер.,2018. – 352с.

5. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов: учебник для студ. учреждений СПО. – М.: Издательский центр «Академия», 8-е изд., испр.,2018. – 352с.

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

6. [www.ostec-smt.ru](http://www.ostec-smt.ru)
7. [www.eurointech.ru](http://www.eurointech.ru)
8. [www.liontech.ru](http://www.liontech.ru)
9. [www.ersa.de](http://www.ersa.de)
10. [www.global-smt.ru](http://www.global-smt.ru)
11. [www.dimadt.com](http://www.dimadt.com)
12. [www.smtservice.ru](http://www.smtservice.ru)
13. [www.rts-engineering.ru](http://www.rts-engineering.ru)
14. [www.tech-e.ru](http://www.tech-e.ru)
15. [www.protect.gost.ru](http://www.protect.gost.ru)
16. [www.opengost.ru](http://www.opengost.ru)

### **3.2.3 Дополнительные источники**

17. National Instruments «Помощь по Ultiboard».
18. ГОСТ 3.1001-81 ЕСТД. Общие положения
19. ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД. Стадии разработки и виды документов
20. ГОСТ 3.1103-82 ЕСТД. Основные надписи.
21. ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения
22. ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий
23. ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД. Формы и правила оформления маршрутных карт

24. ГОСТ 3.1120-83 ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требований безопасности труда в технологической документации
25. ГОСТ 3.1127-93 ЕСТД. Общие правила выполнения текстовых технологических документов
26. ГОСТ 3.1128-93 ЕСТД. Общие правила выполнения графических технологических документов
27. ГОСТ 3.1129-93 ЕСТД. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции
28. ГОСТ 3.1130-93 ЕСТД. Общие требования к формам и бланкам документов
29. ГОСТ 3.1201-85 ЕСТД. Система обозначения технологической документации
30. ГОСТ 2.001-93 ЕСКД. Общие положения
31. ГОСТ 2.101-68 ЕСКД. Виды изделий
32. ГОСТ 2.102-68 ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов
33. ГОСТ 2.501-88 ЕСКД. Правила учета и хранения
34. ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи
35. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам
36. ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы
37. ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. Основные требования к чертежам
38. ГОСТ 2.114-95 ЕСКД. Технические условия
39. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению
40. ГОСТ 2.123-93 ЕСКД. Комплектность конструкторских документов на печатные платы при автоматизированном проектировании
41. ГОСТ Р 53386-2009 Платы печатные. Термины и определения
42. ГОСТ Р 53429-2009 Платы печатные. Основные параметры конструкции
43. РД 50-708-91 Инструкция. Платы печатные. Требования к конструированию
44. ГОСТ 2.417-91 ЕСКД. Платы печатные. Правила выполнения чертежей
45. ГОСТ Р 51039-97 Платы печатные. Требования к восстановлению и ремонту
46. ГОСТ 27200-87 Платы печатные. Правила ремонта
47. ГОСТ 29137-91 «Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы».
48. ГОСТ Р МЭК 61191-1-2010 Печатные узлы. Часть 1. Поверхностный монтаж и связанные с ним технологии. Общие технические требования.
49. ГОСТ Р МЭК 61191-2-2010 Печатные узлы. Часть 2. Поверхностный монтаж. Технические требования.
50. ГОСТ Р МЭК 61191-3-2010 Печатные узлы. Часть 3. Монтаж в сквозные отверстия. Технические требования.

51. ГОСТ Р МЭК 61191-4-2010 Печатные узлы. Часть 4. Монтаж контактов. Технические требования.

52. ГОСТ 27.002-89 Надёжность в технике, основные понятия. Термины и определения.

53. ОСТ 4.010.030 -81 «Установка навесных элементов на печатные платы. Конструирование»

54. ГОСТ Р 53432-2009 — Платы печатные. Общие технические требования к производству;

55. ГОСТ Р 21.1101-2013 Основные требования к проектной и рабочей документации);

#### 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"><li>- соответствие технологии сборки и монтажа требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД);</li><li>- соответствие технологии сборки и монтажа требованиям Единой системы технологической документации (ЕСТД);</li><li>- соответствие монтажа и демонтажа различных видов радиотехнических систем, устройств и блоков радиоэлектронной техники требованиям ГОСТ 29137-91 «Формовка выводов и установка изделий электронной техники на печатные платы. Общие требования и нормы конструирования»; ОСТ 4.010.030 -81 «Установка навесных элементов на печатные платы. Конструирование»; ГОСТ 27200-87 «Платы печатные. Правила ремонта»; ГОСТ Р 51039-97 «Платы печатные. Требования к восстановлению и ремонту»;</li><li>- выполнение монтажа и сборки радиотехнических систем, устройств и блоков в соответствии с требованиями ГОСТ 29137-91, ОСТ 4.010.030-81;</li><li>- соответствие демонтажа печатных узлов и блоков различных видов радиоэлектронной техники с заменой и установкой деталей и узлов требованиям ГОСТ 27200-87; ГОСТ Р 51039-97;</li><li>- соответствие сборки, монтажа и демонтажа различных видов радиотехнических</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- устный опрос;</li><li>- выполнение и защита практических работ № 1-20 по МДК.01.01</li><li>- наблюдение за ходом выполнения работ на учебной и производственной практиках;</li><li>- аттестационные листы по учебной и производственной практикам;</li><li>- отчеты по практическим работам по учебной практике;</li><li>- отчет по производственной практике;</li><li>- экзамены по МДК 01.01 и МДК.01.02;</li><li>- дифференцированные зачеты по учебной и производственной практикам;</li><li>- экзамен (квалификационный) по ПМ.01</li></ul> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <p>систем, устройств и блоков требованиям Инструкции (методике) по установке и эксплуатации предприятий-изготовителей.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проверка качества и правильности установки компонентов в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61191-3-2010;</li> <li>- устранение обнаруженных дефектов в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 61191-3-2010;</li> </ul> |   |
| <p>ПК 3.2 Разрабатывать проектно-конструкторскую документацию печатных узлов электронных приборов и устройств и микросборок средней сложности.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор и настройка технологического оснащения и оборудования для реализации сборки и монтажа радиотехнических систем, устройств и блоков в соответствии с технической документацией;</li> <li>- наладка основных видов технологического оборудования в соответствии с технической документацией.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- устный опрос;</li> <li>- выполнение и защита практической работы №18 по МДК.01.01;</li> <li>- наблюдение за ходом работ на учебной и производственной практиках;</li> <li>- аттестационный лист по учебной и производственной практикам;</li> <li>- отчеты по практическим работам по учебной практике;</li> <li>- отчет по производственной практике;</li> <li>- дифференцированные зачеты по учебной и производственной практикам;</li> <li>- экзамены по МДК 01.01 и МДК.01.02;</li> <li>- экзамен (квалификационный) по ПМ.01</li> </ul> |
| <p>ПК 3.3. Выполнять оценку качества разработки (проектирования) электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа</p>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- соответствие эксплуатации автоматизированного оборудования для проведения сборочных и монтажных работ с технической документацией на оборудование.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- устный опрос;</li> <li>- выполнение и защита практических работ № 21-28 по МДК.01.02;</li> <li>- дифференцированный зачет по производственной практике;</li> <li>- экзамен по МДК 01.02;</li> <li>- отчет по производственной практике;</li> <li>- аттестационный лист по производственной практике;</li> <li>- экзамен (квалификационный)</li> </ul>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p>ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;</p>   | <p>Активность и инициативность в процессе освоения профессиональной деятельности; наличие положительных отзывов по итогам практик;<br/>Участие в студенческих конференциях, конкурсах</p>  | <p>Экспертная оценка по результатам наблюдения за поведением в процессе освоения профессионального модуля и выполнения работ на практических и лабораторных занятиях, учебной и производственной практиках, квалификационном экзамене. Портфолио.</p> |
| <p>ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;</p>   | <p>Обоснованность выбора и примененных методов и способов решения профессиональных задач при проведении технологического процесса сборки, монтажа и демонтажа узлов, блоков и систем радиоэлектронного оборудования</p>  |   |
| <p>ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по правовой и финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях;</p> | <p>Адекватность принятия решений в стандартных и нестандартных ситуациях при проведении технологического процесса сборки, монтажа и демонтажа узлов, блоков и систем радиоэлектронного оборудования</p>  |   |
| <p>ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;</p>  | <p>Оперативность поиска и результативность использования информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного роста.</p>  |   |
| <p>ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;</p>   | <p>Результативность и широта использования информационно-коммуникационных технологий при решении профессиональных задач</p>  |   |
| <p>ОК 06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных российских духовно-нравственных ценностей, в</p>  | <p>Конструктивность профессионального общения с обучающимися, преподавателями и руководителями практики в ходе обучения и при решении профессиональных задач.<br/>Четкое выполнение обязанностей при работе в команде и (или) выполнении задания в группе.</p> |   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения;</p>  | <p>Соблюдение норм профессиональной этики при работе в команде.<br/>Построение профессионального общения с учетом социально-профессионального статуса, ситуации общения, особенностей группы и индивидуальных особенностей участников коммуникации.</p>       |  |
| <p>ОК 07 . . Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;</p> | <p>Рациональность организации деятельности и проявление инициативы в условиях командной работы.<br/>Рациональность организации работы подчиненных, своевременность контроля и коррекции (при необходимости) процесса и результатов выполнения ими заданий</p> |  |
| <p>ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;</p>       | <p>Положительная динамика достижений в процессе деятельности.<br/>Результативность самостоятельной работы.</p>  |  |
| <p>ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.";</p>   | <p>Демонстрация умения применять новые технологии при постоянном совершенствовании технологического процесса сборки, монтажа и демонтажа узлов и блоков, а также развития элементной базы радиоэлектронного оборудования</p>                                  |  |