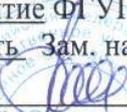


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГАПОУ СО «КАМЕНСК-УРАЛЬСКИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

СОГЛАСОВАНО

Предприятие ФГУП «ПО «Октябрь»  
Должность Зам. начальника отдела кадров

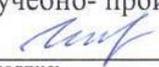
  
\_\_\_\_\_/ Ю.В.Паламарчук  
подпись инициалы, фамилия

30 августа 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора  
по учебно-производственной работе

  
\_\_\_\_\_/ Т.А.Исакова  
подпись инициалы, фамилия

30 августа 2022г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**  
**ПМ.05. УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ И МОДЕЛИРОВАНИИ РАДИО-**  
**ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

основной образовательной программы  
среднего профессионального образования -  
программы подготовки специалистов среднего звена

**11.02.02 РАДИОАППАРАТОСТРОЕНИЕ**

г. Каменск- Уральский, 2022

Рабочая программа профессионального модуля разработана на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО), входящей в состав укрупненной группы специальностей 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи:

### **11.02.01 Радиоаппаратостроение**

учебного плана, обоснования вариативной части основной образовательной программы среднего профессионального образования – программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 11.02.01 Радиоаппаратостроение в ГАПОУ СО «Каменск-Уральский радиотехнический техникум».

Проведена внутренняя техническая и содержательная экспертиза рабочей программы профессионального модуля ПМ.05. Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств.

Эксперт:

М.М. Зарипова., зам. директора по методической работе ГАПОУ СО «Каменск-Уральский радиотехнический техникум».

Рассмотрена и одобрена цикловой комиссией в сфере электроники

Протокол заседания ЦК № 1 от 30.08. 2022 г.

Председатель ЦК \_\_\_\_\_ / А.В. Григорьева

Рассмотрено на заседании Методического совета

Протокол № 1 от «30»августа 2022г.

Председатель \_\_\_\_\_ /М.М. Зарипова/

Автор:

А.В, Григорьева, преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ СО «Каменск-Уральский радиотехнический техникум».

Рецензент:

Д.Р. Козлова, преподаватель высшей квалификационной категории ГАПОУ СО «Каменск-Уральский радиотехнический техникум».

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	стр. 4
2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	6
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	7
4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	19
5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)	23

# 1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.05. УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ И МОДЕЛИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

## 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа профессионального модуля является частью основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования - программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС СПО по специальности, входящей в состав укрупненной группы специальностей 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи:

### 11.02.01. Радиоаппаратостроение

в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД):

**участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств**

и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

ПК 5.1 Участие в моделировании радиоэлектронных устройств.

ПК 5.2. Участие в разработке радиоэлектронных устройств

ПК.5.3 Участие в программировании

Рабочая программа профессионального модуля может быть использована для разработки вариативной части основных профессиональных образовательных программ среднего профессионального образования - программ подготовки специалистов среднего звена по специальностям, входящим в состав укрупненной группы специальностей **11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи**, в дополнительном профессиональном образовании по должностям служащих, деятельность которых связана с моделированием и разработкой радиоэлектронных устройств при наличии среднего общего образования. Опыт работы не требуется.

## 1.2. Цели и задачи модуля – требования к результатам освоения модуля

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

**иметь практический опыт:**

разработки и моделирования радиоэлектронных устройств;

**уметь:**

- моделировать радиоэлектронные устройства в среде программы Blender;
- моделировать электрические схемы в среде программы КОМПАС-3D;
- моделировать и исследовать электрические схемы в среде программы Sprint-Layout;
- моделировать и исследовать электрические схемы в среде программы Multisim;
- моделировать и исследовать электрические схемы в среде программы P-CAD2006;
- моделировать и исследовать электрические схемы в среде программы Every Circuit;
- выбирать и обосновывать элементную базу радиоаппаратуры;
- выполнять электрические расчеты каскадов РЭА;
- выполнять и обосновывать выбор конструкции при проектировании;
- выполнять расчеты надежности узлов РЭА;
- производить компоновку РЭА;
- выполнять простейшие тепловые расчеты;
- выполнять конструктивные расчеты;
- разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки, монтажа, контроля и испытаний радиоаппаратуры;

- разрабатывать и оформлять конструкторскую и технологическую документацию в соответствии с ЕСКД, ЕСТД;
- конструировать и производить радиоэлектронные устройства;

**знать:**

- принципы работы в среде программы Blender;
- принципы работы в среде программы КОМПАС-3D;
- принципы работы в среде программы Sprint-Layout;
- принципы работы в среде программы Multisim;
- принципы работы в среде программы P-CAD2006;
- принципы работы в среде программы Every Circuit;
- основные факторы, определяющие параметры радиоаппаратуры;
- элементную базу радиоаппаратуры;
- стандарты ЕСКД по вопросам конструирования радиоаппаратуры и оформления конструкторской документации;
- стандарты ЕСТД, ЕСТПП по вопросам проектирования технологических процессов и оформления технологической документации;
- принципы конструирования и компоновки РЭА;
- основы теории надежности;
- основные вопросы автоматизированного проектирования РЭА;
- основные вопросы автоматизированного проектирования технологических процессов;
- основы технологической подготовки производства;
- типовые технологические процессы изготовления деталей и сборочных единиц.

**1.3. Рекомендуемое количество часов на освоение рабочей программы профессионального модуля:**

всего – 660 часов, в том числе:

максимальной учебной нагрузки обучающегося – 406 часа, включая:

практические занятия – 168 часов;

курсовая работа – 30 часов;

самостоятельной работы обучающегося – 146 часов;

учебной практики – 108 часов.

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

Результатом освоения программы профессионального модуля является овладение обучающимися видом профессиональной деятельности **участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств**, в том числе профессиональными (ПК) и общими (ОК) компетенциями:

Код	Наименование результата обучения
ПК 5.1	Участие в моделировании радиоэлектронных устройств.
ПК 5.2.	Участие в разработке радиоэлектронных устройств.
ОК 1	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7	Брать на себя ответственности за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.
ОК 8	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

#### 3.1. Тематический план профессионального модуля ПМ.05. Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля*	Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)				Практика	
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка обучающегося			Самостоятельная работа обучающегося, часов	Учебная, часов	Производственная, часов (если предусмотрена рас-средоточенная практика)
			Всего, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия, часов	в т.ч. курсовая работа (проект)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК 5.1	Раздел 1. Участие в моделировании и исследовании электрических схем с помощью ЭВМ	180	120	60	-	60	-	-
ПК 5.2	Раздел 2. Участие в конструировании и производстве радиоэлектронной аппаратуры и приборов	184	126	28	30	58	-	-
ПК 5.3	Раздел 3. Участие в программировании на языке С	188	160	60	-	28	-	-
	Учебная практика, часов (если предусмотрена итоговая (концентрированная) практика)	108					108	-
	<b>Всего:</b>	<b>660</b>	<b>406</b>	<b>168</b>	<b>30</b>	<b>146</b>	<b>108</b>	<b>-</b>

\* 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, умений и знаний.

**3.2. Содержание обучения по профессиональному модулю (ПМ) «Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств»**

Наименование раздела междисциплинарного курса (МДК) и тем	Содержание учебного материала, практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
<b>Раздел 1.</b> Участие в моделировании и исследовании электрических схем с помощью ЭВМ		<b>246</b>	
<b>МДК.05.01.</b> Моделирование и исследование электрических схем с помощью ЭВМ		<b>246</b>	
<b>Тема 1.</b> Моделирование в среде программы Blender	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Введение в Blender. Виртуальность как способ изучения реального мира. Ориентация в 3D-пространстве, перемещение и изменение объектов в Blender.	4	2
	Объекты в Blender. Экструдирование (выдавливание) в Blender. Подразделение (subdivide) в Blender.	6	2
	Булевы операции в Blender. Модификаторы в Blender. Mirror – зеркальное отображение. Сглаживание объектов в Blender.	6	2
	Добавление материала. Свойства материала. Текстуры в Blender. Создание объекта по точным размерам.	6	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Лабораторная работа №1. «Перемещение и изменение объектов в Blender» Лабораторная работа №2. «Экструдирование в Blender» Лабораторная работа №3. «Выполнение Булевых операций в Blender» Лабораторная работа №4. «Сглаживание объектов в Blender» Лабораторная работа №5. «Работа с текстурами объектов» Лабораторная работа №6. «Создание молекулы воды» Лабораторная работа №7. «Создание капли» Лабораторная работа №8. «Создание объекта по точным размерам»	40	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b> Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам		40	
<b>Тема 2.</b> Моделирование электрических схем в среде программы КОМПАС-3D	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Общие сведения о КОМПАС-3D. Интерфейс КОМПАС-3D. Главное меню (2D). Главное меню (3D). Компактная панель (2D). Компактная панель (3D). Другие материалы.	4	2
	Двухмерное черчение (2D). Создание чертежа. Редактирование. Нанесение размеров. Обозначения. Таблица параметров. Основная надпись.	4	2

	Трехмерное моделирование (3D). Этапы моделирования. Чертеж по модели. Сборка.	6	2
	Прикладные библиотеки КОМПАС-3D. Спецификация.	4	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Лабораторная работа №9. «Выполнение чертежа схемы электрической принципиальной в КОМПАС-2D» Лабораторная работа №10. «Выполнение чертежа печатной платы в КОМПАС-2D» Лабораторная работа №11. «Выполнение сборочного чертежа в КОМПАС-2D» Лабораторная работа №12. «Создание объемного объекта КОМПАС-3D»	26	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b> Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам		26	
<b>Тема 3.</b> Моделирование и исследование электрических схем в среде программы Sprint-Layout	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Знакомство с интерфейсом. Функции рисования. Макросы и библиотека компонентов.	6	1
	Трассировка. Печать. Список компонентов. Подготовка платы к производству и вывод файлов.	4	1
<b>Тема 4.</b> Моделирование и исследование электрических схем в среде программы Multisim	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Знакомство с интерфейсом. База данных Master Database. Библиотека компонентов. Виртуальные приборы. Общие правила моделирования. Топология схем. Работа в среде «Ultiboard».	10	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Лабораторная работа №13. «Работа в среде Multisim» Лабораторная работа №14. «Работа в среде Ultiboard»	16	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b> Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам		16	
<b>Тема 5.</b> Моделирование и исследование электрических схем в среде программы P-CAD2006	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Интерфейс программы P-CAD2006. Библиотека компонентов. Создание принципиальной электрической схемы в среде программы P-CAD2006.	6	1
	Перенос информации о связях радиоэлементов в редактор печатных плат для автоматической или ручной разводки.	4	1
	Разводка печатной плате в редакторе печатных плат.	2	1

	Проверка и доводка печатной платы.	2	1
<b>Тема 6.</b> Моделирование и исследование электрических схем в среде программы Every Circuit.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Интерфейс программы Every Circuit. Библиотека компонентов. Виртуальные приборы. Создание принципиальной электрической схемы в среде программы Every Circuit.	6	1
<b>Дифференцированный зачет по МДК 05.01.</b>		2	
<b>Раздел 2. Участие в конструировании и производстве радиоэлектронной аппаратуры и приборов</b>		<b>486</b>	
<b>МДК.05.02. Конструирование и производство РЭА и приборов</b>			
<b>Тема 1.</b> Общие вопросы проектирования и конструкторская документация.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Перспективные направления проектирования и производства радиоаппаратуры. Требования к РЭА. Условия эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры.	4	2
	Проектирование РЭА. ЕСКД. Основные задачи проектирования. Единая система конструкторской документации, назначение, виды изделий основного производства, виды и комплектность конструкторской документации. Стадии разработки изделий и литерность конструкторских документов. Система обозначения изделий и конструкторских документов.	4	2
	Текстовые и графические документы. Текстовая документация. Требования к оформлению. Виды чертежей. Правила оформления чертежей различных видов. Правила выполнения спецификаций.	2	2
	Организация службы конструкторской документации. Внесение изменений. Правила оформления «Извещения об изменении».	2	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Практическая работа №1 «Оформление извещения об изменении»	2	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b>			
Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам.		6	
<b>Тема 2.</b> Схемотехническое проектирование.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Схемы, виды и типы схем. Схемная документация. Виды электрических схем. Позиционные обозначения радиоэлементов на схемах электрических принципиальных.	2	2
	Элементная база радиоаппаратуры. Выбор элементной базы при проектировании. Критерии выбора резисторов, конденсаторов, диодов, транзисторов, микросхем. Правила оформления перечня элементов.	2	2

	Электрические расчеты при проектировании. Расчет электронных схем. Требования к точности расчетов. Последовательность и типы расчетов. Моделирование схем и узлов.	2	2
	Надежность радиоаппаратуры. Основные понятия теории надежности. Количественные и качественные показатели надежности. Влияние режимов работы и условий эксплуатации на надежность радиоаппаратуры. Пути повышения надежности. Резервирование. Расчет показателей надежности.	2	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Практическая работа №2 «Оформление схемы электрической принципиальной» Практическая работа №3 «Оформление перечня элементов к схеме электрической принципиальной» Практическая работа №4 «Расчет показателей надежности».	14	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b>		
	Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам	14	

<b>Тема 3.</b> Конструирование радиоаппаратуры.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Конструирование узлов на печатных платах. Печатные платы. Термины и определения. Основные методы изготовления печатных плат (ПП). Особенности конструирования ПП. Электрические параметры ПП. Компоновка узлов на ПП. Варианты установки радиоэлементов (ЭРЭ) на ПП. Расчёт элементов рисунка ПП. Классы точности и группы жесткости ПП. Правила выполнения сборочных чертежей печатных плат.	4	2
	Конструирование микросхем и микросборок. Классификация микросхем. Конструирование элементов тонкопленочных и толстопленочных микросхем. Материалы. Расчет пленочных резисторов и конденсаторов. Компоненты гибридных интегральных схем (ГИС) и микросборок. Компоновка ГИС и микросборок. Корпуса микросхем.	4	2
	Методы и средства обеспечения тепловых режимов РЭА. Способы передачи тепла: теплопроводность, конвекция, радиация. Тепловое сопротивление. Расчет тепловых режимов. Системы охлаждения радиоаппаратуры. Теплопроводящие радиаторы.	2	2
	Защита радиоаппаратуры от механических перегрузок и климатических воздействий. Виды механических нагрузок. Механический резонанс конструкции. Способы защиты от вибрации и ударов. Амортизация. Защита РЭА от влаги.	2	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Практическая работа №5 «Компоновка узла на печатной плате». Практическая работа №6 «Разработка сборочного чертежа узла на печатной плате» Практическая работа №7 «Разработка чертежа печатной платы» Практическая работа №8 «Компоновка и проектирование тонкопленочных элементов». Практическая работа №9 «Компоновка и проектирование ГИС». Практическая работа №10 «Оформление комплекта конструкторских документов на ГИС» Практическая работа №11 «Расчет тепловых режимов»	30	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b>			
Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам	30		

<b>Тема 4.</b> Автоматизированное проектирование	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Общие вопросы автоматизированного проектирования РЭА. Системное, функциональное техническое проектирование РЭА. Техническое обеспечение автоматизированного проектирования. Системы автоматизированного проектирования (САПР).	2	2
	Автоматизированное проектирование узлов на печатных платах. Задачи проектирования. Формализованное задание на проектирование (ФЗ). Разделы ФЗ. Виды конструкторской документации, получаемой в результате проектирования.	2	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Практическая работа №12 «Разработка и оформление ФЗ».	4	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b>		8	
Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам.			
<b>Тема 5.</b> Структурные уровни и качество конструкций.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Общая компоновка изделий. Конструктивная иерархия изделий РЭА. Унифицированные базовые конструкции.	2	2
	Оценка качества конструирования РЭА. Оценка качества конструирования РЭА. Экспресс оценка по основным показателям.	2	2
<b>Тема 6.</b> Технологическая подготовка производства.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Основы технологической подготовки производства. Технологическая подготовка производства. Термины и определения. Содержание технологической подготовки производства. Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП).	4	2
	Разработка технологических процессов. Понятие о производственном и технологическом процессах. Виды организации производственного процесса. Виды организации технологического процесса. Типизация технологических процессов. Правила разработки технологических процессов. Виды и комплектность технологических документов. Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила оформления технологических документов. Система обозначения технологических документов.	4	2
	<b>Практические занятия</b>		

	Практическая работа №13 «Изучение системы обозначения технологических документов».	4	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b> Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам.		6	
<b>Тема 7.</b> Основы технологии изготовления деталей и сборочных единиц.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	Технология сборки и монтажа изделий на печатных платах. Подготовка ЭРЭ к сборке на печатных платах. Типовые технологические операции. Подготовка печатных плат. Установка ЭРЭ на печатные платы. Пайка навесных ЭРЭ и ПП. Оборудование и оснастка. Охрана труда и техники безопасности. Технологичность изделий на печатных платах.	4	2
	Технология изготовления магнитопроводов. Конструктивные разновидности магнитопроводов. Материалы. Технология изготовления пластинчатых магнитопроводов. Технология ленточных магнитопроводов. Техника безопасности при изготовлении магнитопроводов.	4	2
	Технология намоточных работ. Виды обмоток, применяемых в РЭА. Конструктивно технологические характеристики обмоток. Каркасы катушек. Обмоточные провода. Изоляционные материалы для многослойных обмоток. Оборудование и оснастка, применяемые при намотке. Технология намотки. Техника безопасности на намоточном участке.	4	2
	Влагозащита РЭА. Способы защиты от влаги: пропитка, заливка, обволакивание, герметизация. Материалы. Технологические процессы. Оборудование. Техника безопасности при защите РЭА от влаги.	4	2
	Технология изготовления печатных плат. Способы получения рисунка печатных плат. Технология изготовления печатных плат аддитивным и субтрактивным методами. Комбинированные методы изготовления печатных плат. Типовые технологические процессы изготовления печатных плат. Методы изготовления многослойных печатных плат. Оборудование. Охрана труда, техника безопасности и охрана окружающей среды при изготовлении печатных плат.	4	2

	Технология изготовления гибридных интегральных схем (ГИС). Типовые технологические процессы изготовления тонкопленочных микросхем. Оборудование и технология нанесения тонких пленок. Методы получения рисунка тонкопленочных микросхем. Условия электронной гигиены. Техника безопасности. Монтаж навесных компонентов на подложке. Сборка и монтаж ГИС в корпусе.	4	2
	Технология изготовления толстопленочных микросхем. Общие сведения о толстопленочных микросхемах. Материалы, применяемые для толстопленочных элементов подложек. Технология изготовления толстопленочных микросхем. Оборудование. Техника безопасности.	4	2
	Технология изготовления полупроводниковых микросхем. Классификация полупроводниковых микросхем. Планарная технология изготовления микросхем. Методы введения примесей: диффузия, эпитаксия, ионное легирование. Оборудование. Техника безопасности.	4	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Практическая работа №14 «Расчет показателей технологичности». Практическая работа №15 «Нормирование монтажно-сборочных работ». Практическая работа №16 «Расчет количества операций» Практическая работа №17 «Разработка маршрута технологии». Практическая работа №18 «Разработка технологии ГИС».	30	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b> Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам.	30	
<b>Тема 8.</b> Автоматизированное проектирование технологических процессов.	<b>Содержание учебного материала</b> Общие вопросы автоматизированного проектирования технологических процессов. Основы автоматизации технологической подготовки производства. Информационная и функциональная модели производства. Информационная и функциональная модели автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП). Состав технических средств АСТПП.	4	2

	Автоматизация проектирования технологических процессов производства РЭА. Методы автоматизации: метод адресации, метод синтеза с прототипом. Особенности методов. Последовательность проектирования. Проектирование монтажно-сборочных работ с помощью операционной системы «Демос» классификатор технологических операций. Карта-программа, её разделы и правила проектирования.	4	2
	<b>Практические занятия</b>		
	Практическая работа №19 «Разработка карты-программы автоматизированного проектирования и оформление маршрутной карты»	14	
<b>Самостоятельная работа обучающихся (внеаудиторная)</b>		20	
Работа с профессионально - ориентированной литературой для подготовки к лабораторным работам. Оформление отчетов по лабораторным работам.			
<b>Тема 9.</b>	<b>Содержание учебного материала</b>		
Общая сборка, монтаж, контроль и испытания РЭА.	Технология сборки РЭА. Основные понятия о технологическом процессе сборки и его организации. Схемы сборки: схема сборочного состава и технологическая схема сборки. Технология разъёмных соединений. Механизация и автоматизация сборочных работ. Основные требования, предъявляемые к сборке. Контроль качества сборки.	2	2
	Технология электрического монтажа. Основные понятия об электрическом монтаже. Основные виды электрического монтажа, их достоинства и недостатки. Жгутовой монтаж. Основные и вспомогательные материалы. Технология изготовления жгута на шаблоне. Монтаж жгутов и кабелей к разъемам. Основные требования, предъявляемые к монтажу. Монтаж методами накрутки и обжимки. Контроль качества монтажа. Охрана труда и техника безопасности при монтажных работах.	2	2
	Испытания радиоаппаратуры. Назначение испытаний, классификация испытаний по назначению и способам воздействия. Электрические, механические, климатические испытания. Технология электрических, механических, климатических испытаний.	4	2
	Контроль радиоэлектронной аппаратуры. Организация электрического контроля на предприятиях и его задачи. Виды технического контроля. Средства технического оснащения при контроле РЭА.	4	2
<b>Экзамен по МДК 05.02.</b>			

<b>Курсовое проектирование.</b>	30	
Работа над курсовым проектом включает работы: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Познакомиться с этапами организации проектирования РЭА.</li> <li>– Усвоить основные термины, относящиеся к проектированию РЭА.</li> <li>– Научиться анализировать технические задания на проектирование.</li> <li>– Составлять структурную, функциональную и электрическую принципиальную схемы.</li> <li>– Закрепить и углубить умения расчетов электронных цепей.</li> <li>– Познакомиться с элементной базой РЭА, научиться анализировать и выбирать её.</li> <li>– Получить представление о способах компоновки узлов РЭА.</li> <li>– Получить навыки работы с научно-технической литературой.</li> </ul> Закрепить навыки правильного оформления конструкторской документации.		
<b>Учебная практика УП.05.</b>	<b>36</b>	
<b>Тема.</b> Выполнение моделирования радиоэлектронных устройств с помощью ЭВМ.		
<b>Виды работ.</b>		
Моделирование радиоэлектронных устройств в среде программы Blender.	6	
Моделирование электрических схем в среде программы КОМПАС-3D.	6	
Моделирование и исследование электрических схем в среде программы Sprint-Layou	6	
Моделирование и исследование электрических схем в среде программы Multisim.	6	
Моделирование и исследование электрических схем в среде программы P-CAD2006.	6	
Моделирование и исследование электрических схем в среде программы Every Circuit.	6	
<b>Дифференцированный зачет по УП.05.</b>		
<b>Производственная практика ПП.05.</b>	<b>108</b>	
<b>Тема.</b> Производство разработки и участие в производстве радиоэлектронных устройств.		
<b>Виды работ:</b>		
Выбор и обоснование элементной базы радиоаппаратуры.	6	
Выполнение электрических расчетов каскадов РЭА.	6	
Выполнение и обоснование выбора конструкции при проектировании.	6	
Выполнение расчетов надежности узлов РЭА.	6	
Производство компоновки РЭА.	12	
Выполнение простейших тепловых расчетов.	12	
Выполнение конструктивных расчетов.	12	

Разработка технологических процессов изготовления, сборки, монтажа, контроля и испытаний радиоаппаратуры.	12	
Разработка и оформление конструкторской и технологической документации в соответствии с ЕСКД, ЕСТД.	12	
Конструирование и производство радиоэлектронных устройств.	18	
<b>Дифференцированный зачет по ПП.05.</b>	6	
<b>Экзамен квалификационный по ПМ 05.</b>		

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

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

## **4. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ**

### **4.1. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация рабочей программы профессионального модуля осуществляется в мастерской «Электроника»

#### Оборудование лаборатории:

Автоматизированное рабочее место преподавателя;

Источник питания постоянного тока GPS-73303A – 10 шт;

Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций АКПП-3409/2А - 10 шт.

Осциллограф АКПП-4131/1А с функциями SDS1000X-E-16LA и пробником SLA1016 – 10 шт.

Мультиметр Victor VC9808+ - 10 шт.

Четырёхканальная паяльно-ремонтная станция (в комплекте: микропаяльник, вакуумный отсос, микротермопинцет) ATTEN MS-900 – 10 шт.

Наконечники для паяльно-ремонтной станции – 10 шт.

Антистатический держатель для плат ZD-11E – 10 шт.

Бокорезы для электроники Piergiacomì TR-30-58-D-BP – 10 шт.

Круглогубцы для электроники Piergiacomì PN-5028-D-BP – 10 шт.

Плоскогубцы захватные для электроники Piergiacomì PN-2003-D-BP – 10 шт.

Тонкогубцы для электроники Piergiacomì PN-20-M-D-BP – 10 шт.

Нож-скальпель с перовым лезвием ProsKit 8PK-394B – 10 шт.

Ножницы остроконечные прямые ProsKit DK-2047N – 10 шт.

Набор отверток ProsKit SD-2301 – 10 шт.

Набор алмазных надфилей 5 шт. ProsKit 8PK-605A – 10 шт.

Набор вспомогательный для пайки ProsKit 1PK-3616 – 10 шт.

Инструмент для зачистки проводов ProsKit 8PK-371D – 10 шт.

Штангенциркуль ProsKit PD-153 – 10 шт.

Лупа часовая 6х – 10 шт.

Ультразвуковая ванна VBS-3D -10 шт.

Лупа со светодиодной подсветкой настольная VKG L-40/8 LED – 10 шт.

Дымоуловитель с угольным фильтром – 10 шт.

Монитор ЖК 21.5" – 20 шт.

Системный блок – 10 шт.

Источник бесперебойного питания 1000ВА – 10шт.

Программно- методический комплекс «Электроника»

Учебный стенд для изучения микроконтроллеров STM32

Программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10

Программное обеспечение для просмотра и редактирования текстовых документов Microsoft Office Word

Программное обеспечение для просмотра и редактирования текстовых документов Microsoft Office Word

Программное обеспечение для просмотра файлов в формате PDF Microsoft Edge

Пакет для моделирования электронных схем на основе SPICE моделей Delta Design

#### **4.2. Информационное обеспечение обучения**

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

###### ***Основные источники:***

1. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для СПО / Р. Р. Анамова - отв. ред., С. А. Леонова - отв. ред., Н. В. Пшеничнова - отв. ред. - Издательство Юрайт, 2019. - 246 с.
2. Семакин, И. Г. Основы алгоритмизации и программирования : учебник. – 3- е изд. – М. : ИЦ Академия, 2019.

###### ***Электронные издания:***

1. Инженерная и компьютерная графика : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Р. Р. Анамова [и др.] ; под общей редакцией Р. Р. Анамовой, С. А. Леоновой, Н. В. Пшеничновой. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 246 с.
2. Колошкина, И. Е. Инженерная графика. САД : учебник и практикум для среднего профессионального образования / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 220 с.

###### ***Дополнительные источники:***

1. Анищенко, Л. М. Автоматизированное проектирование и моделирование технологических процессов микроэлектроники / Л. М. Анищенко, С. Ю. Лавренюк, В. В. Петрухин. – М. : Радио и связь, 1995. – 176 с.
2. Аверин, В. Н. Компьютерная инженерная графика : учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / В. Н. Аверин. – 5-е изд. - М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 224 с.
3. Кудрявцев, Е. М. КОМПАС-3D V6. Основы работы в системе / Е. М. Кудрявцев. – М. : ДМК Пресс, 2004. – 528 с.
4. Павловский, В. В. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. Пособие по курсовому проектированию : учеб. пособие / В. В. Павловский, В. И. Васильев, Т. Н. Гутман. – М. : Радио и связь, 1982. – 160 с.
5. Потемкин, А. Е. Твердотельное моделирование в системе КОМПАС – 3D / А. Е. Потемкин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2004. – 512 с
6. Разевиг, В. Д. Система P-CAD 2000. Справочник команд / В. Д. Разевиг. - М. : Горячая линия-Телеком, 2001. - 256 с.

7. Фрумкин, Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры : учебник для радиотехнич. спец. техникумов / Г. Д. Фрумкин. – М. : Высшая школа, 1989. – 463 с.
8. Уваров, А. С. PCAD 2002 b SPECTRA. Разработка печатных плат / А. С. Уваров. – М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 544 с.

**Интернет-ресурсы:**

1. Иллюстрированный самоучитель по схемотехнике  
<http://samoychiteli.ru/document4927.html>
2. Журналы «Радио» <http://www.radio.ru/>
3. Технические описания и руководства по эксплуатации <http://www.jais.ru/text-to.html>
4. Группа компаний Ostec <http://www.ostec-group.ru/>

#### 4.3. Общие требования к организации образовательного процесса

Максимальный объем учебной нагрузки обучающегося составляет 54 академических часа в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы по освоению основной профессиональной образовательной программы.

Максимальный объем аудиторной учебной нагрузки при очной форме получения образования составляет 36 академических часов в неделю, включая все виды аудиторной нагрузки и производственное обучение.

Освоение профессионального модуля рекомендуется после изучения профессиональных модулей **ПМ.01. Организация и выполнение сборки и монтажа радиотехнических систем, устройств и блоков в соответствии с технической документацией, ПМ.02. Настройка и регулировка радиотехнических систем, устройств и блоков, ПМ.03. Проведение стандартных и сертификационных испытаний узлов и блоков радиоэлектронного изделия, ПМ.04. Выполнение работ по профессии 14618 «Монтажник РЭА и приборов»** и учебных дисциплин:

- ЕН.02 Информатика;
- ОП.01 «Инженерная графика» (после освоения полного курса дисциплины);
- ОП.02. Электротехника;
- ОП.03. Метрология, стандартизация и сертификация (после освоения полного курса дисциплины);
- ОП.06. Электронная техника;
- ОП.07. Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты;
- ОП.08. Вычислительная техника;
- ОП.09. Электрорадиоизмерения.

Реализация программы профессионального модуля предусматривает следующие виды практик: учебная практика и производственная практика. Практика имеет целью комплексное освоение студентами **ПМ.05. Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств**, формирование общих и профессиональных компетенций, а также приобретение необходимых умений и опыта практической работы.

К прохождению учебной практики допускаются обучающиеся, освоившие теоретический курс обучения в рамках профессионального модуля и прошедшие текущую аттестацию по междисциплинарным курсам **МДК.05.01. Моделирование и исследование электрических схем с помощью ЭВМ, МДК.05.02. Конструирование и производство РЭА и приборов.**

Учебную практику проводят при делении группы на подгруппы, что способствует индивидуализации и повышению качества обучения. Учебная практика проходит в учебно-производственных мастерских техникума, объем обязательных занятий не должен превышать 36 часов в неделю. Практические занятия организованы так, что через каждые 50 минут отведено время на 10 минутный перерыв. Учебная практика проводится преподавателями профессионального цикла.

Учебная практика может также проводиться в организациях в специально оборудованных помещениях на основе договоров между организацией и техникумом.

Учебная практика может проводиться как непрерывно (концентрированная практика), так и путем чередования с теоретическими занятиями по неделям (рассредоточенная практика) при условии обеспечения связи между содержанием учебной практики и результатами обучения в рамках профессионального модуля.

Производственная практика направлена на приобретение обучающимися практического опыта и реализуется в рамках **ПМ.05. Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств.**

Обязательным условием допуска к производственной практике в рамках профессионального модуля **ПМ.05. Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств** является изучение теоретического материала междисциплинарных курсов междисциплинарным курсам **МДК.05.01. Моделирование и исследование электрических схем с помощью ЭВМ, МДК.05.02. Конструирование и производство РЭА и приборов** и прохождения учебной практики для получения первичных профессиональных навыков по основному виду профессиональной деятельности.

Производственная практика проводится на промышленных предприятиях и в организациях города (ФГУП ПО «Октябрь»; АО УПКБ «Деталь»; ОАО КУЗОЦМ; ПАО «Синарский трубный завод» и др.) и Каменского района на основе договоров, заключаемых между техникумом и этими предприятиями, организациями. Во время практики студенты могут зачисляться на вакантные должности, если работа соответствует требованиям программы производственной практики.

Производственная практика может проводиться в административно-хозяйственном структурном подразделении техникума, если её сущность соответствует профессиональной деятельности, предусмотренной программой практики.

Производственная практика может проводиться в учебно- производственных мастерских и лабораториях техникума.

Аттестация по итогам производственной практики проводится с учетом (или на основании) результатов, подтвержденных документами соответствующих организаций.

Объем обязательных занятий не должен превышать 36 часов в неделю. Руководство практикой от техникума осуществляет преподаватель профессионального цикла, он контролирует реализацию программы практики и условия ее проведения, организует процедуру оценки общих и профессиональных компетенций обучающихся, освоенных ими в ходе прохождения практики. Руководство практикой от предприятия определяет само предприятие.

Результаты производственной практики определяются рабочей программой практики, разрабатываемой техникумом совместно с предприятиями. Результатами практики считаются документы: дневник практики и производственная характеристика с места прохождения практики.

Производственная практика завершается дифференцированным зачетом при условии наличия положительного отзыва-характеристики от руководителя практики со стороны предприятия; своевременной сдачи дневника практики и отчета по практике, составленных и оформленных в соответствии с требованиями техникума.

#### **4.4. Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Требования к квалификации педагогических (инженерно-педагогических) кадров, обеспечивающих обучение по профессиональному модулю: наличие высшего образования, соответствующего профилю модуля **«Участие в разработке и моделировании радиоэлектронных устройств».**

Опыт деятельности в организациях соответствующей профессиональной сферы является обязательным, получение дополнительного профессионального образования по программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже 1 раза в 3 года.

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

<b>Результаты (освоенные профес- сиональные компе- тенции)</b>	<b>Основные показатели оценки резуль- тата</b>	<b>Формы и методы кон- троля и оценки</b>
ПК 5.1 Участие в моделиро- вании радиоэлек- тронных устройств	<p>Моделирование радиоэлектронных устройств в среде программы Blender в соответствии с требованиями ГОСТ</p> <p>Умеет моделировать электрические схемы в среде программы КОМПАС-3D в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Знает принципы моделирования и исследования электрические схемы в среде программы Sprint-Layout в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Умеет моделировать и исследовать электрические схемы в среде программы Multisim в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Знает принципы моделирования и исследования электрические схемы в среде программы P-CAD2006 в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Знает принципы моделирования и исследования схемы в среде программы Every Circuit в соответствии с требованиями ГОСТ;</p>	<p>Текущий контроль в форме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- собеседования;</li> <li>- тестирования;</li> <li>- защиты практических и лабораторных заданий по темам МДК.</li> </ul> <p>Промежуточный контроль по МДК 05.01, учебной, производственной практике в форме дифференцированного зачета.</p> <p>Промежуточный контроль по МДК 05.02 в форме экзамена.</p> <p>Итоговый контроль в форме наблюдения и экспертной оценки выполнения комплексных практических работ и экзамена (квалификационного) по завершению профессионального модуля.</p>
ПК 5.2.Участие в разработке радио- электронных устройств	<p>Производит выбор и обоснование элементной базы радиоаппаратуры в соответствии с требованиями технического задания;</p> <p>Выполняет электрические расчеты каскадов РЭА в соответствии с требованиями технического задания;</p> <p>Выполняет и обосновывает выбор конструкции при проектировании в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Выполняет расчеты надежности узлов РЭА в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Производит компоновку РЭА в соответствии с требованиями ГОСТ;</p> <p>Выполняет простейшие тепловые расчеты в соответствии с требованиями технического задания;</p> <p>Выполняет конструктивные расчеты в соответствии с требованиями техниче-</p>	

	ского задания;	
	Разрабатывает технологические процессы изготовления, сборки, монтажа, контроля и испытаний радиоаппаратуры в соответствии с требованиями ЕСКД;	
	Разрабатывает и оформляет конструкторскую и технологическую документацию в соответствии с ЕСКД, ЕСТД;	
	Участвует в конструировании и производстве радиоэлектронные устройства;	

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

<b>Результаты (освоенные общие компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результата</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки</b>
Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Демонстрация интереса к будущей профессии.	Интерпретация результатов наблюдений за обучающимся в процессе освоения образовательной программы.
Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.	Выбор способов решения профессиональных задач в части организации рабочего места, выбора конструкции при проектировании, выбора прикладных компьютерных программ при проектировании.	Наблюдения за обучающимся на производственной практике. Оценка результативности работы обучающегося при выполнении индивидуальных заданий.
Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.	Оценка качества и надежности изделий в соответствии с техническими условиями Самоконтроль качества выполненной работы.	Оценка результативности выполняемой работы.
Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.	Эффективный поиск необходимой информации в различных профессионально-ориентированных источниках (технических условиях, инструкциях, технической документации, справочниках, каталогах и т.п.).	Оценка эффективности работы с источниками информации.

Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	Демонстрация навыков использования прикладных компьютерных программ в профессиональной деятельности.	Оценка эффективности работы обучающегося с прикладным программным обеспечением.
Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.	Взаимодействие с обучающимися, преподавателями и мастерами в ходе обучения.	Интерпретация результатов наблюдений за обучающимся в процессе освоения образовательной программы.
Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	Проявление ответственности за работу членов команды, результат выполнения заданий.	Наблюдение за работой в команде
Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.	Оптимальность выбора средств и методов планирования и организации личностного и профессионального развития в соответствии с поставленными целями,	Наблюдение за деятельностью при выполнении практических заданий, самостоятельной работы, на учебной и производственной практиках.
Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.	Быстрая ориентация и мобильность переобучения в условиях частого обновления технологий и номенклатуры радиотехнических изделий, приборов, устройств.	Наблюдение за ритмом, темпом работы в условиях смены технологий профессиональной деятельности при выполнении практических заданий, самостоятельной работы, на учебной и производственной практиках.