

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Утверждено

В составе образовательной программы
Учебно-методическим советом ВГТУ
16.02.2023г. Протокол № 4

**Рабочая программа
Междисциплинарного курса**

**МДК.01.02 Технологические операции и процессы производства
электронных устройств и систем**

Специальность: 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем

Квалификация выпускника: техник

Нормативный срок обучения: 2 года 10 месяцев на базе основного
общего образования

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Программа обсуждена на заседании методического совета СПК

20.01.2023 года Протокол № 5

Председатель методического совета СПК  Сергеева С. И.

Программа одобрена на заседании педагогического совета СПК

27.01.2023 года Протокол № 5

Председатель педагогического совета СПК  Дегтев Д. Н.

2023г.

Программа дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования

11.02.17 Разработка электронных устройств и систем

Утвержденным приказом Минпросвещения России от 02.06.2022 г. №392

Организация-разработчик: ВГТУ

Разработчики:

Петрова Галина Николаевна преподаватель высшей квалификационной категории

СОДЕРЖАНИЕ

<u>1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ....Ошибка!</u> <u>Закладка не определена.</u>	
<u>1.1 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.....</u> Ошибка! Закладка не определена.	
<u>1.2 Требования к результатам освоения дисциплины</u> Ошибка! Закладка не определена.	
<u>1.3 Количество часов на освоение программы дисциплины</u>	5
<u>2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	6
<u>2.1 Объем дисциплины и виды учебной работы.....</u>	6
<u>2.2 Тематический план и содержание дисциплины.....</u>	7
<u>3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	9
<u>3.1 Требования к материально-техническому обеспечению</u>	9
<u>3.2. Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....</u>	9
<u>3.3. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, информационных справочных систем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....</u>	10
<u>3.4. Особенности реализации дисциплины для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья</u>	10
<u>4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	11
<u>5. ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ.....</u>	12

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии и оборудование производства изделий электронной техники»

Рабочая программа учебной дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем, входящей в состав укрупненной группы специальностей 11.00.00 «Электронная техника, радиотехника и связь», в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД): Проектирование электронных приборов и устройств на основе печатного монтажа

1.1. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:

Дисциплина входит в профессиональный цикл. Программа учебной дисциплины относится к профессиональному циклу и предусматривает изучение технологических операций и процессы производства электронных устройств и систем.

1.2. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате освоения дисциплины обучающийся **должен уметь:**

У1 подготовки инструментов, приборов и оборудования для пайки к работе;

У2 осуществления входного контроля электрорадиоэлементов: визуальная проверка внешнего вида (целостность корпуса, выводов) и условного обозначения номиналов на соответствие их принципиальной схеме устройства;

У3 осуществлять сборку электронных систем, устройств и блоков в соответствии с технологической документацией;

У4 выполнять операции по установке на печатную плату компонентов на автоматическом оборудовании;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен знать:**

31 требования ЕСКД, ЕСТД, необходимых отраслевых и международных стандартов;

32 основы технологии монтажа электрорадиоэлементов в отверстия и технологии поверхностного монтажа, устройство, принцип действия инструментов, приборов и оборудования для пайки, правила работы с ними;

33 виды дефектов при сборке несущих конструкций первого и второго уровней;

34 основы схемотехники аналоговых и цифровых интегральных схем;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся **должен иметь практический опыт:**

- П1 моделирования электронных схем на соответствие требованиям технического задания.

Изучение МДК направлено на формирование у обучающихся следующих **общих и профессиональных компетенций:**

Код	Наименование результата обучения
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 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях
ПК 1.1	Осуществлять подбор технологий, технического оснащения и оборудования для сборки, монтажа и демонтажа элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа.
ПК 1.2	Осуществлять сборку, монтаж и демонтаж элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа
ПК 1.3	Эксплуатировать автоматизированное оборудование для сборки и монтажа электронных блоков, устройств и систем различного типа

1.3. Количество часов на освоение программы дисциплины:

Объем работы обучающихся в академических часах 126 часов, в том числе:

обязательная часть – 76 часов;

вариативная часть – 50 часов.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов	В том числе в форме практической подготовки
Объем работы обучающихся в академических часах (всего)	126	126
Объем работы обучающихся во взаимодействии с преподавателем (всего)	96	-
в том числе:		
лекции	48	-
практические занятия	24	-
курсовой проект	24	
Самостоятельная работа обучающегося (всего) с обоснованием расчета времени, затрачиваемого на ее выполнение	30	-
В том числе:		
повторная работа над учебным материалом	10	-
изучение нормативных документов	10	-
работа с конспектом лекций и учебной литературой	10	-
Консультации		-
Итоговая аттестация в форме		-
Дифференцированного зачета – 6 семестр Курсового проекта – 6 семестр		

2.2. Тематический план и содержание МДК

«Технологические операции и процессы производства электронных устройств и систем»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа (проект) (если предусмотрены)		Объем часов	Уровень освоения	
1	2		3	4	
33Раздел 1.	Производственный и технологический процессы				
Тема 1.1.	Содержание лекции		2	У1 У2 У3 У4 31 32 33 34 П1	
	1	Производственный процесс. Виды изделий. Типы производства. Технологический процесс.			
	Практические занятия		3		
	Самостоятельная работа обучающихся		4		
Тема 1.2.	Содержание учебного материала		8		
	1	Средства выполнения технологического процесса. Виды технологических процессов			
	Практические занятия: Анализ и расчет технологичности конструкции РЭУ		3		
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)		4		
Раздел 2.	Изготовление деталей		14	У1 У2 У3 У4 31 32 33 34	
Тема 2.1.	Содержание лекции		14		
	1	Изготовление деталей давлением. Прокат. Разделительные операции холодной листовой штамповки. Формообразующие операции холодной листовой штамповки. Объемная штамповка. Изготовление литых деталей из металлических сплавов. Технологический процесс получения отливок. Виды литейных процессов. Типовое технологическое оборудование и оснастка. Жидкотекучесть. Кристаллизация. Усадка. Равностенность. Радиусы закруглений. Армирование. Литье под давлением. Изготовление деталей из пластмасс. Термореактивные и термопластичные пластмассы. Равностенность. Ребра жесткости. Опорные поверхности. Армирование. Прямое прессование. Литьевоe прессование. Литье под давлением.			
	Практические занятия: Нормирование расходов материалов при изготовлении деталей из пластмасс		3		
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)		4		
Раздел 3.	Основные характеристики, материалы и методы изготовления печатных плат		10	П1 У1 У2 У3 У4	
Тема 3.1.	Содержание лекции		10		

	1	Печатная плата. Проводящий рисунок. Односторонняя печатная плата. Двусторонняя печатная плата. Многослойная печатная плата. Гибкая печатная плата. Материалы. Классы точности печатных плат. Электрические, конструктивные и технологические требования к печатным платам. Негативный и позитивный химические методы. Аддитивный метод. Комбинированный метод. Методы изготовления многослойных печатных плат. Изготовление оригиналов и фотошаблонов. Получение заготовок печатных плат. Получение монтажных и переходных отверстий. Подготовка поверхности. Металлизация. Нанесение защитного рельефа и защитной маски. Травление меди с пробельных мест. Оплавление сплава олово-свинец. Обработка по контуру. Маркировка. Испытание. Контроль. Ремонт.		31 32 33 34
	Практические занятия		3	
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)		4	
Раздел 4.	Компоновка модулей РЭА		4	У1 У2 У3 У4 31 32 33 34
Тема 4.1.	Содержание лекции			
	1	Модуль РЭА. Компоненты поверхностного монтажа. Компоненты, монтируемые в отверстия	4	
	Практические занятия: Составление функциональной схемы сборки блока на печатной плате		3	
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)		4	
Раздел 5.	Основные этапы изготовления модулей РЭА		6	У1 У2 У3 У4 31 32 33 34 П1
Тема 5.1.	Содержание лекции		6	
	1	Этапы изготовления модулей РЭА. Входной контроль. Нанесение паяльной пасты и клея. Установка КПМ и КМО. Пайка КПМ и КМО. Отмывка. Сушка. Контроль. Ремонт. Влагозащита		
	Практические занятия: Оценка трудоемкости сборки модуля РЭА		4	
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)		4	
Раздел 6.	Оборудование для изготовления модулей РЭА		2	П1 У1 У2 У3 У4 31 32 33 34
Тема 6.1.	Содержание лекции		2	
	1	Технологическое оборудование. Трафаретная печать. Дозатор. Манипулятор. Установка компонентов. Печи конвекционные и инфракрасные. Установка для пайки. Ремонтный центр. Системы отмывки. Влагозащита. Автоматическое тестовое оборудование		
	Практические занятия: Выбор материалов и оборудования для изготовления модуля РЭА		4	
	Самостоятельная работа обучающихся:		6	

	работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом)		
Раздел 7.	Обзор автоматизированных систем технологической подготовки производства	2	31 32 33 34 У1 У2 У3 У4 П1
Тема 7.1.	Содержание лекции	2	
	1 Автоматизированная система технологической подготовки производства. Система автоматизированного проектирования (САПР). Схемный редактор. Редактор топологии. Трассировка		
	Практические занятия: Оформление технологической документации	4	
	Самостоятельная работа обучающихся: работа с конспектом лекций подготовка к практическим занятиям самостоятельная работа над курсовой работой (проектом) подготовка к промежуточной аттестации, которая проводится в форме диф. зачета	4	
Примерная тематика курсовой работы (проекта) Тематика курсовых проектов в общем случае должна быть направлена на разработку и совершенствование технологических процессов сборки и монтажа различных узлов и блоков радиоэлектронной аппаратуры на основе типовых технологических процессов, с применением средств автоматизации и механизации.		24	31 32 33 34 У1 У2 У3 У4 П1
Консультации		-	
Всего:		126	

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МДК

3.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета Конструирования и производства радиоаппаратуры.

Оборудование учебного кабинета:

- Стенды: гальванические покрытия, печатные платы, магнитопроводы, термопласты;
- Планшеты: керамика, печатные платы, п/п микросхемы, толсто пленочные микросхемы, тонкопленочные микросхемы;
- Детали, узлы по всем темам курса;
- Блоки РЭА;
- Нормативно-технические материалы, ГОСТы, ОСТы;
- Образцы курсовых и дипломных проектов;
- Методические материалы;
- Методические указания по курсовому и дипломному проектированию.

Комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)

3.2. Перечень нормативных правовых документов, основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Ганенко А.П. Оформление текстовых и графических материалов при подготовке дипломных проектов, курсовых и письменных работ (требования ЕСКД): Учебник / А.П. Ганенко, Ю.В. Милованов, М.И. Лапсарь. - 2-е изд., стереотип. - М.: Academia, 2012. - 352с.
2. Пантюхин, А.В. Быков, А.В. Репинская. - М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2022. 88 с.
3. Электротехнические и конструкционные материалы: Учебник / Под ред. В.А. Филикова. - М.: Мастерство: Высш. шк., 2021. - 280с.
4. Журавлева Л.В. Электрорадиоматериалы: Учебник/ Л.В. Журавлева. – 2-е изд., стереотип. – М.: Academia, 2023. 312 с.
5. Баканов Г.Ф. Конструирование и проектирование радиоаппаратуры: учебник / Г.Ф. Баканов. С.С. Соколов. – Академия, 2012. 384 с.
6. Бейнар И.А. Конструирование, технология, эффективность радиоэлектронных средств: учеб. пособие / И.А. Бейнар. – Воронеж.: ВГТУ, 2007 283 с.
7. Злобина И.А. Проектирование и технология радиоэлектронных средств: разработка конструкции изделий РЭС: учеб. пособие. Ч1 / И.А. Злобина, В.А. Муратов, А.А. Соболев – Воронеж.: ВГТУ, 2016 -153 с.

8. Ярочкина Г.В. Радиоэлектронная аппаратура и приборы, монтаж и регулировка: учеб. пособие / Г.В. Ярочкина. - М.: Профобразование издат, 2012. 240с.
9. Чернышев А.В. Технология деталей РЭС: учеб. пособие / А.В.Чернышов. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2006. 265 с.

Дополнительная литература:

1. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: учебник / Е.В. Пирогова. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. 560 с.
2. Донец А.М. Технология и оборудование производства радиоэлектронных модулей: учеб. пособие / А.М. Донец. – Воронеж: изд-во ВГТУ, 2012. 96 с.
3. ГОСТ 2.101-68. ЕСКД. Виды изделий.
4. ГОСТ 20406-75. Платы печатные. Термины и определения.
5. ГОСТ 23770-79. Платы печатные. Типовые технологические процессы химической и гальванической металлизации.
6. Электротехнические и конструкционные материалы: Учеб. пособие / под ред. В.А. Филикова. - 4-е изд. - М.: Академия, 2015. 280 с.
7. Бытовая приемно-усилительная аппаратура: Учебник/Под ред.К.Е. Румянцева. - М.: Академия, 2013. - 304с
8. Стешенко В.Б. ACCEL EDA. Технология проектирования печатных плат / В.Б. Стешенко. – М.: «Нолидж», 2015. – 512 с.
1. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.quality.eur.ru>
2. РадиоЛекторий – портал лекций по техническим специальностям: электронике, радиотехнике, численным методам, микроэлектронике, схемотехнике, метрологии, схемотехнике аналоговых электронных устройств, вероятностным методам анализа, устройствам приема и обработки сигналов, устройствам СВЧ и антенн, цифровым устройствам, микропроцессорам, электротехнике, проектированию радиопередающих и радиоприемных устройств и многое другое. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.radioforall.ru>

Справочная литература:

1. Турута Е.Ф. Транзисторы: Справочник / Е.Ф. Турута – том 1.- СПб.: Наука и техника, 2016-532с.
2. Зарубежные микросхемы, транзисторы, тиристоры, диоды + SMD. А...Z, справочник / изд. 2-е перераб. и доп. , том 1.- СПб.: Наука и техника, 2022-649с.

3.3. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных, Информационных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Радио Лоцман – портал электроники, микроэлектроники, радиотехники, схемы. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.rlocman.ru>
2. Радио Лекторий – портал лекций по техническим специальностям:

электронике, радиотехнике, численным методам, микроэлектронике, метрологии, схемотехнике аналоговых электронных устройств, вероятностным методам анализа, устройствам приема и обработки сигналов, устройствам СВЧ и антенн, цифровым устройствам, электротехнике, проектированию радиопередающих и радиоприемных устройств и многое другое. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.radioforall.ru>

3. Технический форум журнала «Радио». – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.radio-forum.ru>
4. Елшин Ю.М. Справочное руководство по работе с подсистемой SPECCTRA в P-CAD 2000 / Ю.М. Елшин. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 272 с.
5. Разевиг В.Д. Система P-CAD 2000. Справочник команд / В.Д. Разевиг. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 256 с.
6. Altium - Next generation electronics design. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.altium.com>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. <http://www.rlocman.ru>
2. <http://www.radioforall.ru>
3. <http://www.radio-forum.ru>

3.4. Особенности реализации дисциплины для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается индивидуальный график обучения.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, создаются фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, контрольно-учетных занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, рефератов и на экзамене.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:	
– У1 подготовки инструментов, приборов и оборудования для пайки к работе;	– оценка за работу на контрольно-учетном занятии; – оценка за выполнение лабораторных занятий; – оценка за выполнение группового задания, работа в малых группах;
– У2 осуществления входного контроля электрорадиоэлементов: визуальная проверка внешнего вида (целостность корпуса, выводов) и условного обозначения номиналов на соответствие их принципиальной схеме устройства; –	– оценка за выполнение индивидуальных заданий на контрольно-учетном занятии; – оценка за выполнение лабораторных занятий;
– У3 осуществлять сборку электронных систем, устройств и блоков в соответствии с технологической документацией;	– оценка за выполнение индивидуальных заданий на контрольно-учетном занятии; – оценка за выполнение лабораторных занятий;
– У4 выполнять операции по установке на печатную плату компонентов на автоматическом оборудовании; –	– оценка за выполнение индивидуальных заданий на контрольно-учетном занятии; – оценка за выполнение лабораторных занятий;
В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:	
– 31 требования ЕСКД, ЕСТД, необходимых отраслевых и международных стандартов;	– оценка за работу на контрольно-учетном занятии;
– 32 основы технологии монтажа электрорадиоэлементов в отверстия и технологии поверхностного монтажа, устройство, принцип действия инструментов, приборов и оборудования для пайки, правила работы с ними;	– оценка за выполнение тестового задания; – оценка за реферат и выступление на уроке-конференции с докладом; – оценка за выполнение лабораторных занятий;

- 33 виды дефектов при сборке несущих конструкций первого и второго уровней;	–оценка за выполнение индивидуального задания; –оценка за выполнение лабораторных занятий; –оценка за выполнение тестовых заданий;
- 34 основы схемотехники аналоговых и цифровых интегральных схем;	–оценка за выполнение индивидуального задания; –оценка за выполнение лабораторных занятий;
В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен иметь практический опыт:	
П1 моделирования электронных схем на соответствие требованиям технического задания.	- оценка за работу на практическом занятии;

Разработчики:

ФГБОУ ВО «ВГТУ», преподаватель



Г.Н. Петрова

Руководитель образовательной программы

Преподаватель высшей
квалификационной категории



Г.Н. Петрова

Эксперт

Начальник сектора метрологии
АО «НКТБ Феррит»



А.С. Жилин

МП

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ
рабочей программы дисциплины

№ п/п	Наименование элемента ОП, раздела, пункта	Пункт в предыдущей редакции	Пункт с внесенными изменениями	Реквизиты заседания, утвердившего внесение изменений