

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уфимский государственный авиационный технический университет»  
Уфимский авиационный техникум



А. Н. Елизарьев

2022г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**ОП.17 Микроэлектроника**

Наименование специальности

**11.02.02 Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники  
(по отраслям)**

Квалификация выпускника

**Техник**

Базовая подготовка  
Форма обучения: очная

Уфа, 2022

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования (далее – ФГОС СПО) по специальности 11.02.02 Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям), утвержденного приказом Минобрнауки от 15.05.2014 г. № 541.

Организация-разработчик: ФГБОУ ВО «УГАТУ» Уфимский авиационный техникум

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>стр. 4</b>
<b>2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>6</b>
<b>3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>10</b>
<b>4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>14</b>
<b>5. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b>	<b>15</b>
<b>6. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ОВЗ)</b>	<b>17</b>

# **1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **Микроэлектроника**

### **1.1 Область применения программы**

Программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена (далее – ППСЗ) в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по специальности 11.02.02 Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям).

### **1.2 Место дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена:**

Дисциплина относится к общепрофессиональным дисциплинам и входит в профессиональный учебный цикл ППСЗ по специальности 11.02.02 Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники (по отраслям).

### **1.3 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- рассчитывать пленочные элементы ИМС;
- составить технологический процесс изготовления гибридной ИМС.

ИМС.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- историю развития микроэлектроники и определяющие её факторы;
- основные определения ИМС, классификацию микроэлектронных устройств;
- основные этапы изготовления полупроводниковых ИМС;
- конструкцию корпусов ИМС, способы сборки и герметизации, методы контроля;
- сущность основных методов получения тонких пленок;
- методы формирования толстопленочных структур, методы подгонки пленочных элементов;
- основные методы микроконтактирования, способы защиты микросборок;
- основные понятия и показатели качества, методы измерения статических и динамических параметров ИМС.

Техник должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

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 ответственность 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.

Техник должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

ПК 1.1. Использовать технологии, техническое оснащение и оборудование для сборки, монтажа и демонтажа устройств, блоков и приборов различных видов радиоэлектронной техники.

ПК 1.2. Эксплуатировать приборы различных видов радиоэлектронной техники для проведения сборочных, монтажных и демонтажных работ.

ПК 1.3. Применять контрольно-измерительные приборы для проведения сборочных, монтажных и демонтажных работ различных видов радиоэлектронной техники.

ПК 2.1. Настраивать и регулировать параметры устройств, блоков и приборов радиоэлектронной техники.

ПК 2.4. Выбирать измерительные приборы и оборудование для проведения испытаний узлов и блоков радиоэлектронных изделий и измерять их параметры и характеристики.

ПК 3.1. Проводить обслуживание аналоговых и цифровых устройств и блоков радиоэлектронной техники.

#### **1.4 Рекомендуемое количество часов на освоение программы дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 135 часов, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 90 часов; самостоятельной работы обучающегося 45 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
	<i>6 семестр</i>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>135</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>90</b>
в том числе:	
лекции	54
практические занятия	36
лабораторные занятия	-
курсовая работа (проект) <i>(если предусмотрено)</i>	-
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>45</b>
<i>Форма промежуточной аттестации</i>	<i>Дифференцированный зачет</i>

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «Микроэлектроника»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся, курсовая работа(проект))	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
<b>Раздел 1 Проектирование интегральных микросхем</b>		<b>27</b>	
<b>Тема 1.1</b> Введение. Основные положения, направления и этапы развития микроэлектронных устройств	Этапы развития микроэлектроники. Основные положения и принципы микроэлектроники. Понятие микроминиатюризации. Факторы, определяющие развитие микроэлектроники.	4	2
<b>Тема 1.2</b> Определение микроэлектроники. Классификация микроэлектронных устройств	Понятия: степень интеграции, кристалл, подложка, элемент, компонент, гибридная, совмещенная и полупроводниковая технологии. Общая классификация изделий микроэлектроники. Практическое занятие. Изучение маркировки ИМС. Практическое занятие. Изучение условно графических изображений ИМС. Практическое занятие. Изучение конструкций корпусов ИМС.	4 2 2 2	2 3 3 3
<b>Тема 1.3</b> Проектирование ИМС	Виды модуляции радиосигналов. Конструктивно-технологические особенности и элементы конструкций ИМС. Основные этапы проектирования ИМС. Разработка топологии ИМС. Основные проблемы создания устройств микроэлектроники. Системы автоматизации проектирования, документация. Практическое занятие. Выполнение чертежей пленочных элементов ИМС. Практическое занятие. Оформление электрической принципиальной схемы полупроводниковых ИМС.	4 2 2	2 3 3
<b>Тема 1.4</b> Производство микроэлектронной техники	Самостоятельная работа(доклад). Структура и особенности производства микроэлектронной техники. Требования к помещениям. Основные положения ТБ.	5	2
<b>Раздел 2 Изготовление полупроводниковых ИМС</b>		<b>17</b>	

<b>Тема 2.1</b> Основные Этапы изготовления п/п ИМС	Материалы, применяемые для изготовления подложек, требования, свойства. Методы получения чистых полупроводниковых материалов. Подготовка пластин.	4	2
<b>Тема 2.2</b> Технология изготовления полупроводниковых элементов	Методы и этапы сборки. Способы разделения пластин на подложки. Монтаж кристаллов. Способы защиты п/п ИМС. Назначение и виды контроля п/п ИМС.	4	2
<b>Тема 2.3.</b> Полупроводниковые материалы	Самостоятельная работа(реферат). Получение чисто монокристаллического кремния. Внедрение примесей. Требования к подложкам.	9	2
<b>Раздел 3 Изготовление гибридных ИМС</b>		<b>31</b>	
<b>Тема 3.1</b> Формирование рисунка тонкопленочных ИМС	Конструкция гибридных ИМС. Материалы подложек. Материалы, применяемые для нанесения пленочных элементов. Химическое и электрохимическое нанесение тонких пленок. Практическое занятие. Расчет топологии тонкопленочных резисторов. Практическое занятие. Расчет топологии тонкопленочных конденсаторов. Практическое занятие. Разработка технического процесса нанесения тонких пленок.	6 2 2 2	2 3 3 3
<b>Тема3.2</b> Формирование рисунка толстопленочных ИМС	Метод свободных масок, метод фотолитографии, комбинированный метод получения толстых пленок. Способы подгонки номиналов пассивных элементов. Практическое занятие. Разработка технического процесса нанесения толстых пленок.	4 2	2 3
<b>Тема 3.3</b> Сборка и защита гибридных ИМС. Контроль качества	Монтаж кристаллов и плат. Микропайка, термокомпенсационная сварка, ультразвуковая сварка, сварка расщепленным электродом. Классификация способов и методов защиты гибридных ИМС. Практическое занятие. Разработка технического процесса сборки гибридных ИМС.	4 2	2 3
<b>Тема 3.4</b> Структуры микросхем	Самостоятельная работа(реферат). Особенности структур ИМС. Биполярные транзисторы, МДП-транзисторы. Разновидности структур БИС.	8	2
<b>Раздел 4 Качество, надежность и испытание ИМС</b>		<b>10</b>	



<b>Тема 4.1</b> Основные качества ИМС	Понятия и показатели теории качества. Функциональные схемы для измерения параметров ИМС.	3	3
<b>Тема 4.2</b> Требования к ИМС структурам	Самостоятельная работа(доклад). Основные положения теории надежности. Методы испытаний ИМС	6	2
<b>Максимальной учебной нагрузки</b>		<b>135</b>	

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Программа реализуется с использованием ресурсов мастерской № 4 по компетенции «Электроника», оснащенной из средств гранта в рамках реализации мероприятия «Государственная поддержка профессиональных образовательных организаций в целях обеспечения соответствия их материально-технической базы современным требованиям» федерального проекта «Молодые профессионалы» (Повышение конкурентоспособности профессионального образования)» национального проекта «Образование» государственной программы Российской Федерации «Развитие образования».

Оснащение учебной мастерской № 4 по компетенции «Электроника»:

Комплект антистатического рабочего места в составе:

- Стол антистатический
- Лупа со светодиодной подсветкой настольная
- Стул полиуретановый на колесах
- Комплект антистатического оборудования (коврик антистатический, универсальный узел заземления, колодка для заземления закрытая, браслет заземления металлический сменный, корзина для мусора)
- Халат
- Очки защитны
- Отмывочная ультразвуковая ванна
- Стереоувеличитель (место визуального контроля)

Комплект измерительного оборудования в составе:

- Источник питания
- Генератор сигналов произвольной формы и стандартных функций
- Осциллограф
- Мультиметр
- Измерительная станция разработчика
- Логический анализатор
- Программируемый источник питания
- Программируемый функциональный генератор
- Мультиметр программируемый
- Осциллограф программируемый
- Программируемый анализатор цифровых сигналов
- Программируемые каналы цифрового ввода/вывода

Цифровой USB микроскоп с подсветкой 8Мп, увеличение 10-300X

Мультиметр цифровой 5 в 1

Комплект паяльного оборудования:

- Дымоуловитель
- Трёхканальная паяльно-ремонтная станция
- Термовоздушная паяльная станция

- Антистатический держатель для плат
- Силиконовый коврик
- Оловоотсос

Комплект антистатического рабочего инструмента (набор SMD пинцетов, бокорезы, круглогубцы, плоскогубцы захватные, тонкогубцы, нож-скальпель с перовым лезвием, набор отверток, набор алмазных надфилей, набор вспомогательный для пайки, штангенциркуль электронный, лупа часовая, стойка для сверления, цифровой микроскоп, многофункциональный инструмент)

Наборы для обучения и тренировок

- Модуль 1 - наборы для сборки
- Модуль 2 - наборы для программирования
- Модуль 3 - для поиска неисправностей
- Модуль 4 - полунаторное моделирование
- Образовательная измерительная платформа с ПЛИС и наборным полем

Рабочие места обучающихся и преподавателя (стол, кресло, стул)

Компьютер (системный блок, 2 монитора, кронштейн для мониторов, мышь, клавиатура)

Стеллаж ESD

Шкаф хранения комплектующих и компонентов ESD

Шкаф разборный ESD

Шкаф для одежды ESD

Интерактивный дисплей

Аудиосистема

Ноутбук

Многофункциональное устройство цветной лазерный А3

Доска магнитно-маркерная

Программное обеспечение:

Набор программ интерактивных измерительных приборов (Виртуальные приборы «Аналоговый/цифровой вольтметр», «Аналоговый/цифровой амперметр», «Аналоговый/цифровой омметр», «Генератор аналоговых сигналов», «Генератор сигналов произвольной формы», «Анализатор/генератор цифровых сигналов», «Осциллограф», «Динамический анализатор сигналов», «Программируемый источник питания»)

Microsoft Office

Adobe Reader

NI Multisim

Windows 10 pro

Altium Designer

При реализации программы могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. При обучении инвалидов и лиц

с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии программой предусматривается возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

### **3.2 Информационное обеспечение обучения**

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

##### **Основные источники:**

1. Водовозов, А.М. Основы электроники [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Водовозов. — Электрон. дан. — Вологда: "Инфра-Инженерия", 2017. — 130 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95766>. — Загл. с экрана.

2. Иванов, И.И. Электротехника и основы электроники: Учебник [Электронный ресурс]: учеб. / И.И. Иванов, Г.И. Соловьев, В.Я. Фролов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 736 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93764>. — Загл. с экрана

##### **Дополнительная литература:**

1. Кузнецов Г. Д. Элионная технология в микро- и наноиндустрии [Электронный ресурс] / Г. Д. Кузнецов, А. Р. Кушхов, Б. А. Билалов; Московский государственный институт стали и сплавов (МИСиС) - Москва: МИСИС, 2012 - 156 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=47463](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=47463)

2. Электронный учебно-методический комплекс. Электротехника / Ярочкина Г.В., издательство «Академия-Медиа», электронный ресурс, 2021.

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. 2019

### **3.3 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

В учебном процессе дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Выполнение домашнего задания, под которым подразумевается самостоятельная учебная деятельность обучающихся, нацеленная на закрепление материала, изученного на аудиторных занятиях, повторение пройденного и выполнение заданий необходимых для организации учебной работы под руководством преподавателя.

Контроль над выполнением осуществляется во время аудиторных занятий в результате фронтальных и выборочных опросов.

2. Развитие мыслительной деятельности через логическое построение функциональных схем электронной аппаратуры. Контроль над выполнением осуществляется за счет оценки подготовленного отчета о проделанной работе. В ходе самостоятельной работы обучающиеся:

- Выполняют задания по подготовке к практическим занятиям;

- читают, аннотируют технические публикации по специальности;
- осуществляют поиск информации в библиотечно-информационной системе вуза, сети Интернет.

При выполнении самостоятельной работы по внеаудиторному чтению обучающиеся пользуются литературой, рекомендуемой их ведущими преподавателями

Формы контроля самостоятельной работы:

- проверка письменно -графических заданий на занятиях;
- выборочный устный опрос, предназначенных для внеаудиторной работы;
- индивидуальные беседы и консультации с преподавателем;

#### 4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

<b>Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)</b>	<b>Формы и методы контроля и оценки результатов обучения</b>
1. Освоение расчетов параметров и характеристик электрических и радиотехнических цепей;	Самостоятельная работа
2. Умение использовать средства вычислительной техники для расчета радиотехнических цепей;	Практическая работа
3. Получение навыков производить по заданным параметрам конструктивный расчет основных элементов радиотехнических цепей;	Устный опрос
4. Умение проводить по заданным характеристикам анализ радиотехнических цепей;	Самостоятельная работа
5. Пользование контрольно-измерительными приборами в лаборатории с учетом требований по технике безопасности;	Практическая работа
6. Умение пользоваться специальной технической литературой, государственными и отраслевыми стандартами.	Устный опрос
<i>Форма промежуточной аттестации</i>	<i>6 семестр – дифференцированный зачет</i>

## 5. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Форма контроля - «Дифференциальный зачет»

Вопросы для проведения дифференцированного зачета по дисциплине  
«Микроэлектроника»

1. Основные понятия пленочных и гибридных микросхем.
2. Структура технологического процесса изготовления тонких пленок.
3. Методы нанесения тонких пленок. Термовакuumное напыление.
4. Материалы, применяемые для изготовления подложек ИМС.
5. Материалы, применяемые для изготовления проводников и контактов ИМС.
6. Конфигурация и материалы тонкопленочных резисторов.
7. Конфигурация и материалы тонкопленочных конденсаторов.
8. Получение тонкопленочной структуры методом фотолитографии.
9. Получение тонкопленочной структуры методом свободных масок.
10. Основные этапы получения тонкопленочных структур.
11. Метод трафаретной печати.
12. Термообработка толстопленочных структур.
13. Методы сборки гибридных ИМС.
14. Термокомпрессионная сварка, ультразвуковая сварка.
15. Методы контроля и испытаний гибридных ИМС.

Оценка индивидуальных образовательных достижений по результатам промежуточной аттестации производится в соответствии с универсальной шкалой:

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100%	5	отлично
80 ÷ 89%	4	хорошо
70 ÷ 79%	3	удовлетворительно
менее 70%	2	неудовлетворительно

Критерии оценки:

- 90 ÷ 100% – оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Оценка «отлично» выставляется обучающимся, усвоившим взаимосвязь основных

понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

- 80 ÷ 89% – оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка «хорошо» выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

- 70 ÷ 79% – оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающимся, допустившим погрешность в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

- менее 70% – оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании техникума без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Для осуществления текущего контроля и промежуточной аттестации используются информация из банка контрольно-измерительных материалов, хранящихся в ПЦК, которые периодически обновляются.



## **6. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ (ОВЗ)**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолог -медико-педагогической комиссии.) Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.