

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(МИ ВлГУ)**

**Отделение среднего профессионального образования**

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
« 21 » 05 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Конструирование радиоаппаратуры**

для специальности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем

Муром, 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее - СПО) 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем №392 от 02 июня 2022 года.

Кафедра-разработчик: радиотехники.

Рабочую программу составил: к.т.н., доцент Храмов К.К.

от «15» мая 2024 г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТ.

Протокол № 16

от «15» мая 2024 г.

Заведующий кафедрой РТ *Ромашов В.В.*

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПАСПОРТ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	6
3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ	11

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

## **Конструирование радиоаппаратуры**

### **1.1. Область применения рабочей программы**

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 11.02.17 Разработка электронных устройств и систем.

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании, для получения дополнительных компетенций, умений и знаний, необходимых для обеспечения конкурентоспособности выпускника на рынке труда и продолжения образования по специальности.

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

Дисциплина ОП.12 Конструирование радиоаппаратуры является общепрофессиональной дисциплиной

Дисциплина ОП.12 "Конструирование радиоаппаратуры" относится к общепрофессиональным дисциплинам профессионального учебного цикла.

Базовые дисциплины: "Электрорадиоматериалы и электрорадиоэлементы", "Основы электротехники", "Электронная техника".

На изучении дисциплины "Конструирование радиоаппаратуры" базируется выполнение ВКР.

### **1.3. Цели и задачи учебной дисциплины - требования к результатам освоения учебной дисциплины:**

Цель дисциплины: изучение основ конструирования и технологии изготовления радиоаппаратуры различного функционального назначения, эксплуатируемой в условиях воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды.

Основными задачами изучения дисциплины является освоение:

- разработки и оформления базовой технологической и конструкторской документации;
- выполнения элементарных конструкторских расчетов;
- выбора способа изготовления изделия;
- выбора необходимой технологической оснастки и инструмента

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- Технологии, техническое оснащение и оборудование для реализации сборки, монтажа и демонтажа электронных блоков, устройств и систем различного типа в соответствии с технической документацией (ПК 1.1.);
- Основные параметры радиотехнических устройств. Методы измерения технических характеристик (ПК 1.1.).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен уметь:

- Уметь применять стандартные средства компьютерного моделирования при проектировании электрических схем, типовых деталей и узлов разрабатываемых блоков, устройств и систем (ПК 2.2.).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен владеть следующими общими (ОК) и профессиональными (ПК) компетенциями:

- ПК 1.1. Осуществлять подбор технологий, технического оснащения и оборудования для сборки, монтажа и демонтажа элементов электронных блоков, устройств и систем различного типа;
- ПК 2.2. Выполнять проектирование электрических схем и печатных плат с использованием компьютерного моделирования;

**1.4. Количество часов на освоение программы учебной дисциплины:**

Максимальной учебной нагрузки обучающегося 96 часов, в том числе:

обязательной аудиторной нагрузки обучающегося 48 часов;

самостоятельной нагрузки обучающегося 48 часов.

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов
	4 семестр
Максимальная учебная нагрузка (всего)	96
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	48
В том числе:	
лекционные занятия	24
практические занятия	
лабораторные работы	24
контрольные работы	
курсовая работа	0
Самостоятельная работа обучающегося (всего)	48
Итоговая аттестация в форме	Дифференцированный зачет

### 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
	4 семестр		
<b>Раздел 1</b>	<b>Основы конструирования радиоаппаратуры</b>		
Тема 1.1 Системный подход к конструированию радиоаппаратуры	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Основные понятия и определения. Классификация параметров радиоаппаратуры. Порядок и этапы разработки радиоэлектронной аппаратуры.	4	1
	<i>Лабораторные работы.</i> Анализ электрической принципиальной схемы узла РЭС, Подбор элементов, составление спецификаций узла РЭС. Оформление комплекта конструкторской документации.	8	3
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Виды и комплектность конструкторской документации. Виды и комплектность технологической документации. Разработка печатных плат с использованием средств компьютерного моделирования.	7	3
Тема 1.2 Разработка и постановка в производство радиоаппаратуры	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Главные этапы работ при разработке радиоаппаратуры. Подготовка производства на заводе-изготовителе.	4	1
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Классификация и область применения РЭС. Условия эксплуатации РЭС. Принципы конструирования радиоаппаратуры. Принципы конструирования радиоаппаратуры. Системный	11	3

	подход при конструировании. Структурные уровни конструкции. Конструкторско-технологические требования, учитываемые при разработке РЭС. Конструкционные системы РЭС Конструирование РЭС с учетом требований надежности.		
<b>Раздел 2</b>	<b>Стандартизация. Документооборот, базы данных</b>		
Тема 2.1 Конструкторско-технологическая документация	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Государственная стандартизация. Конструкторская документация.	2	1
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Конструкции контактных и межконтактных соединений Контактные соединения. Конструкции электрических соединений. Виды помех. Особенности электромагнитной совместимости цифровых узлов Особенности электромагнитной совместимости аналоговых узлов. Методы обеспечения эмс.	8	3
<b>Раздел 3</b>	<b>Проектирование и защита радиоаппаратуры</b>		
Тема 3.1 Уровни разукрупнения радиоаппаратуры, элементная и конструктивная база	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Классификация и элементная база радиоэлектронных средств. Проектирование конструкций радиоаппаратуры различного уровня и функционального назначения. Этапы проектирования РЭС при использовании систем автоматизированного проектирования.	4	1
	<i>Лабораторные работы.</i> Разработка печатной платы.	4	3
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Печатные платы. Материалы. Требования Конструирование печатных плат и элементов печатного монтажа. Оформление чертежей печатных плат Методы изготовления печатных плат.	8	3
Тема 3.2 Методы защиты радиоаппаратуры	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Методы защиты радиоаппаратуры от воздействия климатических факторов окружающей среды. Защита от механических воздействий. Защита аппаратуры от воздействия помех. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС, защита от излучений.	4	1
	<i>Лабораторные работы.</i> Разработка конструкции печатного функционального узла МЭА. Разработка конструкции гибридно-интегрального узла МЭА.	8	3
	<i>Самостоятельная работа обучающихся.</i> Технологический процесс сборки и монтажа. Типовые технологические операции Правила установки элементов на ПП. Правила оформления сборочных чертежей. Пайка, припой и флюсы. Паяльное оборудование Методы групповой пайки. Оборудование. Правила установки элементов на печатные платы Технология электрического монтажа Технология поверхностного монтажа Оборудование и оснастка, применяемые при изготовлении ПП.	14	3

<b>Раздел 4</b>	<b>Технологические процессы в производстве радиоаппаратуры</b>		
Тема 4.1 Базовые технологические процессы в производстве радиоаппаратуры	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Структура и виды технологических процессов.	2	1
	<i>Лабораторные работы.</i> Изучение методов герметизации узлов РЭС.	4	3
Тема 4.2 Методы контроля и управления качеством производства радиоаппаратуры	<i>Содержание учебного материала</i>		
	<i>Лекционные занятия.</i> Технологические операции регулировки и настройки. Виды испытаний РЭС.	4	1
Всего:		96	



### 3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Требования к минимальному материально – техническому обеспечению

Кабинет конструирования и производства радиоаппаратуры

Осциллографы С1-65, С1-55; частотомер АСН-1310; генератор Г4-158; генератор Г3-102; генератор Г3-112 – 2 шт.; вольтметр В7-38; лабораторный стабилизатор ТЕС-88 – 2 шт.; осциллографы С1-76, С1-55, С1-65А, С1-72, генератор Г3-118, измеритель нелинейных искажений С6-8; дымоуловители Quick 493ESD – 12 шт, система вентиляции; паяльники ЭПЦН 40Вт 36 В – 14 шт, паяльные станции АКТАКОМ – 4 шт.; сверлильный станок; Инструменты: мультиметры М890F – 14 шт., пинцеты: нерж. – 14 шт., ESD -14 шт.; плоскогубцы узкие прямые – 14 шт., бокорезы – 14 шт., плоскогубцы узкие загнутые – 14 шт., торцевые кусачки – 6 шт., набор надфилей – 3 шт.; рабочая станция HP Core 2 DUO, 3GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19’’ – 2шт.; проектор NEC; экран настенный. Сверлильный станок; Тиски, набор напильников, наборы надфилей, щетка по металлу, штангенциркуль, металлические линейки, чертилки

#### 3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет – ресурсов, дополнительной литературы.

Основные источники:

1. Конструирование и технология производства приборов и систем : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, И. А. Кириченко, А. П. Волощенко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 143 с. — ISBN 978-5-9275-3311-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95783.html>. <https://www.iprbookshop.ru/95783.html>
2. Вайспапир, В. Я. Конструирование радиоэлектронных средств. В 2 частях. Ч. 1 : практикум для СПО / В. Я. Вайспапир, Н. Е. Фадеева. — Саратов : Профобразование, 2024. — 59 с. — ISBN 978-5-4488-1880-6 (ч. 1), 978-5-4488-1884-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139036.html>. <https://www.iprbookshop.ru/139036.html>
3. Вайспапир, В. Я. Конструирование радиоэлектронных средств. В 2 частях. Ч. 2 : практикум для СПО / В. Я. Вайспапир, Н. Е. Фадеева. — Саратов : Профобразование, 2024. — 61 с. — ISBN 978-5-4488-1893-6 (ч. 2), 978-5-4488-1884-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139037.html>. <https://www.iprbookshop.ru/139037.html>

Дополнительные источники:

1. Синельников, А. В. Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства радиоэлектронных средств. Основы технического документооборота : учебное пособие / А. В. Синельников. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. — 84 с. — ISBN 978-5-7782-4150-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99165.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. <https://www.iprbookshop.ru/99165.html>
2. Селиванова, З. М. Технология электронных средств : лабораторный практикум / З. М. Селиванова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2357-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122987.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. <https://www.iprbookshop.ru/122987.html>
3. Фарафонов, С. Ю. Основы конструирования электронных средств : учебно-методическое пособие / С. Ю. Фарафонов. — Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2020. — 34 с. — Текст

: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102128.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. <https://www.iprbookshop.ru/102128.html>

Интернет-ресурсы:

1. Электронная библиотека МИВЛГУ <http://elib.mivlgu.local/index.php>
2. RadioUniverse - Конструирование аппаратуры: <https://radiouniverse.ru/konstruirovanie-apparatury>
3. Радиотехнический портал - Радиотехнику-конструктору в помощь: <https://radio-portal.su/layout/radio-equipment-to-help-the-designer.html>
4. Сайт «Паяльник» - Начинающим: <https://cxeм.net/beginner/beginner.php>
5. Сайт «РадиоКот» - Изучаем KiCad: <https://www.radiokot.ru/start/soft/KiCad/01/>

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

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Уметь применять стандартные средства компьютерного моделирования при проектировании электрических схем, типовых деталей и узлов разрабатываемых блоков, устройств и систем	Защита лабораторных работ, зачет
Технологии, техническое оснащение и оборудование для реализации сборки, монтажа и демонтажа электронных блоков, устройств и систем различного типа в соответствии с технической документацией	Защита лабораторных работ, зачет
Основные параметры радиотехнических устройств. Методы измерения технических характеристик.	Защита лабораторных работ, зачет

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
**Конструирование радиоаппаратуры**

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=3689>

Вопросы к рейтинг-контролю №1

1. Виды и комплектность конструкторской документации
2. Виды и комплектность технологической документации
3. Классификация и область применения РЭС.
4. Условия эксплуатации РЭС.
5. Принципы конструирования радиоаппаратуры.
6. Системный подход при конструировании. Структурные уровни конструкции
7. Конструкторско-технологические требования, учитываемые при разработке

РЭС. Конструкционные системы РЭС

8. Конструирование РЭС с учетом требований надежности
9. Конструкции контактных и межконтактных соединений
10. Контактные соединения. Конструкции электрических соединений
11. Печатные платы. Материалы. Требования
12. Конструирование печатных плат и элементов печатного монтажа
13. Оформление чертежей печатных плат
14. Методы изготовления печатных плат

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. Виды помех. Особенности электромагнитной совместимости цифровых узлов
2. Особенности электромагнитной совместимости аналоговых узлов. Методы обеспечения эмс
3. Технологический процесс сборки и монтажа. Типовые технологические операции
4. Правила установки элементов на ПП
5. Правила оформления сборочных чертежей
6. Пайка, припой и флюсы. Паяльное оборудование
7. Методы групповой пайки. Оборудование
8. Микросборки. Технологические маршруты производства гибридных микросхем
9. Правила установки элементов на печатные платы
10. Технология электрического монтажа
11. Технология поверхностного монтажа
12. Оборудование и оснастка, применяемые при изготовлении ПП
13. Конструирование РЭС с учетом требования эргономики и технической эстетики
14. Структурные уровни, компоновка сборочных единиц. Конструкции модулей, ячеек, блоков и стоек

Вопросы к рейтинг-контролю №3

1. Конструирование нестандартных элементов радиоаппаратуры. Особенности конструкций наземных и бортовых РЭС диапазонов НЧ и ВЧ
2. Виды электрического монтажа, их достоинства и недостатки. Типовой техпроцесс изготовления жгутов, технология электромонтажных работ
3. Проектирование технологического процесса электрического монтажа изделия
4. Виды сборки, формы организации сборочных работ
5. Последовательность сборочных работ. Технологические схемы сборки
6. Технология изготовления каркасов и шасси
7. Технология изготовления деталей из пластмассы и керамики
8. Способы изготовления деталей из пластмассы и керамики

9. Конструирование и технология изготовления магнитопроводов, катушек индуктивности, узлов свч
10. Защита конструкции РЭС от внешних воздействий.
11. Обеспечение тепловых режимов радиокомпонентов
12. Теплоотвод теплоемкостью и радиацией
13. Защита конструкций РЭС от воздействия влаги
14. Технология покрытий
15. Защита конструкций РЭС от динамических и механических воздействий

#### **Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	Устный опрос 5 вопросов, 2 лабораторных задания.	До 15 баллов
Рейтинг-контроль 2	Устный опрос 5 вопросов, 2 лабораторных задания.	До 15 баллов
Рейтинг-контроль 3	Устный опрос 5 вопросов, 2 лабораторных задания.	До 10 баллов
Посещение занятий студентом		До 5 баллов
Дополнительные баллы (бонусы)		До 5 баллов
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		До 10 баллов

## **2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

### **Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

#### **Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Вопросы к устному опросу для дифференцированного зачета  
<https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=3689>

1. Какая связь между организацией сборочно-монтажных работ и стоимостью бытовой РЭС?
2. Дайте понятие «жизненного цикла».
3. Перечислите основные этапы жизненного цикла.
4. Сформулируйте определение конструкции РЭС.
5. Произведите классификацию РЭС по областям использования, объектам-носителям и микроклимату в месте её расположения .
6. Произведите классификацию РЭС в зависимости от её функционального назначения.
7. Приведите пример влияния области использования и функционального назначения РЭС на ее конструкцию.
8. Назовите и охарактеризуйте основную элементную базу и РЭС, на ее основе первого, второго, третьего и четвертого поколений.
9. Назовите и охарактеризуйте основные направления оптимизации РЭС.
10. Перечислите основные показатели, которые позволяют оценить технологичность конструкции.
11. Сформулируйте основные особенности технологических процессов производства РЭС.
12. В чём отличие производственного процесса от технологического?

13. Какими факторами определяется выбор дорогих, но высокопроизводительных технологических приёмов?
14. В чём смысл замены физической модели элемента компонента РЭА на его обобщённую геометрическую модель?
15. Классификация РЭС по назначению.
16. Методы конструирования РЭС.
17. В чем заключается разработка изделия РЭС?
18. Классификация РЭС по месту расположения.
19. Перечислите основные этапы жизненного цикла.
20. Перечислите факторы, определяющие конструкцию РЭС.
21. Какие климатические районы Вы знаете?
22. Каково действие пыли на работоспособность РЭС?
23. Каково действие влаги на работоспособность РЭС?
24. Перечислите эксплуатационные требования, предъявляемые к РЭС.
25. Перечислите экономико-технологические требования, предъявляемые к РЭС.
26. Сформулируйте определение конструкции РЭС.
27. Произведите классификацию РЭС по областям использования, объектам-носителям и микроклимату в месте её расположения.
28. Назовите и охарактеризуйте основные элементы схмотехнической базы РЭС.
29. Что такое конструктивная база РЭС?
30. Перечислите основные структурные уровни РЭС.
31. Произведите декомпозицию электрической схемы РЭС на конструктивы.
32. В чём преимущество соединений склеиванием и элементами самих деталей в бытовой РЭС?
33. В чем заключается модульный принцип конструирования РЭС?
34. Что такое книжная конструкция модулей и в чем её преимущества?

### **Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в устной форме – собеседование по изученным темам.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить на зачете, в соответствии с Положением составляет 40 баллов.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i><b>Уровень сформированности компетенций</b></i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<i><b>Высокий уровень</b></i>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом	<i><b>Продвинутый уровень</b></i>

		сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b><i>Пороговый уровень</i></b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b><i>Компетенции не сформированы</i></b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Какое техническое оснащение и оборудование используется для сборки и монтажа радиотехнических систем, устройств и блоков

Какие основные параметры радиотехнических устройств

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=3689&cat=54319%2C159875>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.