

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

УТВЕРЖДАЮ /А.Н. Дедов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

14.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.16 Печатные платы и печатный монтаж

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Электронные приборы и устройства

Курс 4  
Семестр 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	-	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	32	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	76	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	КиПР	СОГЛАСОВАНО	В.Н. Леухин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

		(наименование кафедры)	
15.01.2024	протокол №	12	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.Н. Дедов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Лапин Владимир Авангардович, директор ООО "НПФ Мета-Хром"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 11.03.2024 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов.	<b>знания:</b> принципов проектирования печатных узлов с поверхностным и смешанным монтажом на основе аналоговой и цифровой схемотехники <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> выполнять расчеты печатных плат и узлов на механическую устойчивость, электромагнитную совместимость, определять электрические параметры печатных проводников; производить необходимые расчеты при выборе технологического оборудования <b>навыки:</b>
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> разработки и выполнения структурных, функциональных, принципиальных и монтажных схем
2. ПК-4 Способен применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации	ПК-4.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков.	<b>знания:</b> знает положения основополагающих стандартов по разработке технического задания (ГОСТ 15.001, ГОСТ 15.016-2016 Система разработки и постановки продукции на производство (СРПП). Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению; ГОСТ 25123 Порядок разработки ТЗ ГОСТ Р 15.301-2016 Порядок разработки и постановки продукции на производство <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-4.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> использовать системы стандартов ЕСКД, ЕСТПП, ЕСТД, пользоваться справочной и нормативной документацией, базами данных по комплектующим, материалам и оборудованию <b>навыки:</b>
	ПК-4.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> владеет навыками оформления конструкторской документации (схемы, чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, пояснительные записки) и технологической документации (маршрутные карты, операционные карты, ведомости материалов и оборудования)

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к элективным дисциплинам (модулям) ОПОП.

Дисциплина является элективной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Надежность электронных средств (ПК-3), Конструирование гибридных интегральных схем (ПК-3), Проектирование электронной компонентной базы (ПК-3), Проектирование электронной компонентной базы (ПК-4); практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-3), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-4) Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Конструирование и технология электронных средств (ПК-3), Патентование (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-4); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, информационные, классическая лекция, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Конструкция и технология изготовления печатных плат</b>	<b>20</b>	ПК-4
Лабораторная работа. Лабораторная работа №1 «Исследование технологического процесса изготовления печатных плат»	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение тестовых заданий, подготовка к практическим и лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам	16	
<b>Основы технологии поверхностного монтажа</b>	<b>42</b>	ПК-3
Лабораторная работа. Лабораторная работа №2 Контроль качества электронных и резистивныхборок	6	
Лабораторная работа №3 Разработка технологического процесса изготовления радиоэлектронного узла с монтажом на поверхность	10	
Лабораторная работа. Лабораторная работа №3 Разработка технологического процесса сборки радиоэлектронного узла с монтажом на поверхность		

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение тестовых заданий, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам	26	ПК-3, ПК-4
<b>Проектирование печатных плат</b>	<b>46</b>	
Лабораторная работа. Практическая работа № 4 Проектирование печатной платы	12	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение тестовых заданий, подготовка к практическим и лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам	34	
Иная контактная работа: зачет	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом и порядком выполнения лабораторной работы; выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает также просмотр видео по технологическим процессам, ссылки на которые имеются в презентациях и учебных пособиях. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Леухин, Владимир Николаевич. Выбор элементной базы по эксплуатационным и конструктивным параметрам [Текст] : справ. пособие / В. Н. Леухин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. - 87 с. Экземпляры: всего 142.	142
2.	Леухин, Владимир Николаевич. Проектирование радиоэлектронных узлов [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Леухин. Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 2003. - 159 с.	60

	Экземпляры: всего 60.	
3.	Леухин, Владимир Николаевич. Радиоэлектронные узлы с монтажом на поверхность: конструирование и технология [Текст] : [учеб. пособие для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" направления подгот. дипломир. специалистов "Проектирование и технология электрон. средств"] / В. Н. Леухин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 247 с. ISBN 5-8158-0375-8. Экземпляры: всего 145.	145
4.	Леухин, Владимир Николаевич. Компоненты для монтажа на поверхность [Текст] : [справ. пособие для студентов вузов по специальностям "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств", "Проектирование и технология электронно-вычислит. средств" и др.] / В. Н. Леухин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 299 с. ISBN 5-8158-0545-9. Экземпляры: всего 112.	112
5.	Леухин, Владимир Николаевич. Конструирование и технология радиоэлектронных систем [Текст] : конспект лекций / В. Н. Леухин. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 195 с. Экземпляры: всего 66.	66 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_konstruirovani_e_tehnologija.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_konstruirovani_e_tehnologija.pdf</a>
6.	Леухин, Владимир Николаевич. Материалы в конструкциях и технологии электронных средств [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Леухин, Е. В. Михеева. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 163 с. ISBN 978-5-8158-0684-9. Экземпляры: всего 149.	149 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Leuxin,Mixeeva_-_kniga1.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Leuxin,Mixeeva_-_kniga1.pdf</a>
7.	Леухин, Владимир Николаевич. Классификация и обозначение элементной базы в конструкторской документации [Текст] : [справ. пособие для курсового и диплом. проектирования] / В. Н. Леухин; ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. - 127 с. Экземпляры: всего 100.	100 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_klassifikacija_i_oboznachenie.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_klassifikacija_i_oboznachenie.pdf</a>
8.	Леухин, Владимир Николаевич. Технология электронных средств [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов специальностей и направлений подготовки 210202.65, 211000.62, 220201.65, 220400.62] / В. Н. Леухин, И. Д. Блинов, Е. В. Шабдаров ; под общ. ред. В. Н. Леухина; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Изд. 2-е, испр. и доп. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2015. - 203, [1] с. ISBN 978-5-8158-1565-0. Экземпляры: всего 41.	41 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Leuhin_tehnologia_elektronnih_sredstv_2015.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Leuhin_tehnologia_elektronnih_sredstv_2015.pdf</a>
9.	Контроль качества электронных и резистивных сборок [Текст] : методические указания к выполнению лабораторной работы : [по направлениям подготовки 11.03.03, 11.03.04, 11.04.04] / [сост.: В. Н. Леухин, Е. В. Шабдаров] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 32 с. Экземпляры: всего 24.	24 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_kontrol_kachestva_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_kontrol_kachestva_2017.pdf</a>
10.	Леухин, Владимир Николаевич. Основы конструирования и технологии производства РЭС [Текст] : учебное пособие по курсовому проектированию : [для направлений подготовки 11.05.01 "Радиоэлектронные системы и комплексы", 11.03.03 "Конструирование и	17 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_osnovi_konstruirovania_tehnologii_proizvodstva_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Leuxin_osnovi_konstruirovania_tehnologii_proizvodstva_2017.pdf</a>

технология электронных средств", дисциплины "Основы конструирования и технологии производства РЭС", "Основы конструирования электронных средств"] / В. Н. Леухин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 75 с. ISBN 978-5-8158-1915-3. Экземпляры: всего 17.
---

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	417 (III)	Проектор мультимедийный Hitachi CP-X 5 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	424 (III)	ОММЕТР Щ-34 (1), Осциллограф цифровой ADS-2061M (1), Осциллограф цифровой ADS-2111M (1), ПРИБОР Щ-34 (2), Стенд учебный "Основы констр-ия и технологии проект-ия РТС" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);

- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.  
Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий	Зачтено

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

**!SPEC=11.03.04\_31**

**!COMP=ПК4**

**!COURSE=4**

**!DISC=Поверхностный монтаж**

**!TYPE=2**

**!Task1**

Препрегом называется:

**!TRUE**

Материал для соединения отдельных слоев печатной платы

**!FALSE**

Защитный слой на печатной плате

**!FALSE**

Материал для получения защитного рисунка

!FALSE

Технологическая операция изготовления печатной платы

!Task2

Для установки выводных элементов используется:

!TRUE

Монтажное отверстие

!FALSE

Переходное отверстие

!FALSE

Базовое отверстие

!FALSE

Крепежное отверстие

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Печатные платы и узлы с монтажом на поверхность, их преимущества
2. Состояние и тенденции развития элементной базы для поверхностного монтажа: чип-компоненты и компоненты в корпусах типа SOD и SOT. Обозначение типоразмеров и номиналов чип-компонентов
3. Разновидности корпусов микросхем для ТМП
4. Корпуса с матрицей шариковых выводов (BGA, CSP, Flip Chip). Перспективные направления разработки корпусов микросхем для ТПМ
5. Конструктивно-технологические разновидности радиоэлектронных узлов
6. Топологические нормы проектирования печатных плат с монтажом на поверхность (проводники, переходные отверстия, реперные знаки, технологические допуски)
7. Проектирование контактных площадок для КМП. Типовые посадочные места КМП
8. Рекомендации по расположению и ориентации компонентов на плате. Определение размеров печатной платы
9. Элементы внешнего контактирования радиоэлектронных узлов. Элементы тест-контроля
10. Общая последовательность проектирования радиоэлектронных узлов с КМП
11. Варианты установки КМО. Разметка посадочного места типичных корпусов КМО.
12. Рекомендации по выбору типа печатной платы, классаточности, технологии ее изготовления.
13. Обеспечение механической устойчивости радиоэлектронных узлов. Обеспечение устойчивости радиоэлектронного узла к воздействию климатических факторов
14. Рекомендации по выполнению трассировки печатной платы. Особенности разработки печатной

платы с использованием программы Sprint-Layout (или других используемых вами программ)

15. Примеры построения технологического процесса изготовления узлов со смешанным монтажом
16. Нанесение паяльной пасты и клея. Оборудование для выполнения операций
17. Пайка волной припоя. Селективная пайка.
18. Пайка ИК-нагревом, конвекционная и лазерная пайка
19. Оборудование для выполнения ремонтных работ и ручной пайки. Техника ручной пайки
20. Разновидности и принципы работы оборудования для монтажа компонентов на поверхность. Основные узлы автоматов монтажа
21. Особенности монтажа компонентов в отверстия
22. Виды и причины возникновения дефектов при изготовлении радиоэлектронных узлов с монтажом на поверхность
23. Контроль качества монтажа
24. Контроль электрических параметров электронных сборок. Разделение групповых заготовок
25. Изготовление печатных плат субтрактивным и комбинированным методом
26. Изготовление печатных плат тентинг-методом и методом ПАФОС
27. Особенности оформления чертежей печатных плат (ГОСТ 2.417-91)
28. Правила выполнения сборочных чертежей (ГОСТ 2.109-73). Особенности выполнения сборочных чертежей радиоэлектронных узлов