

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.1.2.3 Конструирование гибридных интегральных схем

(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 3

Семестр 5

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	18	часов
Лабораторные работы	36	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	54	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	54	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	5	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

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

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук	КиПР	СОГЛАСОВАНО	Н.И. Сушенцов
(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> Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов <b>навыки:</b>
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических 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> ПК-4.1. - Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков. <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> Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации <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 проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих практик: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-3), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (рассредоточенная) (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Проектирование электронной компонентной базы (ПК-3), Конструирование и технология электронных средств (ПК-3), Надежность электронных средств (ПК-3), Печатные платы и печатный монтаж (ПК-3), Поверхностный монтаж (ПК-3), Проектирование электронной компонентной базы (ПК-4), Основы технологии электронной компонентной базы (ПК-4), Патентоведение (ПК-4), Печатные платы и печатный монтаж (ПК-4), Поверхностный монтаж (ПК-4); практиках: Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-3), Преддипломная практика (ПК-3), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-4), 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

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Конструирование гибридных интегральных схем</b>	<b>108</b>	ПК-3, ПК-4
Лекция. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА	2	
Лекция. Типы ИМС, конструкции элементов и компонентов	2	
Лекция. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах	2	
Лекция. Элементы полупроводниковых ИМС на полевых транзисторах	2	
Лекция. Технологический маршрут изготовления ИМС на биполярных транзисторах (изоляция p-n-переходами)	2	
Лекция. Технологический маршрут изготовления тонкопленочных гибридных микросхем (ГИМС)	2	
Лекция. Технологический маршрут изготовления ИМС на полевых транзисторах	3	
Лекция. РАСЧЕТ АКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИМС	3	
Лабораторная работа. Расчет полупроводниковых резисторов	4	
Лабораторная работа. Расчет пленочных резисторов	4	

Лабораторная работа. Тонкопленочные конденсаторы	4
Лабораторная работа. Конструирование пленочных контактов	4
Лабораторная работа. Разработка топологии	4
Лабораторная работа. Выбор или разработка корпуса	4
Лабораторная работа. Конструктивный расчет межэлементных соединений	6
Лабораторная работа. Расчет конденсаторов	6
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Подготовка к защите отчетов по лабораторным работам. Подготовка к устным опросам по лекционному материалу.	54
Иная контактная работа:	0

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

Изучение дисциплины [Конструирование гибридных интегральных схем](#) рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации.

Подготовка к лабораторным работам включает ознакомление с планом занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины [Конструирование гибридных интегральных схем](#).

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 выполнение лабораторных работ. 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. Формой промежуточной аттестации по дисциплине [Конструирование гибридных интегральных схем](#) является экзамен.

## 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.	Бубенников, Александр Николаевич. Моделирование интегральных микротехнологий, приборов и схем [Текст] : Учеб.пособие для студ.вузов по спец."Физика и технология материалов и компонентов электронной техники" / Бубенников, Александр Николаевич. М.: Высшая школа, 1989. - 319 с. Экземпляры: всего 52.	52
2.	Сушенцов, Николай Иванович. Основы технологии микроэлектроники [Текст] : лаб. практикум для студентов [специальностей: 200800, 201500, 200700, 201100, 210100, 220500] / Н. И. Сушенцов, В. Е. Филимонов. 2-е изд., перераб. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. - 155 с. Экземпляры: всего 149.	149
3.	Сушенцов, Николай Иванович. Основы технологии микроэлектроники [Текст] : [лаб. практикум для студентов вузов по специальностям 200800, 220500 и направлениям 551100, 654300] / Н. И. Сушенцов, В. Е. Филимонов. 3-е изд., перераб. и доп. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. - 184 с. ISBN 5-8158-0366-9. Экземпляры: всего 12.	12 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_Osnovy_tehnologii_mikroelektroniki.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_Osnovy_tehnologii_mikroelektroniki.pdf</a>
4.	Филимонов, Виталий Евгеньевич. Технология очистки подложек микро- и наноэлектроники [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подгот. 211000 "Конструирование и технология электрон. средств", 210100 "Электроника и наноэлектроника"] / В. Е. Филимонов, Н. И. Сушенцов; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 159 с. ISBN 978-5-8158-0867-6. Экземпляры: всего 71.	71 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_tehnologija_ochistki_podlozhek.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_tehnologija_ochistki_podlozhek.pdf</a>
5.	Кучумов, Александр Иванович. Электроника и схемотехника [Текст] : [учеб. пособие для студентов по специальностям "Компьютер. безопасность" и "Комплекс. обеспечение информ. безопасности автоматизир. систем"] / А. И. Кучумов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Гелиос АРВ, 2005. - 335 с. ISBN 5-85438-138-9. Экземпляры: всего 37.	37

## 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), Учебная лаборатория	Справочная правовая система "Консультант

		NanoEducator-8 Basic (1), Комплект учебной мебели (1)	Плюс", Microsoft Office Standard, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач, Агент Dr.Web
--	--	---	---

## 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.

#### Вопрос 1

Интегральные микросхемы, в которых наряду с пленочными элементами, сформированными по групповой тонко- или толстопленочной технологии, содержатся имеющие самостоятельное конструктивное исполнение полупроводниковые активные компоненты (ИМС, транзисторы, диоды), изготовлены по полупроводниковой технологии называются...

—гибридными микросхемами

- тонкопленочными микросхемами
- полупроводниковыми микросхемами
- Толстопленочными микросхемами

## Вопрос 2

Гибридные микросхемы -

- 1.Интегральные микросхемы, в которых наряду с пленочными элементами, сформированными по групповой тонко- или толстопленочной технологии, содержатся имеющие самостоятельное конструктивное исполнение полупроводниковые активные компоненты (ИМС, транзисторы, диоды), изготовлены по полупроводниковой технологии
- 2.Интегральные микросхемы, сформированными по групповой тонко- или толстопленочной технологии, содержатся имеющие самостоятельное конструктивное исполнение навесные компоненты
- 3.Интегральные микросхемы, в которых содержатся полупроводниковые активные компоненты (ИМС, транзисторы, диоды), изготовлены по полупроводниковой технологии
- 4.Интегральные микросхемы, сформированные по групповой тонко- или толстопленочной технологии.

## Вопрос 3

Преимущества гибридных интегральных микросхем

- 1.обеспечивают широкий диапазон номиналов, меньшие пределы допусков и лучшие электрические характеристики пассивных элементов (более высокая добротность, температурная и временная стабильность, меньшее число и менее заметное влияние паразитных элементов); позволяют использовать любые дискретные компоненты, в том числе полупроводниковые БИС и СБИС; более высокие рабочие частоты.
- 2.обеспечивают менее широкий диапазон номиналов, меньшие пределы допусков и лучшие электрические характеристики пассивных элементов (более высокая добротность, температурная и временная стабильность, меньшее число и менее заметное влияние паразитных элементов); позволяют использовать любые дискретные компоненты, в том числе полупроводниковые БИС и СБИС.
- 3.обеспечивают более широкий диапазон номиналов, большие пределы допусков и лучшие электрические характеристики пассивных элементов (более высокая добротность, температурная и временная стабильность, меньшее число и менее заметное влияние паразитных элементов); позволяют использовать любые дискретные компоненты.
- 4.позволяют использовать любые дискретные компоненты, в том числе полупроводниковые БИС и СБИС; более высокие рабочие частоты.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСХЕМЫ

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА



## 2. КОНСТРУКЦИИ ИМС И ТЕХНОЛОГИИ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

### 2.1. Типы ИМС, конструкции элементов и компонентов

#### 2.1.1. Интегральные микросхемы и их классификация

#### 2.1.2. Система обозначения микросхем

#### 2.1.3. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах

#### 2.1.4. Элементы полупроводниковых ИМС на

полевых транзисторах

#### 2.1.5. Элементы пленочных ИМС

#### 2.1.6. Компоненты гибридных ИМС и микросборок

### 2.2. Характеристика технологических процессов изготовления ИМС

#### 2.2.4. Технологический маршрут изготовления

тонкопленочных гибридных микросхем (ГИМС)

#### 2.2.5. Технологический маршрут изготовления толстопленочных ИМС

### 2.3. Выбор конструкции ИМС и технологии изготовления

## 4. РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ПАССИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИМС

### 4.1. Конструктивный расчет резисторов

#### 4.1.2. Расчет пленочных резисторов

### 4.2. Расчет конденсаторов

#### 4.2.2. Тонкопленочные конденсаторы

#### 4.2.3. Толстопленочные конденсаторы

### 4.3. ЭЛЕМЕНТЫ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

#### 4.3.1. Пленочные RC-структуры с распределенными

параметрами

### 4.4. Индуктивные катушки

#### 4.4.1. Пленочные индуктивные катушки

### 4.5. Межсоединения, контактные площадки

#### 4.5.1. Конструирование пленочных контактов

#### 4.5.2. Конструктивный расчет межэлементных соединений

## 5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ ИМС И МИКРОСБОРОК

### 5.1. Разработка топологии

### 5.2. Выбор или разработка корпуса