

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Декан РТФ

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

01.03.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.25 Микроэлектронные датчики

*(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:

профессор с ученой степенью доктора наук	КиПР	СОГЛАСОВАНО	И.И. Попов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры)		
16.01.2023	протокол №	11
(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 06.03.2023 г.  
Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## 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. ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы.	<b>знания:</b> -знание физических и химических процессов в изделиях микроэлектроники, в частности, датчиков физических величин - сенсоров; - как использовать положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности; -Как применять положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> -использовать положения, законы и методы естественных наук для решения задач инженерной деятельности; - применять положения, законы и методы математики для решения задач инженерной деятельности; - проектировать современные наноэлектронные датчики и сенсоры <b>навыки:</b>
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> -методами использования положений, законов и методов естественных наук для решения задач инженерной деятельности; - методами применения положений, законов и методов математики для решения задач инженерной деятельности; -владеет методами и средствами проектирования наноэлектронных датчиков и сенсоров

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (ОПК-1), Физика (ОПК-1), Физические основы электроники (ОПК-1), Физика конденсированного состояния (ОПК-1), Функциональная электроника (ОПК-1), Теоретические основы электротехники (ОПК-1), Химия (ОПК-1); практик: Учебная практика (ознакомительная) (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Основы оптоэлектроники (ОПК-1), Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники (ОПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной

квалификационной работы (ОПК-1)

### 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: задания, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Раздел 1. Базовые понятия и методология функционирования датчиков и сенсоров</b>	<b>14</b>	ОПК-1
Лекция. 1. Введение в курс. Термины и определения. Элементы метрологии	2	
Лабораторная работа. №1. Определение погрешностей измерений	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам	10	
<b>Раздел 2. Виды микроэлектронных датчиков</b>	<b>62</b>	ОПК-1
Лекция. 2. Датчики на основе гальваномагнитных эффектов	2	
Лекция. 3. Датчики давления. Датчики температуры и теплового излучения	2	
Лекция. 4. Газоанализаторы. Датчики влажности	2	
Лекция. 5. Перспективные направления в микросенсорике	2	
Лабораторная работа. №2. Изготовление и исследование тонкопленочного датчика на основе эффекта Холла	8	
Лабораторная работа. №3. Изготовление и исследование тензорезисторов	8	
Лабораторная работа. №4. Разработка и исследование терморезистивного датчика	8	
Лабораторная работа. №5. Разработка и исследование датчиков на основе окислов металлов	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам	22	
<b>Раздел 3. Датчики в вакуумно-плазменной технике и технологии</b>	<b>32</b>	ОПК-1
Лекция. 6. Вакуумные датчики	4	
Лекция. 7. Кварцевый датчик измерения толщины пленок в процессе создания	2	

Лекция. 8. Эллипсометрический датчик измерения толщины пленок в процессе создания	2	
Лабораторная работа. №6. Изучение работоспособности баратронов и течеискателей	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение подготовка к опросам на лекциях, выполнение тестовых заданий, подготовка к лабораторным работам, оформление отчетов по выполняемым работам	22	
Иная контактная работа: зачет	0	

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

Изучение дисциплины "Микроэлектронные датчики" 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 **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом лабораторного 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.

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 подготовка к выполнению лабораторной работы, само выполнение и защита лабораторной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## 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.	Вавилов, В. Д. Микросистемные датчики физических величин: в двух частях [Электронный ресурс] : монография / В. Д. Вавилов, С. П. Тимошенко, А. С. Тимошенко. Москва: Техносфера, 2018. - 550 с. ISBN 978-5-905006-10-0	<a href="https://e.lanbook.com/book/110960">https://e.lanbook.com/book/110960</a>

	-5-94836-498-8.	
2.	Шарапов, В. М. Датчики [Электронный ресурс] : справочное пособие / Шарапов В. М., Полищук Е. С., Кошевой Н. Д., Ишанин Г. Г.; Минаев И.Г., Совлуков А.С. Под общ. ред. В.М. Шарапова, Е.С. Полищука. Москва: Техносфера, 2012. - 624 с. ISBN 978-5-94836-316-	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73560">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73560</a>
3.	Сажин, С. Г. Приборы контроля состава и качества технологических сред [Текст] / Сажин С. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 432 с. ISBN 978-5-8114-1237-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/210863">https://e.lanbook.com/book/210863</a>
4.	Войтович, И. Д. Интеллектуальные сенсоры [Электронный ресурс] / Войтович И. Д., Корсунский В. М. 2-е изд. Москва: ИНТУИТ, 2016. - 1164 с. ISBN 978-5-9963-0124-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/100608">https://e.lanbook.com/book/100608</a>
5.	Рег, Джеймс А. Промышленная электроника [Текст] : [учебник] / Джеймс А. Рег, Гленн Дж. Сартори. Москва: ДМК Пресс, 2011. - 1136 с. ISBN 978-5-94074-478-8. Экземпляры: всего 5.	5
6.	Петухов, Игорь Валерьевич. Технические средства автоматизации и управления [Текст] : учеб. пособие / И. В. Петухов, Л. А. Стешина; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 315 с. ISBN 978-5-8158-0937-6. Экземпляры: всего 69.	69 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Petuxov-Steshina.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Petuxov-Steshina.pdf</a>

## 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.	411 (III)	Агрегат электронасосный ХЦМ 1/10 (1), Муфельная печь МИПМ-3л (1), ОСЦИЛЛОГРАФ С1-64-А (1), ШКАФ ВЫТЯЖ ЛД-221 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, 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.

Какая погрешность характеризует точность измерения датчика

- 1) абсолютная
- 2) приведенная
- 3) относительная
- 4) средне-квадратичная

Какие электрические схемы используются для формирования выходного сигнала пассивных сенсоров

- 1) мостовая
- 2) дискриминатор
- 3) сумматор
- 4) повторитель

Для регистрации каких величин применяются датчики Холла:

- 1) тепловых
- 2) электрических

- 3) магнитных
- 4) акустических

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Устройство и принцип действия датчиков магнитного поля на основе эффекта Холла
2. Устройство и принцип действия магниторезистивных преобразователей
3. Устройство и принцип действия гальваномагнитных преобразователей
4. Устройство и принцип действия гальваномагниторекомбинационных преобразователей
5. Устройство и принцип действия магниточувствительных интегральных схем.
6. Устройство и принцип действия первичных тензопреобразователей
7. Устройство и принцип действия интегральных тензопреобразователей давления.
8. Устройство и принцип действия тензорезисторов на мембранах полупроводниковых и интегральных преобразователей давления
9. Устройство и принцип действия терморезистивных датчиков
10. Устройство и принцип действия термоэлектрических контактных датчиков
11. Устройство и принцип действия полупроводниковых датчиков температуры на основе р-п перехода
12. Устройство и принцип действия детекторов ИК-излучений
13. Устройство и принцип действия датчиков на основе окислов металлов
14. Устройство и принцип действия датчиков на основе органических полупроводников
15. Устройство и принцип действия каталитических датчиков
16. Устройство и принцип действия электрохимических газовых датчиков
17. Устройство и принцип действия датчиков на основе МДП-структур
18. Устройство и принцип действия газовых датчиков с барьером Шоттки
19. Устройство и принцип действия сорбционных датчиков влажности
20. Устройство и принцип действия баратронов
21. Устройство и принцип действия течеискателей