

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Декан РТФ

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

27.01.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.1.31 Технология материалов и изделий электроники и микроэлектроники

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Электронные приборы и устройства

Курс 4
Семестр 7

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	7	семестр
Зачет	-	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	Е.В. Михеева
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

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

(наименование кафедры)			
20.01.2025	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 04.02.2025 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. 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.	знания: Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы. умения: навыки:
	ОПК-1.2. Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.	знания: умения: Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. навыки:
	ОПК-1.3. Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.	знания: умения: навыки: Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.

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), Основы нанотехнологии (ОПК-1), Основы лучевых и плазменных технологий (ОПК-1), Теоретические основы электротехники (ОПК-1), Основы оптоэлектроники (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Микроэлектронные датчики (ОПК-1); практик: Учебная практика (ознакомительная) (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих 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: классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Полупроводниковые материалы и способы их получения	36	ОПК-1
Лекция. Введение. Цели и задачи дисциплины. Понятие об электронике и электронных приборах. Классификация электронных приборов и их краткая характеристика. Краткий исторический обзор развития производства электронных приборов. Классификация и характеристика основных технологических процессов производства изделий электронной техники Классификация и характеристика основных типов микروэлектронных приборов: дискретные полупроводниковые приборы, полупроводниковые интегральные микросхемы, тонкопленочные и толстопленочные интегральные микросхемы, гибридные микросхемы. Технологические процессы очистки исходных материалов и готовых полупроводниковых структур. Понятие чистых веществ. Классификация материалов по степени чистоты. Технология процессов разделения и очистки материалов. Методы получения монокристаллов полупроводниковых материалов. Классификация методов направленной кристаллизации. Получение монокристаллов по методу Чохральского. Метод бестигельной зонной плавки. Методы получения профильных кристаллов полупроводников	8	
Лабораторная работа. Термическое испарение в вакууме	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка теоретического материала Подготовка к лабораторным работам	20	
Технология изготовления полупроводниковых подложек	36	ОПК-1
Лекция. Технология изготовления полупроводниковых подложек. Материалы, используемые при изготовлении подложек. Основы абразивной обработки полупроводниковых материалов. Методы резки монокристаллов на пластины. Абразивное шлифование и полирование пластин. Структура нарушенного слоя при абразивной обработке хрупких материалов. Методы контроля качества полупроводниковых подложек	8	
Лабораторная работа. Магнетронное распыление	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка теоретического материала Подготовка к лабораторным работам	20	
Технология изготовления микросхем	36	ОПК-1
Лекция. Конструкции элементов полупроводниковых микросхем. Конструктивно-технологические варианты изготовления биполярных и МДП транзисторов. Варианты	8	

изоляция элементов микросхем. Контакты к кремнию, проводники разводки, контактные площадки внешних выводов микросхем Технология изготовления гибридных микросхем. Технология формирования тонкопленочных элементов ГИС. Технология формирования толстопленочных ГИС. Технологические процессы сборки полупроводниковых приборов и ИМС. Разделение пластин на кристаллы. Методы крепления кристаллов в корпусе прибора. Методы присоединения внешних выводов. Сборка приборов на ленточный носитель. Методы герметизации корпусов приборов		
Лабораторная работа. Ионное травление	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка теоретического материала Подготовка к лабораторным работам	20	
Технология изготовления деталей из диэлектрических материалов	36	ОПК-1
Лекция. Технология изготовления деталей из диэлектрических материалов. Стекло и стеклообразные материалы. Очистка деталей: обезжиривание и травление. Виды загрязнений и методы их удаления. Способы очистки. Виды растворителей. Полирование: назначение и способы реализации	8	
Лабораторная работа. Фотолитография	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка теоретического материала Подготовка к лабораторным работам	20	
Иная контактная работа:	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

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. 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 занятиям 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 выполнение лабораторных работ.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине 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
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Сапунов, С. В. Материаловедение [Электронный ресурс] / Сапунов С. В. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-8114-1793-3.	https://e.lanbook.com/book/211805
2.	Пасынков, Владимир Васильевич. Полупроводниковые приборы [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника" и по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электроника и микроэлектроника"] / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. Изд. 9-е, стер. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009. - 478, [1] с. ISBN 978-5-8114-0368-4. Экземпляры: всего 15.	15
3.	Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс] / Пасынков В. В., Чиркин Л. К. 9-е изд. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 480 с. ISBN 978-5-8114-0368-4.	https://e.lanbook.com/book/210338
4.	Мороз, Андрей Викторович. Основы лучевых и плазменных технологий [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов радиотехнического факультета] / А. В. Мороз, Н. С. Вашурин; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 118 с. ISBN 978-5-8158-1877-4. Экземпляры: всего 21.	21 / https://portal.volgatech.net/books/Moroz_osnovi_luchevix_plazmennix_tehnologii_2017.pdf
5.	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 11.	11 / https://portal.volgatech.net/books/Filimonov_Osnovy_tehnologii_mikrojelektroniki.pdf

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.	419 (III)	Автоматизированная система контроля и управления установкой магнетронного распыления и дугового испарения для получения наноструктурированных плёнок (1), Автоматизированная технологическая установка магнетронного распыления для получения наноструктурированных пленок (1), Блок питания магнетрона "ELM-7.5/600S-R" (2), Монитор SAMSUNG 19" Ж/К (1), УСТАНОВКА ВАКУУМНОГО НАПЫЛЕНИЯ (1), УСТАНОВКА ИОННОГО ТРАВЛЕНИЯ (1), УСТАНОВКА УРМ-3 (1), ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ (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.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный	отлично

	материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения	
--	--	--

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.

!TASK 1

Свойства полупроводников сильно зависят от:

- 1) от способа получения
- 2) от состава
- 3) от внешних факторов и примесей
- 4) от внешнего вида

!TASK 2

Варисторы, высокотемпературные нагреватели изготавливают на основе:

- 1) Порошкообразного карбида кремния
- 2) Твердого карбида кремния
- 3) Твердого кремния
- 4) Порошкообразного кремния

!TASK 3

Для создания светодиодов используется способность карбида кремния к:

- 1) нагреваться
- 2) к люминесценции

3) изменять размеры

4) изменять состав

!TASK 4

Назовите основные разновидности сварки для присоединения электрических выводов к омическим контактам кристаллов

1) точечная и дуговая

2) термокомпрессия, электроконтактная, комбинированная

3) электроконтактная, точечная, дуговая

4) термокомпрессия, электроконтактная, ультразвуковая

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Цели и задачи дисциплины. Понятие об электронике и электронных приборах. Классификация электронных приборов и их краткая характеристика.

Краткий исторический обзор развития производства электронных приборов.

Классификация и характеристика основных технологических процессов производства изделий электронной техники

Классификация и характеристика основных типов микроэлектронных приборов: дискретные полупроводниковые приборы, полупроводниковые интегральные микросхемы, тонкопленочные и толстопленочные интегральные микросхемы, гибридные микросхемы.

Технологические процессы очистки исходных материалов и готовых полупроводниковых структур

Понятие о чистых веществах. Классификация материалов по степени чистоты.

Технология процессов разделения и очистки материалов.

Методы получения монокристаллов полупроводниковых материалов. Классификация методов направленной кристаллизации.

Получение монокристаллов по методу Чохральского.

Метод бестигельной зонной плавки.

Методы получения профильных кристаллов полупроводников.

Технология изготовления полупроводниковых подложек. Материалы, используемые при изготовлении подложек

Основы абразивной обработки полупроводниковых материалов.

Методы резки монокристаллов на пластины. Абразивное шлифование и полирование пластин.

Структура нарушенного слоя при абразивной обработке хрупких материалов. Методы контроля качества полупроводниковых подложек.

Конструкции элементов полупроводниковых микросхем. Конструктивно-технологические варианты изготовления биполярных и МДП транзисторов.

Варианты изоляции элементов микросхем. Контакты к кремнию, проводники разводки, контактные площадки внешних выводов микросхем.

Технология изготовления гибридных микросхем.

Технология формирования тонкопленочных элементов ГИС.

Технология формирования толстопленочных ГИС.

Технологические процессы сборки полупроводниковых приборов и ИМС. Разделение пластин на кристаллы.

Методы крепления кристаллов в корпусе прибора. Методы присоединения внешних выводов. Сборка приборов на ленточный носитель.

Методы герметизации корпусов приборов.

Технология изготовления деталей из диэлектрических материалов. Стекло и стеклообразные материалы.

Изготовление деталей из керамических материалов. Получение спаев металла со стеклом и керамикой.

Очистка деталей: обезжиривание и травление. Виды загрязнений и методы их удаления.

Способы очистки. Виды растворителей. Полирование: назначение и способы реализации