

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

26.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

М.1.2.4 Проектирование изделий из композиционных материалов и наноразмерных систем

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

15.04.01 Машиностроение

Квалификация выпускника

Магистр

(бакалавр/магистр/специалист)

Программа магистратуры

Современные технологии машиностроительных  
производств

Курс 2  
Семестр 3

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	14	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	28	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	42	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	102	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.04.01 Машиностроение

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук и ученым званием "доцент"	МиМ	СОГЛАСОВАНО	Н.А. Крутских
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра машиностроения и материаловедения

(наименование кафедры)		
07.02.2024	протокол №	7
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

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

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

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

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение  
«Родина»

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-2 Способен проводить анализ и эффективно использовать материалы, оборудование, инструменты, технологическую оснастку, средства автоматизации, контроля параметров технологических процессов, элементов машиностроительных производств	ПК-2.3 Анализирует производственную ситуацию, режимы работы технологического оборудования и оснастки.	<b>знания:</b> Знает методы и технологии проектирования изделий из композиционных материалов и наноразмерных структур <b>умения:</b> Умеет производить расчеты и подбирать технологическое оборудование для изготовления изделий из композиционных материалов и наноразмерных структур <b>навыки:</b> Владеет методами проектирования и технологиям изготовления изделий из композиционных материалов и наноразмерных структур.

## 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: Технологии перспективных материалов и технологии термической обработки (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Технология изготовления изделий из порошковых и композиционных материалов (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

## 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 занятия, процедуры самообучения

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

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Проектирование изделий из композиционных материалов и наноразмерных систем</b>	<b>144</b>	ПК-2
Лекция. Композиционные материалы, термины и определения, классификация композитов.	2	
Лекция. Правило аддитивности для волокнистых композитов, работающих при линейном и плоском напряженном состоянии.	2	
Лекция. Проектирование композитных валов.	2	
Лекция. Проектирование тонкостенных осесимметричных оболочек: сфера, цилиндр	2	
Лекция. Проектирование торообразных сосудов давления.	2	
Лекция. Наноматериалы и наноструктуры.	2	
Лекция. Нанокompозиты; углеродные нанокompозиты.	2	
Практическое занятие. Проектирование валов из композитных материалов	2	
Практическое занятие. Проектирование сферических и цилиндрических сосудов, находящихся под внутренним давлением.	1	
Практическое занятие. Проектирование тонкостенных торообразных сосудов, находящихся под внутренним давлением.	1	
Практическое занятие. Проектирование гибридных композиционных материалов.	2	
Практическое занятие. Изготовление образцов и испытание на прочность нитей из микропластика	2	
Практическое занятие. Определение прочностных и упругих характеристик композитов при испытании композитных образцов на трехточечный изгиб	2	
Практическое занятие. Технология изготовления кольцевых образцов из волокнистых композитов.	2	
Практическое занятие. Определение прочностных и упругих характеристик композита при испытании образцов методом трехточечного изгиба.	2	
Практическое занятие. Определение прочностных и упругих характеристик при испытании кольцевых образцов на растяжение.	2	
Практическое занятие. Наноматериалы и наноструктуры; технологии наноструктурирования.	2	
Практическое занятие. Углеродные нанозлементы; технологии получения углеродных наноматериалов.	2	
Практическое занятие. Прочностные свойства нанокompозитов.	2	
Практическое занятие. Служебные свойства нанокompозитов (теплопроводность, электропроводность ит.п.)	2	

Практическое занятие. Принцип бимодальности в наноструктурных материалах и его реализация.	2
Практическое занятие. Примеры использования изделий из нанокompозитов.	2
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР	102
Повторение пройденного лекционного материала, подготовка к практическим занятиям;	
Иная контактная работа:	
	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.

**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 **практического** 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 **расчётно-графической работы**. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **балльно-рейтинговый**

## 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.	Бобович, Борис Борисович. Полимерные конструкционные материалы [Текст] : (структура, свойства, применение) : [учебное пособие по направлениям подготовки 23.03.02, 23.03.03, 23.04.02] / Б.	15

	Б. Бобович. Москва: ФОРУМ, 2017. - 398 с. ISBN 978-5-91134-911-0. Экземпляры: всего 15.	
2.	Технология конструкционных материалов [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по направлениям подготовки бакалавров и магистров "Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств" и дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / [В. П. Глухов и др.] ; под общ. ред. В. Л. Тимофеева. Изд. 3-е, испр. и доп. Москва: Инфра-М, 2013. - 271 с. ISBN 978-5-16-004749-2. Экземпляры: всего 49.	49
3.	Раков, Эдуард Григорьевич. Неорганические наноматериалы [Текст] : учебное пособие [для студентов вузов по специальности "Химическая технология материалов современной энергетики"] / Э. Г. Раков. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 477 с. ISBN 978-5-9963-0625-1. Экземпляры: всего 30.	30
4.	Нанотехнологии в машиностроении [Текст] : [учебное пособие для студентов вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / Ю. Н. Полянчиков [и др.]. Старый Оскол: ТНТ, 2012. - 91 с. ISBN 978-5-94178-318-2. Экземпляры: всего 10.	10
5.	Гусев, Александр Иванович. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Текст] / А. И. Гусев. Изд. 2-е, испр. М.: Физматлит, 2009. - 414 с. ISBN 978-5-9221-0582-8. Экземпляры: всего 10.	10
6.	Получение и исследование наноструктур [Текст] : лабораторный практикум по нанотехнологиям : учебное пособие / [А. А. Евдокимов и др.]; под ред. А. С. Сигова. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 146 с. ISBN 978-5-9963-0228-4. Экземпляры: всего 30.	30
7.	Нанотехнологии [Текст] : азбука для всех / [Н. С. Абрамчук и др.] ; под ред. Ю. Д. Третьякова. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Физматлит, 2010. - 366 с. ISBN 978-5-9221-1048-8. Экземпляры: всего 8.	8
8.	Носов, В. В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия [Электронный ресурс] / Носов В. В. 2-е изд., перераб. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 240 с. ISBN 978-5-8114-1496-3.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211361">https://e.lanbook.com/book/211361</a>
9.	Наноструктурные материалы [Электронный ресурс] : научное издание. Москва: Техносфера, 2009. - 488 с. ISBN 978-5-94836-221-2.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73019">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73019</a>
10.	Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [Электронный ресурс] : научное издание / Л. Фостер. Москва: Техносфера, 2008. - 352 с. ISBN 978-5-94836-161-1.	<a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73029">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73029</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.	144а (I)	Компл.оборуд.по пневмоприв. (1), Компрессор Concorde CD-AC-480/100-3 (1), СТАНОК ЗУБОДОЛБЕЖНЫЙ (1), СТАНОК ЗУБОРЕЗНЫЙ 5П-23А (1), СТАНОК ЗУБОФРЕЗЕРНЫЙ 5 К 301/П (1), СТАНОК ПОПЕР.СТРОГАЛЬНЫЙ. 7535 (1), СТАНОК УНИВ.ЗАТОЧН. (1), Станок токарный с ЧПУ 1и611 ПМ 0.03 (1), ТОКАРНЫЙ АВТОМАТ (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.	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 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	отлично

	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.

#### Итоговый тест

#### Вариант №0

- К наночастицам (нанопорошкам) относится частица, геометрический размер которой измеряется ...
 

А) от 0,1 до 100 нм
Б) от 1 до 100 мкм

В) от 1 до 1000 нм
Г) от 0,01 до 1 мкм
- Каким словом можно характеризовать термины «нанопорошки» и «ультрадисперсные порошки»?
 

А) враги
Б) антонимы
В) синонимы
Г) родственники
- Должны ли обладать материалы, имеющими в своей основе наноструктурные элементы качественно новыми прочностными, служебными и эксплуатационными свойствами?
 

А) да, независимо от процентного содержания
Б) нет

В) да, в зависимости от процентного содержания
Г) частично
- Технология создания наноструктур «снизу-вверх» основаны на ...
 

А) на превращении поверхностного слоя материала в наноструктуру

Б) на нанесении нанопленок на поверхности деталей

В) сборке наноизделий из атомов и молекул

Г) на объемном пластическом деформировании объемных материалов



5. Измерения с наноразмерной погрешностью это измерения линейные и угловые с погрешностью ...  
А) 0,1 мкм                      Б) 1 мкм              В) менее 10 нм                      Г) 100 нм
6. Электронный просвечивающий микроскоп работает на принципе ...  
А) проходящих электронов              Б) отраженных световых лучей  
В) поглощенных электронов              Г) отраженных электронов
7. На электронном просвечивающем микроскопе изучается структуры ...  
А) металлов и сплавов                      Б) аморфных сплавов  
В) композитных материалов              Г) материалов, слабо поглощающие электроны.
8. На растровом (сканирующем) электронном микроскопе определяется структура поверхностного слоя исследуемого материала методом регистрации ...  
А) регистрация вторичных электронов      Б) регистрация отраженных электронов  
В) рентгеновского излучения                      Г) методом Б и В.
9. Способ движение зонда электронного зондового микроскопа над исследуемой поверхностью по способу постоянного расстояния предполагает ...  
А) поддержание зонда на постоянной высоте от поверхности  
Б) движение зонда по спирали  
В) методами А или Г  
Г) поддержание постоянного расстояния между зондом и исследуемой поверхностью
10. Результатом исследований материалов на электронном зондовом микроскопе является изображение ...  
А) химический состав материала                      Б) голографии  
В) топографии поверхности                      Г) микротвёрдость материала

#### Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

##### Вопросы на БРК

11. Понятия о композитах; классификация по матрице и виду армирования.
12. Принципы технологий изготовления материалов и формообразования изделий.
13. Преимущество композитов по сравнению с традиционными материалами, удельная прочность композитов.
14. Объемная доля волокон и матрицы; правило аддитивности для однонаправленного композита и композита работающего при плоском напряженном состоянии.

15. График зависимости прочности композита от объемной доли волокон в композите с пластичной матрицей.
16. График зависимости прочности композита от объемной доли волокон в композите с хрупкой матрицей.
17. Понятия о множественном и единичном разрушении композита.
18. Зависимость прочности композита, армированного хаотично дискретными волокнами от длины волокна; критическая длина волокна.
19. Линейная прочность нитей, метод определения линейной плотности нити.
20. Расчет плотности поперечного сечения волокнистой нити.
21. Определение предельного напряжения матричного и армирующего материалов.
22. Методы определения объемной доли волокон в композите; планиметрический, узловой и линейный методы.
23. Методы определения объемной доли волокон в композите методами растворения или выжигания матрицы.
24. Испытание композитов на растяжение и сжатия.
25. Испытание композитов круглого поперечного сечения на изгиб.
26. Испытание трубчатых кольцевых образцов на растяжение.
27. Определение сдвиговых предельных напряжений: при растяжении плоских и кольцевых образцов.
28. Определение сдвиговых предельных напряжений (кажущейся прочности) при поперечном изгибе коротких балок.
29. Технология и управление процессами изготовления изделий из материалов, армированных дискретными волокнами; экструзия, литьё под давлением.
30. Правило армирования и технология изготовления полых валов методом намотки.
31. Правило армирования и технологии изготовления труб и сосудов давления методом намотки.
32. Технологии изготовления углеродного армирующего каркаса для изделий из углерод-углеродных композитов.
33. Технологии и управляющие факторы изготовления плоских изделий из углерод-углеродных композитов пиролитическим осаждением матричного материала.
34. Технологии и управляющие факторы изготовления объемных изделий из углерод-углеродных композитов градиентными методами заполнения углеродного каркаса.
35. Технологии жидкофазного метода заполнения углеродного каркаса углеродной матрицей.
36. Сотовые композитные конструкции: устройство, принцип работы и применение.
37. Нанокompозиты; упрочнение материалов углеродными нанотрубками.
38. Получение объемных наноматериалов контролируемой кристаллизацией аморфных сплавов.

39. Получение изделий из наноструктурированных материалов методом стереолитографии.
40. Области применения наноматериалов; зависимость прочности и износостойкости от размера зерна.
41. Нанесение тонких наноструктур (нанопокровов) электролитическим осаждением.
42. Получение поверхностных наноструктур химическим осаждением.
43. Физические методы нанесения покрытий; ионноплазменное осаждение.
44. Физические методы нанесения покрытий; молекулярно-лучевая эпитаксия.
45. Физические методы нанесения покрытий; импульсно лазерно-плазменное напыление.
46. Свойства нанопокровов (пленок); зависимость твердости покрытия от толщины нанесенного слоя.
47. Наноструктурирование поверхностного слоя.
48. Изменение химического состава поверхностного слоя: термическая диффузия.
49. Изменение химического состава поверхностного слоя: ионное азотирование в тлеющем разряде.
50. Изменение химического состава поверхностного слоя: ионная имплантация.
51. Устройство наноперемещений: упруго-силовой движитель.
52. Устройство наноперемещений: термодинамический и магнитно-стрикционных движитель.
53. Устройство наноперемещений на обратном пьезоэффекте; пьезоактюаторы.