

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

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

13.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

М.1.2.4 Композиционные и наноразмерные структуры в машиностроении

(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) | | |
| 09.01.2025 | протокол № | 6 |
| (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 | Д.В. Костромин |
| | (И.О. Фамилия) |

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

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 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. 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. | знания: Знает производственные процессы изготовления композитов и наноразмерных структур для изделий машиностроительных производств умения: Умеет подбирать методы изготовления и технологическое оборудование для изделий машиностроительных производств навыки: Владеет навыками изготовления изделий машиностроительных производств из композиционных материалов и наноразмерных материалов |

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), САПР изделий и технологических процессов (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Технология изготовления изделий из порошковых и композиционных материалов (ПК-2), Математическое моделирование автоматизированных процессов и оборудования (ПК-2); практиках: Преддипломная практика (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: классическая лекция, проблемная лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3 семестр

| Виды и темы занятий | Количество часов | Формируемые компетенции |
|---|------------------|-------------------------|
| Композиционные и наноразмерные структуры в машиностроении | 144 | ПК-2 |
| Лекция. Правило аддитивности для однонаправленного волокнистого композита и ортогонально-армированного композита с различной объемной долей волокон в направлениях армирования. | 1 | |
| Лекция. Правило аддитивности для гибридных волокнистых композитов, работающих при плоском напряженном состоянии. | 1 | |
| Лекция. Механические испытания композитов. растяжение плоских образцов; сжатие плоских образцов. | 1 | |
| Лекция. Механические испытания композитов; испытание на изгиб круглых образцов; испытание кольцевых образцов; | 2 | |
| Лекция. Изготовление препрегов; изготовление габаритных изделий твердофазным методом | 1 | |
| Практическое занятие. Проектирование композита с дискретными армирующими частицами и изготовление изделий экструзией или литьем под давлением. | 2 | |
| Лекция. Технологии изготовления сосудов давления и валов намоткой. | 2 | |
| Лекция. Управление технологическим процессом изготовления изделий из углерод-углеродных композитов | 2 | |
| Практическое занятие. Технология изготовления углеродных волокон. | 2 | |
| Практическое занятие. Управление технологиями заполнения углеродного армирующего каркаса. | 2 | |
| Практическое занятие. Наноструктуры, углеродные наноструктуры. | 2 | |
| Практическое занятие. Бимодальные материалы с наноструктурой. | 2 | |
| Практическое занятие. Армирование материалов углеродными нанотрубками. | 2 | |
| Практическое занятие. Методы интенсивной пластической деформации; объемные наноструктуры | 2 | |
| Практическое занятие. Нанесение тонких пленок электролитическим и химическим осаждением. | 2 | |
| Практическое занятие. Нанотехнологии поверхностной модификации. | 2 | |
| Практическое занятие. Физическое осаждение покрытий | 2 | |
| Практическое занятие. Поверхностное наноструктурирование методом термической диффузии. | 2 | |
| Практическое занятие. Метод ионной имплантации. Нанополирование | 2 | |
| Практическое занятие. Лезвийная нанообработка объемных | 2 | |

| | | |
|---|-----|--|
| изделий | | |
| Практическое занятие. Наношлифование, лазерная нанообработка. Электроэрозионная обработка. | 2 | |
| Лекция. Бимодальные материалы с наноструктурой. | 2 | |
| Лекция. Армирование материалов углеродными нанотрубками. | 2 | |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР | | |
| Изучение лекционного материала; подготовка к лабораторным работам; оформление лабораторных работ. | 102 | |
| 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 |
|---|--|---|
| УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ | | |
| 1. | Бобович, Борис Борисович. Полимерные конструкционные материалы [Текст] : (структура, | 15 |

| | | |
|-----|---|---|
| | свойства, применение) : [учебное пособие по направлениям подготовки 23.03.02, 23.03.03, 23.04.02] / Б. 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. | https://e.lanbook.com/book/211361 |
| 9. | Наноструктурные материалы [Электронный ресурс] : научное издание. Москва: Техносфера, 2009. - 488 с. ISBN 978-5-94836-221-2. | http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73019 |
| 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. | http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=73029 |

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.

Вопросы для опроса

1. Классификация композитов по виду матрицы и виду армирования.
2. Изготовление углеродных волокон: исходное сырье, технология.
3. Изготовление борных волокон: технология.
4. Изготовление изделий пултрузией, технологическая схема.
5. Изготовление волокнистых препрегов: технологическая схема.
6. Изготовление габаритных изделий из пластиков методом выкладки: технология.
7. Композитные сосуды давления: технология, правила ориентации волокон.
8. Технология и правила ориентации волокон при изготовлении пустотелых композитных валов.
9. Композитные изделия на металлической матрице; жидкофазный метод, управление технологическим процессом.
10. Композиты на металлической матрице: твердофазные методы компактирования; сварка взрывом.
11. Углерод - углеродные композиты: технология, уплотнение упрочняющего каркаса пиролитическим углеродом.
12. Углерод - углеродные композиты: жидкофазный метод уплотнения армирующего каркаса, комбинированный метод заполнения каркаса матричным углеродом.
13. Композитные конструкции с сотовым наполнителем: принципы проектирования, технологии.
14. Трещиностойкость композитов; механизм поглощения трещин.
15. Упрочнение полимеров дискретными волокнами: критическая длина волокна, механизмы

разрушения.

16. Зависимость прочности однонаправленного композита от угла между расстегивающим усилием (напряжением) и направлением армирования.
17. Правило аддитивности для однонаправленного композита.
18. Правило аддитивности для ортогонально-армированного композита, работающего при плоском напряженном состоянии.
19. Правило аддитивности для гибридного композита, работающего при плоском напряженном состоянии.
-

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

Вопросы на БРК

20. Сухое формообразование габаритных изделий из пластика: технология и управляющие факторы.
21. Мокрое формообразование волокнистых композитов: пултрузия, технологии и управляющие факторы.
22. Технология и управление процессом изготовления композитных изделий методом вакуумного формообразования.
23. Технология и управление технологическим процессом изготовления изделий методом прессования.
24. Твердофазные методы изготовления изделий на металлической матрице: технологии и управляющие факторы.
25. Жмдкофазные методы изготовления изделий из композитов на металлической матрице: технологии и управляющие факторы.
26. Технологии и управление получения эфтектических композитов из сплавов с направленной кристаллизацией расплава.
27. Технология и управляющие факторы при изготовлении углеродных нитей методом термической деструкции.
28. Механические методы обработки композитов: инструмент, технологии.
29. Механические и клеевые методы соединения деталей из композитных материалов.
30. Принцип работы электронного просвечивающего микроскопа.
31. По какому принципу происходит исследование массовых образцов на растровом электронном микроскопе.
32. Что представляет собой электронная пушка (излучатель электронов)?
33. Что понимается под физическим контактом зонда с исследуемой поверхностью в сканирующем зондовом микроскопе?

34. На каком принципе работает сканирующем туннельный микроскоп?
35. Можно ли исследовать поверхность образца, не проводящего ток на сканирующем туннельном микроскопе?
36. Что представляет собой кантилевер, используемый в атомно-силовом микроскопе.
37. Наноиндентирование поверхности; принцип работы нанотвердомеров.
38. Формы существования углерода: что такое фуллерены?
39. Технология получения фуллеренов; перспективы применения фуллеренов.
40. Технологии получения углеродных нанотрубок, устройство нанотрубок.
41. Дайте определение нанопорошков, где используются нанопорошки.
42. Физико-химические методы получения нанопорошков.
43. Физические методы получения нанопорошков.
44. Объемные наноматериалы; методы компактирования.
45. Получение объемных наноматериалов методами интенсивной пластической деформации.
46. Механическое нанополирование поверхности.
47. Физическое нанополирование: ионно-лучевое полирование.
48. Химическое нанополирование поверхности.
49. Размерная лезвийная нанообработка; инструменты, шероховатость поверхности.
50. Электроэрозионная нанообработка: инструменты, технологии.
51. Лазерная обработка.
52. Нанообработка сканирующими зондами.