

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)**

Б.1.2.9 Механика и технология композиционных материалов

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

15.03.01 Машиностроение

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Машины и технология высокоэффективных процессов  
обработки материалов

Курс 4  
Семестр 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	32	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	7	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.01 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 определять физико-химические, эксплуатационные и технологические свойства машиностроительных материалов и подбирать оптимальный технологический процесс изготовления изделия	ПК-2.1 Владеет информацией об основных физико-химических, эксплуатационных и технологических свойствах конструкционных материалов.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> <b>навыки:</b> Владеет навыками работы на приборах и испытательном оборудовании по определению физико-механических и физико-химических свойств компонентов композита и конструкционного композиционного материала. Владеет методами прогнозирования прочности композиции при сложном напряженном состоянии.
	ПК-2.2 Определяет физико-химические, эксплуатационные и технологические свойства машиностроительных материалов и изделий по марке материала	<b>знания:</b> Знает методы определения физико-механических и физико-химических свойств составляющих композицию материалов и составленного композицию композиционного материала. <b>умения:</b> Умеет проводить механические и физико-химические испытания составляющих композицию материалов и композиционного конструкторского материала, используемого в машиностроении. <b>навыки:</b> Владеет навыками работы на измерительном оборудовании и приборах по определению физико-механических и физико-химических свойств композиционных материалов и составляющих композицию материалов.

## 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 дисциплин: Технология конструкционных материалов и материаловедение (ПК-2), Методы исследований физико-химических и эксплуатационных свойств материалов (ПК-2), Физико-химические методы исследований (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-2), 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, процедуры самообучения, лабораторные занятия, практические и лабораторные занятия

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

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Механика композиционных материалов</b>	<b>48</b>	ПК-2
Лекция. Структура и классификация композита по матрице и виду армирования. Зависимость прочности однонаправленного композита от объемной доли армирующих материалов. Зависимость прочности однонаправленного волокнистого композита от угла между направлением армирования и растягивающим усилием (напряжением).	2	
Лекция. Влияние прочности матрицы (в сравнении с прочностью армирующих волокон) на характер разрушения однонаправленного композита. Правила армирования волокнистого композита, работающего при плоском напряженном состоянии.	2	
Лекция. Правила аддитивности для волокнистого композита, работающего при плоском напряженном состоянии. Гибридные композиты; прогнозирование прочности для плоского напряженного состояния.	2	
Лабораторная работа. Определение линейной плотности нитей.	2	
Лабораторная работа. Определение поперечных размеров армирующих волокон линейным методом.	2	
Лабораторная работа. Определение площади поперечного сечения нитей.	2	
Лабораторная работа. Определение прочности нити.	2	
Лабораторная работа. Определение объемной доли волокон в композите методом выжигания.	2	
Лабораторная работа. Определение прочности композита при трехточечном изгибе.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Освоение теоретического материала, подготовка к лекционным занятиям	30	
<b>Технология композиционных материалов</b>	<b>60</b>	ПК-2
Лекция. Основные сведения о композиционных материалах, примеры изделий из композиционных материалов.	1	
Лабораторная работа. Основные виды и свойства КМ, анализ влияния структуры материала на физико - химические свойства материалов. Схемы строения композиционных материалов. Схемы армирования волокнистых и слоистых композиционных материалов.	2	
Лабораторная работа. Расчет прочности КМ в зависимости от гранулометрического состава включения. Расчет прочности КМ	2	

в зависимости от объемной доли включения. Проектирование и технология изготовления пластиков с дискретными волокнами.	
Лекция. Компоненты, используемые для производства композиционных материалов.	1
Лабораторная работа. Требования при выборе исходных компонентов. Влияние легирующих добавок на межфазное взаимодействие. Влияние наполнителей на свойства матричного материала. Закономерности процессов формования армированных полимерных композитов.	2
Лекция. Производство металлических композиционных материалов.	2
Лабораторная работа. Смачивание и растекание. Капиллярное давление. Самопроизвольная пропитка. Пропитка в ламинарном режиме. Пропитка в турбулентном режиме. Пропитка в переходном режиме. Пропитка под низким давлением. Термоосмос. Ультразвуковая пропитка. Пропитка в электрическом поле. период ретардации. Взаимодействия в двухкомпонентных КМ. Методы получения пористых	2
Лекция. Производство полимерных композиционных материалов.	2
Лабораторная работа. Технология производства и оборудование для контактного формования, производства изделий из стеклопластика методом напыления, прессование изделий при помощи эластичной диафрагмы, прессование изделий в открытых и закрытых формах методом прямого компрессионного формования, формование изделий по РТМ-процессу, формование профилей из стеклопластика способом полтрузии, схема пропиточной установки для получения препрега, «мокрая» намотка, поперечная намотка, осевая намотка, продольно – поперечная намотка, спиральная намотка, схема пропиточной установки для получения	2
Лекция. Углерод-углеродные, керамические и гибридные композиционные материалы.	2
Лабораторная работа. Получение углеродных волокон, технологические процессы получения углерод – углеродных КМ, термохимические превращения солейсодержащих полимерных волокон, структурные превращения в пористых керамических волокнах, спекание свободно насыпной волокнистой массы, получение пористых волокнистых материалов с использованием жидких связующих, исследование процесса получения керамических материалов из оксидных волокон и сухих связующих, технологические процессы получения керамических материалов из пористых оксидных волокон.	4
Лекция. Методы определения механических свойств композиционных материалов.	2
Лабораторная работа. Методы оценки свойств однонаправленных КМ по свойствам компонентов. Расчет физико – механических характеристик псевдосплавов. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Модули сдвига и объемного сжатия. Коэффициент термического расширения. Тепло – электропроводность.	4

Лабораторная работа. Области применения армированных КМ на металлической основе, полимерной основе.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Освоение теоретического материала, подготовка к лекционным и практическим занятиям. Подготовка к текущему и промежуточному контролю.	30	
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 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.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания

## 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.	Материаловедение в машиностроении [Текст] : учебник для бакалавров [студентов вузов по направлениям подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств"] / А. М. Адашкин [и др.]. Москва: Юрайт, 2013. - 535 с. ISBN 978-5-9916-2867-9. Экземпляры: всего 50.	50
2.	Технология конструкционных материалов [Текст] :	49

	[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.	
3.	Технология конструкционных материалов [Текст] : учебник : [для студентов вузов по машиностроительным направлениям] / [В. А. Кузнецов и др.]. Москва: Академия, 2013. - 333, [1] с. ISBN 978-5-7695-9153-2. Экземпляры: всего 9.	9
4.	Крашенинникова, Надежда Геннадьевна. Теория и технология изготовления порошковых, неметаллических и композиционных материалов [Текст : Электронный ресурс] : учебное пособие по курсовому проектированию / Н. Г. Крашенинникова, С. Я. Алибеков, Е. В. Алибекова; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. - 50 с. ISBN 978-5-8158-2280-1. Экземпляры: всего 5.	5 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Krashenninnikov_Teoriya_i_tekhnologiya_izgotovleniya_poroshkovykh_nemetallicheskikh_i_kompozitsionnykh_materialov_2022.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Krashenninnikov_Teoriya_i_tekhnologiya_izgotovleniya_poroshkovykh_nemetallicheskikh_i_kompozitsionnykh_materialov_2022.pdf</a>
5.	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>
6.	Гаршин, А. П. Композиционные материалы в машиностроении. Керамические материалы [Электронный ресурс] / Гаршин А. П., Зайцев Г. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 412 с. ISBN 978-5-8114-9983-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/324953">https://e.lanbook.com/book/324953</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.	141 (I)	Беспроводной цифровой микроскоп Henghao 088 500X (1), ДЕФЕКТОСКОП вихретоковый Зонд ВД-96 (1), Колонки Sven Stream Mega (1), Полуавтомат сварочный Мидиком-140 А (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP-EH250 (1), СТАНОК ПЛОСКОШЛИФ. 371 М1 (1), СТАНОК ПОПЕР.СТРОГ.7А311 (1).	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional,

		СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТ 1А616 (1), СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТ 1К62 (1), СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТ 1П611 (2), СТАНОК ТОКАРНО-ВИНТ.1К62 (2), СТАНОК ТС-75 (1), СТАНОК УНИВ.ФРЕЗЕР.675 (1), СТАНОК УНИВ.ФРЕЗЕР.6Н82 (1), Установка индукционного нагрева ИМ 15-8-50/WS-0.6-2 (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	144a (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	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.

Вопросы для самоконтроля.

1. Дайте определение силы как вектора.
2. Что надо знать, чтобы характеризовать силу как вектор?
3. Является ли момент сил относительно точки вектором?
4. Как определяется вектор равнодействующей несколько сил?
5. Как определяются проекции силы на оси в прямоугольной системе координат (на примере)?
6. Что такое опоры и какую функцию они несут?
7. Сколько реакций будет в "закреплении"?
8. Сколько и каких реакций будет в подвижной и неподвижной опорах?
9. Сколько уравнений равновесия надо составить для балки на двух опорах под воздействием внешних сил.
10. Сколько уравнений равновесия надо составить для балки с шарниром, находящейся в равновесии при действии на нее внешних сил?

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

## Вопросы на зачет.

1. Сила, линия действия силы. Проекция силы на ось. Проекция силы на плоскость.
2. Алгебраический момент силы относительно точки. В каком случае момент силы относительно точки равен нулю.
3. Связи, виды связей. Реакции связей и их направления.
4. Плоская система; условие равновесия плоскостей системы в алгебраической форме.
5. Равнодействующая сила. Система сходящихся сил. Условие равновесия системы сходящихся сил.
6. Момент силы относительно оси. Момент пары сил как вектор.
7. Параллельный перенос силы. Главный вектор и главный момент.
8. Точки системы сил, условия равновесия.
9. движения точки: абсолютное, относительное, переносное.

10. Скорости и ускорения. Переносная скорость и ускорение.
11. Теорема о сложении ускорений в общем случае (теорема Кориолиса).
12. Определение величины и направления ускорения Кориолиса.
13. Плоскопараллельное движение тела.
14. Определение абсолютной скорости точки тела, мгновенный центр скоростей.
15. Определение абсолютного ускорения точки тела методом полюса.
16. Векторный способ задания движения точки. Определение ускорения.
17. Координатный способ задания движения точки.
18. Естественный способ задания движения точки. Определения скорости и ускорений.
19. Что такое кинетическая энергия точки и системы?
20. Определение кинетической энергии твердого тела при поступательном, вращательном и плоском движениях.
21. Вычисление работы силы на бесконечно малом перемещении точки приложения силы.
22. Вычисление работы на конечном перемещении точки приложения силы.
23. Теорема об изменении кинетической энергии.