

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

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

02.02.2022 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, 8

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	2	часов
Лабораторные работы	4	часов
Практические занятия	-	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	6	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	8	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)			
25.01.2022	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	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

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

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 07.02.2022 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.	<p><b>знания:</b> Знает физико-механические и физико-химические свойства составляющих композиционных материалов, методы прогнозирования прочности композитов при сложном нагружении.</p> <p><b>умения:</b> Умеет определять физико-механические и физико-химические показатели составляющих композиционный материал и механические свойства конструкционного композиционного материала.</p> <p><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.</p>
	ПК-2.2 Определяет физико-химические, эксплуатационные и технологические свойства машиностроительных материалов и изделий по марке материала	<p><b>знания:</b> Знает методы определения физико-механических и физико-химических свойств составляющих композицию материалов и составленного композицию композиционного материала.</p> <p><b>умения:</b> Умеет проводить механические и физико-химические испытания составляющих композицию материалов и композиционного конструкторского материала, используемого в машиностроении.</p> <p><b>навыки:</b> Имеет навыки работы на измерительном оборудовании и приборах по определению физико-механических и физико-химических свойств композиционных материалов и составляющих композицию материалов.</p>

## 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: Материаловедение и технология конструкционных материалов (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 и технология композиционных материалов</b>	<b>36</b>	ПК-2
Лекция. Правила аддитивности для волокнистого композита, работающего при плоском напряженном состоянии. Гибридные композиты; прогнозирование прочности для плоского напряженного состояния.	2	
Лабораторная работа. Определение прочности композита при трехточечном изгибе.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: - 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 (напряжении). - Влияние прочности матрицы (в сравнении с прочностью армирующих волокон) на характер разрушения однонаправленного композита. Правила армирования волокнистого композита, работающего при плоском напряженном состоянии.	32	
Иная контактная работа:	0	

#### 8 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Механика и технология композиционных материалов</b>	<b>72</b>	ПК-2
Лабораторная работа. Расчет прочности КМ в зависимости от гранулометрического состава включения. Расчет прочности КМ в зависимости от объемной доли включения. Проектирование и	2	

технология изготовления пластиков с дискретными волокнами.		
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Самостоятельное изучение тем: - Основные сведения о композиционных материалах, примеры изделий из композиционных материалов. - Компоненты, используемые для производства композиционных материалов. - Производство металлических композиционных материалов. - Производство полимерных композиционных материалов. - Углерод-углеродные, керамические и гибридные композиционные материалы. - Методы определения механических свойств композиционных материалов.	70	
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	50

	подготовки: "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств" / А. М. Адаскин [и др.]. Москва: Юрайт, 2013. - 535 с. ISBN 978-5-9916-2867-9. Экземпляры: всего 50.	
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.	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.	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>
5.	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.volgattech.net/books/Krasheninnikov_Teoriya_i_tekhnologiya_izgotovleniya_poroshkovykh_nemetallicheskikh_i_kompozitsionnykh_materialov_2022.pdf">https://portal.volgattech.net/books/Krasheninnikov_Teoriya_i_tekhnologiya_izgotovleniya_poroshkovykh_nemetallicheskikh_i_kompozitsionnykh_materialov_2022.pdf</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, 2022. - 412 с. ISBN 978-5-8114-9983-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/202157">https://e.lanbook.com/book/202157</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	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система

		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), 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)	"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
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	Зачтено

### 7.1. 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 по дисциплине «Механика и технология конструкционных материалов»***

1. Дайте определение композиционных материалов
2. Приведите примеры классификации композиционных материалов (по материаловедческому, конструкционному, технологическому, эксплуатационному принципам)
3. Обоснуйте необходимость получения композитов
4. Какие требования предъявляют к полимерным матрицам?
5. Дайте общую характеристику металлических матриц.
6. Дайте общую характеристику полимерных матриц.
7. Дайте общую характеристику керамических матриц.
8. Дайте определение и перечислите термореактивные полимеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.
9. Назовите термопластичные полимеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.
10. Назовите эластомеры, используемые в качестве полимерной матрицы композита, и выделите их достоинства и недостатки.
11. Какие существуют наполнители ПКМ, какие требования к ним предъявляют?
12. Дайте характеристику дисперсных наполнителей, какова основная цель их введения?
13. Дайте характеристику волокнистых наполнителей, какова основная цель их введения?
14. Дайте характеристику листовых и объемных наполнителей, какова основная цель их введения?
15. Что такое препреги?
16. Какие технологические методы получения препрегов существуют?
17. Что такое сотовый наполнитель, как он изменяет свойства материала?
18. Какие волокна используют для создания ПКМ, приведите их сравнительную характеристику.



19. Как получают стеклянные волокна, какими свойствам они обладают?
20. Как получают углеродные волокна, какими свойствам они обладают?
21. Как получают борные волокна, какими свойствам они обладают?
22. Как получают органические волокна, какими свойствам они обладают?
23. Что представляют тканые и нетканые упрочняющие элементы?
24. Каковы основные цели создания ПКМ?
25. Назовите принципиальные недостатки ПКМ, чем они вызваны?
26. Назовите факторы, приводящие к улучшению свойств ПКМ.
27. Какие параметры определяют фазовую структуру ПКМ, как они влияют на свойства ПКМ?
28. Что такое аппреты, компатибилизаторы? Приведите примеры этих соединений.
29. Какие способы получения ПКМ Вы знаете?
30. Что такое смешение, какая подготовка компонентов ПКМ выполняется перед смешением?
31. Каким образом проводят модификацию поверхности наполнителя для улучшения совмещения компонентов ПКМ?
32. В чем заключается подготовка углеродных, арамидных волокон?
33. Как совмещаются дисперсные и волокнистые наполнители с полимером?
34. Как производят смешение полимера с малым количеством добавки, пластификатором, с другим полимером. В чем суть диспергирующего смешения?
35. Что такое полимеризационное наполнение?
36. Какие способы проведения полимеризационного наполнения Вы знаете? В чем их суть?
37. С какой целью проводят процессы модификации матрицы?
38. Сравните традиционный процесс получения ПКМ смешением и метод полимеризационного наполнения.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

**Вопросы, выносимые на зачет**

39. Волокна, используемые для армирования металлов и сплавов.
40. КМ на полимерной основе. Виды матриц.
41. Псевдосплавы. Определение. Виды.
42. Технологии получения полимерных композиционных материалов: пултрузия,

экструзия.

43. Псевдосплавы. Закономерности пропитки под давлением: закон Дарси, пропитка в ламинарном режиме, пропитка в турбулентном режиме.
44. Методы получения пористых каркасов
45. Псевдосплавы. Закономерности пропитки под давлением: пропитка в переходном режиме, пропитка под низким давлением.
46. КМ на полимерной основе. Виды наполнителей.
47. Псевдосплавы. Специальные виды пропитки: термоосмос, ультразвуковая пропитка, пропитка в электрическом поле.
48. Технологии получения полимерных композиционных материалов: прессования, литье под давлением, автоклавный метод литья под давлением.
49. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: самопроизвольная пропитка. Технологический процесс.
50. Технология производства слоистых пластиков: гетинакс, текстолит, слоистые стеклопластики.
51. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: непрерывная пропитка. Технологический процесс.
52. Керамические композиционные материалы. Виды. Применение.
53. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: вакуумная пропитка. Технологический процесс.
54. Керамические композиционные материалы. Технология производства: аксиальное прессование.
55. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: пропитка под давлением. Технологический процесс.
56. Керамические композиционные материалы. Технология производства: изостатическое прессование.
57. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: ультразвуковая пропитка. Технологический процесс.
58. Керамические композиционные материалы. Технология производства: инъекционное литье.
59. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: магнитодинамическая пропитка. Технологический процесс.
60. Технологии получения полимерных композиционных материалов: контактное формование, намотка, напыление.
61. Волокна для армирования керамических матриц. Виды. Назначение.
62. Матрицы для получения керамических композиционных материалов. Виды.

Назначение.