

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.1.2.6 Механика и технология композиционных материалов

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки (специальность)	15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Квалификация выпускника	Бакалавр (бакалавр/магистр/специалист)
Направленность	Технология машиностроения

Курс	3
Семестр	6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	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	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	6	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

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-1 Способен выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий	ПК-1.1 Знает марки и свойства материалов, используемых в машиностроении.	<b>знания:</b> знает свойства составляющих композицию материалов. <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ПК-1.2 Определяет технологические свойства изделий по марке материала.	<b>знания:</b> знает методы определения механических характеристик КМ <b>умения:</b> умеет определять механические характеристики материалов расчетными и опытными методами. <b>навыки:</b> владеет навыками определения механических характеристик КМ расчетными и опытными методами.
	ПК-1.3 Способен выявлять причины дефектов при изготовлении изделий.	<b>знания:</b> знает методы определения качества изготовления изделий из композитов. <b>умения:</b> умеет использовать методы определения качества изготовления изделий из композитов. <b>навыки:</b> владеет методами определения качества изготовления изделий из композитов.

## 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 (ПК-1), Химия конструкционных материалов (ПК-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 (ПК-1), Подготовка и сдача государственного экзамена (ПК-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, процедуры самообучения, лабораторные занятия, практические занятия

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

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**6 семестр**

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>16</b>	ПК-1
Лекция. Введение. Структура композиционных материалов	1	
Лекция. Дисперсноупрочненные материалы	1	
Лекция. Слоистые материалы	1	
Лекция. Радиопрозрачные материалы.	1	
Лекция. Волокнистые материалы	1	
Лекция. Практическое применения композиционных материалов	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Освоение теоретического материала, подготовка к лекционным занятиям	10	
<b>ТЕХНОЛОГИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>92</b>	ПК-1
Лекция. Основные сведения о композиционных материалах	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.	4	
Лекция. Основные понятия механики композиционных материалов	1	
Лабораторная работа. Расчет прочности КМ в зависимости от гранулометрического состава включения. Расчет прочности КМ в зависимости от объемной доли включения. Расчет среднего расстояния между частицами в зависимости от их объемной доли.	3	
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.	3	
Лекция. Производство металлических композиционных материалов	2	
Лабораторная работа. Смачивание и растекание. Капиллярное давление. Самопроизвольная пропитка. Закон Дарси. 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 каркасов.	5	
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	5	

открытых и закрытых формах методом прямого компрессионного формования, формирование изделий по RTM-процессу, формирование 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		
Лекция. Углерод-углеродные, керамические и гибридные композиционные материалы	1	
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.	5	
Лекция. Методы определения механических свойств композиционных материалов	1	
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.	5	
Лекция. Применение композиционных материалов	1	
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.	50	
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 **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 хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## 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] : [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 50.	50
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 10.	10
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>

### 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-EX250 (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)	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
2.	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, 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 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 практических работ	отлично

#### 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 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.
- 
1. Какие существуют наполнители ПКМ, какие требования к ним предъявляют?
  2. Дайте характеристику дисперсных наполнителей, какова основная цель их введения?
  3. Дайте характеристику волокнистых наполнителей, какова основная цель их введения?
  4. Дайте характеристику листовых и объемных наполнителей, какова основная цель их введения?
  5. Что такое препреги?
  6. Какие технологические методы получения препрегов существуют?
  7. Что такое сотовый наполнитель, как он изменяет свойства материала?
  8. Какие волокна используют для создания ПКМ, приведите их сравнительную характеристику.
  9. Как получают стеклянные волокна, какими свойствам они обладают?
  10. Как получают углеродные волокна, какими свойствам они обладают?
  11. Как получают борные волокна, какими свойствам они обладают?
  12. Как получают органические волокна, какими свойствам они обладают?
  13. Что представляют тканые и нетканые упрочняющие элементы?
- 
1. Каковы основные цели создания ПКМ?
  2. Назовите принципиальные недостатки ПКМ, чем они вызваны?
  3. Назовите факторы, приводящие к улучшению свойств ПКМ.
  4. Какие параметры определяют фазовую структуру ПКМ, как они влияют на свойства ПКМ?
  5. Что такое аппреты, компатибилизаторы? Приведите примеры этих соединений.

1. Какие способы получения ПКМ Вы знаете?
2. Что такое смешение, какая подготовка компонентов ПКМ выполняется перед смешением?
3. Каким образом проводят модификацию поверхности наполнителя для улучшения совмещения компонентов ПКМ?
4. В чем заключается подготовка углеродных, арамидных волокон?
5. Как совмещаются дисперсные и волокнистые наполнители с полимером?
6. Как производят смешение полимера с малым количеством добавки, пластификатором, с другим полимером. В чем суть диспергирующего смешения?
7. Что такое полимеризационное наполнение?
8. Какие способы проведения полимеризационного наполнения Вы знаете? В чем их суть?
9. С какой целью проводят процессы модификации матрицы?
10. Сравните традиционный процесс получения ПКМ смешением и метод полимеризационного наполнения.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

***Вопросы, выносимые на экзамен***

11. Волокна, используемые для армирования металлов и сплавов.
12. КМ на полимерной основе. Виды матриц.
13. Псевдосплавы. Определение. Виды.
14. Технологии получения полимерных композиционных материалов: полтрузия, экструзия.
15. Псевдосплавы. Закономерности пропитки под давлением: закон Дарси, пропитка в ламинарном режиме, пропитка в турбулентном режиме.
16. Методы получения пористых каркасов
17. Псевдосплавы. Закономерности пропитки под давлением: пропитка в переходном режиме, пропитка под низким давлением.
18. КМ на полимерной основе. Виды наполнителей.
19. Псевдосплавы. Специальные виды пропитки: термоосмос, ультразвуковая пропитка, пропитка в электрическом поле.
20. Технологии получения полимерных композиционных материалов: прессования, литье под давлением, автоклавный метод литья под давлением.
21. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: самопроизвольная пропитка. Технологический процесс.
22. Технология производства слоистых пластиков: гетинакс, текстолит, слоистые

стеклопластики.

23. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: непрерывная пропитка. Технологический процесс.
24. Керамические композиционные материалы. Виды. Применение.
25. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: вакуумная пропитка. Технологический процесс.
26. Керамические композиционные материалы. Технология производства: аксиальное прессование.
27. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: пропитка под давлением. Технологический процесс.
28. Керамические композиционные материалы. Технология производства: изостатическое прессование.
29. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: ультразвуковая пропитка. Технологический процесс.
30. Керамические композиционные материалы. Технология производства: инъекционное литье.
31. Псевдосплавы. Технологические схемы пропитки: магнитодинамическая пропитка. Технологический процесс.
32. Технологии получения полимерных композиционных материалов: контактное формование, намотка, напыление.
33. Волокна для армирования керамических матриц. Виды. Назначение.
34. Матрицы для получения керамических композиционных материалов. Виды. Назначение.

Пример экзаменационного билета №0

1. КМ на полимерной основе. Виды матриц.
2. Керамические композиционные материалы. Технология производства: аксиальное прессование.