

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Механика композитов

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия композиционных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Зиятдинова А.Б. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Anna.Ziyatdinova@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1	способностью использовать и развивать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач
ОПК-2	владением современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации
ПК-2	владением теорией и навыками практической работы в избранной области химии

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области полимерных композиционных материалов.

Должен уметь:

- ставить задачу и выполнять научно-исследовательские работы при решении конкретных задач по направлению подготовки;

- использовать знания о механических, реологических и теплофизических характеристиках полимеров для получения полимерных композиционных материалов с оптимальными свойствами.

Должен владеть:

- навыками получения полимеров с использованием современных технологических приёмов их переработки в изделие - волокно, плёнку, композиционный материал;

- практическими навыками получения полимерных композиционных материалов и анализа их свойств

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять свои знания в научно-исследовательской работе

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Химия композиционных материалов)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 20 часа(ов), в том числе лекции - 10 часа(ов), практические занятия - 10 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 52 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные методы механических испытаний полимеров и поведение полимерных материалов под нагрузкой	3	2	0	0	10
2.	Тема 2. Вязкоупругость и модели вязкоупругого поведения полимеров	3	2	2	0	10
3.	Тема 3. Деформационно-прочностные свойства и механика разрушения полимеров	3	2	2	0	12
4.	Тема 4. Адгезионное взаимодействие в композиционных материалах	3	2	2	0	8
5.	Тема 5. Механическое поведение композиционных материалов на основе полимерной матрицы	3	2	4	0	12
	Итого		10	10	0	52

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. Основные методы механических испытаний полимеров и поведение полимерных материалов под нагрузкой

лекционное занятие (2 часа)

Механические свойства полимеров ? определение. Виды деформации (растяжение, сдвиг, всестороннее сжатие). Связь между модулями упругости при различных видах деформации. Особенности диаграмм напряжение-деформация полимера при растяжении. Методы оценки ползучести и релаксации напряжения полимерного образца. Методы динамических механических испытаний. Другие методы механических испытаний.

###### Тема 2. Вязкоупругость и модели вязкоупругого поведения полимеров

лекционное занятие (2 часа)

Понятие вязкоупругости. Механическое демпфирование или потери в полимерном материале. Уравнения Гука и Ньютона-Стокса. Понятие идеально упругого и идеально вязкого элементов. Модели вязкоупругого поведения полимера: модель Максвелла, модель Фойгта и модель Бюргерса. Релаксационные свойства полимерных материалов ? релаксация напряжения и ползучесть. Примеры использования обобщенной модели. Принцип температурно-временной суперпозиции.

практическое занятие (2 часа)

Разбор и анализ лекционного материала, подготовка и написание контрольной работы.

###### Тема 3. Деформационно-прочностные свойства и механика разрушения полимеров

лекционное занятие (2 часа)

Деформационно-прочностные свойства. Модели вязкоупругого поведения полимера при его деформировании с постоянной скоростью. Диаграммы напряжение-деформация аморфных полимеров. Прочность и деформация при разрыве. Хрупкое разрушение полимеров. Теоретические прочность и упругость хрупких материалов. Дефекты ? концентраторы напряжений. Теория разрушения Гриффита. Диаграммы напряжение-деформация аморфных полимеров выше температуры хрупкости. Диаграммы напряжение-деформация аморфных полимеров в высокоэластическом состоянии. Ударная прочность полимеров. Усталостная прочность и долговечность полимеров.

практическое занятие (2 часа)

Разбор и анализ лекционного материала

###### Тема 4. Адгезионное взаимодействие в композиционных материалах

лекционное занятие (2 часа)

Поверхность раздела в композиционных материалах и адгезионное взаимодействие. Смачивание поверхности и поверхностное натяжение. Методы определения угла смачивания. Механизмы адгезионного взаимодействия. Способы усиления адгезионного взаимодействия полимерного связующего с неорганическими волокнами. Влияние адгезионного взаимодействия между волокном и полимерной матрицей на механические свойства волокнистых композитов. Стандартное тестирование на адгезионную прочность для ?неволокнистых? материалов. Адгезионное взаимодействие на границе раздела волокно-матрица. Макро- и микромеханическое тестирование для определения адгезионной прочности на границе раздела волокно-матрица. Явление фрагментации. Фрагментация волокна в композиционном материале и определение напряжения сдвига на границе волокно-матрица. Явление транскристаллизации.

практическое занятие (2 часа)

Разбор и анализ лекционного материала, подготовка и написание контрольной работы.

#### **Тема 5. Механическое поведение композиционных материалов на основе полимерной матрицы**

лекционное занятие (2 часа)

Волокнистый композиционный материал на основе полимерной матрицы. Максимально плотная упаковка волокон. Анизотропия волокнистых композитов. Модули упругости Юнга волокнистых композитов.

Микромеханические модели определения модулей Юнга композита вдоль и поперек волокон. Прочность композита и правило смесей. Объемный характер разрушения волокнистых композитов. Статистические модели разрушения волокнистых композитов.

практическое занятие (4 часа)

Разбор и анализ лекционного материала.

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

#### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

#### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

А.Н. Полилов ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕХАНИКА КОМПОЗИТОВ - <http://baumanpress.ru/books/507/507.pdf>

МЕХАНИКА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ (сборник трудов) -

<http://www.issp.ac.ru/ebooks/conf/mkmk2012.1.pdf>

Механика разрушения композиционных материалов. Т. Фудзии, М. Зако пер. с японского 113 стр.? М.: Мир, 1982. ? 232с, ил - <http://www.vokb-la.spb.ru/contents/44/index.html>

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Работа студента заключается в четкой организованности своей деятельности. Слушание лекции требует напряженного, сосредоточенного внимания, поэтому надо подготовиться к записи до начала занятий. Чтобы легче запомнить излагаемый материал, необходимо его понять, разобраться в системе научных понятий, которую дает лектор. Слушание учебной лекции - это необходимое, но не достаточное условие сознательного и прочного усвоения знаний. Лекцию необходимо записать - только тогда лекция станет источником для дальнейшей самостоятельной работы, работы с учебниками и научной литературой.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);

- основной (использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);

- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация).

Практические занятия проводятся под руководством преподавателя в учебной аудитории. Они направлены на усвоение и углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются, в том числе, и практические умения (вычисления, расчеты, использование таблиц, справочников, диаграмм, навыки проведения лабораторных опытов).

Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только к получению правильного ответа, но и усвоить общий метод решения подобных задач. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную общую тетрадь.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**



Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Химия композиционных материалов".

### Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия композиционных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

#### Основная литература:

1. Полилов, А.Н. Этюды по механике композитов. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2016. ? 320 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/91165>
2. Полимерные композиционные материалы : прочность и технология / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян .? Долгопрудный : Интеллект, 2010 .? 347 с.
4. Носов, В.В. Механика композиционных материалов. Лабораторные работы и практические занятия. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2013. ? 240 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/30427>
5. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения. [Электронный ресурс] / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2013. ? 512 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5842>
6. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров. [Электронный ресурс] / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева. ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2014. ? 368 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/51931>
7. Болтон, У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : ДМК Пресс, 2010. ? 319 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/61016>

#### Дополнительная литература:

1. Физико-химия полимеров : учебное пособие для студ. хим. и хим.-технол. спец. высш. учеб. заведений .? Москва : Госхимиздат, 1968 .? 536 с.
2. Химия и физика полимеров : Учеб. для хим.-технол. вузов / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнева .? М. : Высш. шк., 1988 .? 312с.
3. Шаповалов, В.М. Введение в механику течения волокнонаполненных композитов. [Электронный ресурс] / В.М. Шаповалов, С.В. Лапшина. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2006. ? 176 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59410>
4. Петровичев, Р.Г. Композиты на минеральных заполнителях: Учеб. пособие в 2 томах. Т.1. Механика строительных композитов. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Горная книга, 2005. ? 331 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3264>
5. Жуков, В.Г. Механика. Сопротивление материалов. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? СПб. : Лань, 2012. ? 416 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3721>
6. Физикохимия полимеров. : Учеб. пособие для хим. и хим.-технол. спец. вузов. 3-е изд., перераб. ? М. : Химия, 1978 .? 544с.
7. Говарикер, В.Р. Полимеры. ? М. : Б.и., 1990 .? 396с.



**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Химия композиционных материалов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.