

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ФСТ

С.В. Ананьин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.9 «Механика композиционных материалов»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **22.03.01  
Материаловедение и технологии материалов**

Направленность (профиль, специализация): **Композиционные материалы**

Статус дисциплины: **часть, формируемая участниками образовательных отношений (вариативная)**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	Е.С. Ананьева
Согласовал	Зав. кафедрой «ССМ»	С.В. Ананьин
	руководитель направленности (профиля) программы	Е.С. Ананьева

г. Барнаул

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-4	способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации	<p>Механизмы формирования прочности полимерных композитов. Модели и методы прочностного проектирования конструкций из композитов. Микро- и макромеханики разрушения композиционных материалов. Метод конечных элементов. Влияние технологии изготовления на формирование напряженного состояния композитных конструкций. Длительная прочность, прогнозирование срока службы композитов.</p>	<p>Применять основные теории прочности для прогнозирования срока службы и величины остаточной прочности полимерных композиционных материалов. Использовать при формировании КМ, под заданные условия эксплуатации, современные представления о структурообразующих процессах на микро и макромасштабах материалов. Производить расчеты упруго-прочностных характеристик композитов по определенным моделям и методикам. Применять метод конечных элементов для прогнозирования прочности и напряженного состояния конструкций из ПКМ.</p>	<p>Навыками выбора компонентов композиционных материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, надежности и долговечности. Навыками использования принципов и методик комплексных исследований, испытаний и диагностики композиционных полимерных материалов, изделий.</p>
ПК-5	готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации	<p>Методы исследования, испытаний и сертификации компонентов, материала и изделий. Особенности испытаний термопластов, реактопластов,</p>	<p>-подготавливать образцы для испытаний; - назначать режимы испытаний; - уметь обрабатывать результаты испытаний и формировать</p>	<p>Методами исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств полимерных и полимерных композиционных материалов.</p>

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
		наполненных и армированных материалов. Методологию обработки результатов испытаний и формирование протоколов.	протоколы; - определять упругие и прочностные характеристики сложных систем: на сжатие, растяжение, изгиб, ударную вязкость; - связывать структуру и свойства материала; - применять термический анализ для исследования и контроля качества полимерных и резинотехнических изделий.	

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Конструкции из композиционных материалов, Методы испытаний полимерных и композиционных материалов, Химическая физика поверхности
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выпускная квалификационная работа, Композиционные материалы с дисперсным наполнением, Методы контроля качества композиционных материалов, Научно-исследовательская работа, Технология модификации свойств материалов

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

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы
	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная	

		работы	занятия	работа	обучающегося с преподавателем (час)
очная	17	34		57	60

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

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 6**

**Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Определение композиционного материала с позиции механики сплошных сред. Классификация композиционных материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [1,3,7,9]** Определение композиционного материала с позиции механики сплошных сред. Терминология и основные понятия физикохимии композиционных материалов. Классификация композиционных материалов. Классификация композиционных материалов как гетерогенных систем по природе и состоянию фаз и фазовой структуре. Напряжения. Тензор напряжения. Деформация. Тензор деформации. Объемная деформация. Инвариант деформированного состояния. Физико-химические закономерности формирования гетерофазных структур.

**2. Анизотропия упруго-прочностных свойств и конструкционная прочность. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [1,4,9]** Анизотропия и конструкционная прочность. Анизотропия деформации. Анизотропия упругих свойств. Тензора упругости для возможных видов макроскопической симметрии. Эффективная реализационная прочность. Факторы влияющие на конструкционную прочность.

**3. Методы определения упругих и прочностных характеристик сложных систем. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [1,2,5,7,9]** Использование в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации.

"Правило смесей" - практически применяемый подход по определению модуля упругости и прочности композиции, исходя из заданных характеристик компонентов, составляющих материал. Оценка значений верхней и нижней границе модуля упругости энергетическим методом. Вариационные методы.

**4. Особенности деформирования вязко-упругих материалов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.) [1,3,6,10]** Виды деформации. Девиатор напряжения. Пластическая деформация. Условия текучести Треска и Мизеса.

Теория линейной вязкоупругости. Спектр времен релаксации. Тангенс механических потерь. Температурно-временная аналогия.

**5. Основы прочности полимерных композитов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,3,4]** Прочность не наполненных полимеров. Термофлуктуационная природа прочности. Прочность наполненных полимерных материалов. Характеристики количественной оценки прочности. Основные задачи теории прочности. Механическая, термодинамическая и кинетическая концепции прочности. Химические превращения полимеров. Физические и фазовые состояния и переходы. Гелеобразование и отверждение. Прочность полимерных материалов, механизмы и факторы ее определяющие.

**6. Линейная и нелинейная механика разрушения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (3ч.)[1,3,9,10]** Основные положения механики разрушения. Линейная механика разрушения. Теория Гриффитса. Критическое напряжение. Подход Ирвина, коэффициент концентрации напряжений. Характеристики трещиностойкости материала. Нелинейная механика. Критерий Райса. J- интеграл. Коэффициент раскрытия трещины. Очаги разрушения. Температурная зависимость кратковременной прочности для некристаллических полимеров. Нехрупкое разрушение. Условие развития внутренней высокоэластической деформации. Разрушение в высокоэластичном состоянии. Трещины серебра.

**7. Основы прочности композиционных материалов на основе непрерывных волокон {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,6]** Основные критерии прочности армированных материалов. Прочность слоя. Физические характеристики, влияющие на прочность слоя. Виды разрушения слоя: продольное растяжение (сжатие), поперечное растяжение (сжатие), сдвиг. Методы сопротивления материалов. Статистические методы. Теория накопления повреждений Розена. Неэффективная длина. Феноменологические методы.

**8. Уравнение состояния и поведение композитов во времени {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,6,8]** Понятие вязкоупругости, варианты ее появления. Отклик тела на внешние воздействия. Условие "нестарения". Материалы с памятью. Уравнение состояния линейного вязкоупругого тела. Понятие ползучести, предела ползучести. Предел прочности при ползучести. Ядро ползучести. Теория старения. Теория упрочнения. Теория наследственности. Концентрация напряжений около отверстий в условиях ползучести.

### **Лабораторные работы (34ч.)**

**1. Лабораторные методы испытаний физико-механических характеристик материалов {работа в малых группах} (2ч.)[2,7]** Комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации. Изучение методологии исследований физико-механических свойств композиционных материалов. Основные требования к образцам. Ознакомление с соответствующими ГОСТами и стандартами ASTM. Изучение основных

конструктивных элементов, оснасток и приспособлений для проведения соответствующих исследований.

**2. Изучение механических свойств различных классов волокнистых наполнителей {работа в малых группах} (8ч.)[1,2,9]** Экспериментальная оценка прочности, определение модуля упругости по диаграммам нагружения, статистическая обработка результатов. Оценка влияния модификации поверхности на упруго-прочностные свойства.

**3. Изучение физико-механических характеристик полимерных связующих {работа в малых группах} (8ч.)[2,5,9]** Механические испытания образцов связующих эпоксидной группы на растяжение, сжатие, изгиб, ударную вязкость, которые получены при различных режимах отверждения. Оценка свойств полимерных матриц методами ДМА и ДТА. Влияние дисперсных наполнителей на реологические характеристики полимеров.

**4. Определение упруго-прочностных характеристик КМ в различных направлениях {работа в малых группах} (8ч.)[2,8,10]** В ходе механических испытаний, студенты могут наглядно убедиться в различии упруго-прочностных свойств в зависимости от направления приложения нагрузки, подтвердить анизотропность поведения КМ.

**5. Определение коэффициента Пуассона однонаправленных КМ {работа в малых группах} (8ч.)[2,8,9]** Механические испытания однонаправленных пластиков. Определяются прочность, упругость, величина продольной и поперечной деформации, коэффициент Пуассона.

### **Самостоятельная работа (57ч.)**

**1. Подготовка к лабораторным работам {творческое задание} (22ч.)[10]** Подготовка к лабораторным занятиям заключается в проработке теоретического материала по теме занятия с применением основной и дополнительной литературы. Приветствуется проработка студентом оригинальных статей с результатами аналогичных исследований. Ознакомление с методом исследования, с применяемым оборудованием. Ознакомление с соответствующим ГОСТом на метод исследования.

**2. Подготовка к контрольным работам {творческое задание} (10ч.)[1,3,6,7]** Подготовка к контрольным работам заключается в проработке теоретического и практического материала по тематике соответствующих модулей, в формировании основных концепций по каждому направлению, в умении логического построения суждения по определенным вопросам и формирования ответа даже на вопросы, не рассматриваемые на лекционных и практических занятиях, но близких по тематике.

**3. Выполнение расчетного задания {творческое задание} (25ч.)[6,6,8,9]** Предусматривает поэтапное выполнение студентом поставленной задачи с применением всех необходимых аналитических и экспериментальных данных по соответствующей тематике.

Расчетное задание выполняется с целью закрепления, углубления и обобщения

знаний, полученных студентами во время лекционных и практических занятий. Он должен научить студента пользоваться справочной литературой, ГОСТами, таблицами, голограммами, сочетая справочные данные с теоретическими знаниями, полученными в процессе обучения.

При выполнении расчетного задания особое внимание уделяется самостоятельному творчеству студента с целью развития его инициативы в решении технических и организационных задач, а также детального и творческого анализа существующих материалов и методы упрочнения.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Ананьева Е.С. курс лекций по дисциплине «Механика композиционных материалов» для студентов направления 150100 – 62 «Материаловедение и технологии новых материалов»/ Е.С. Ананьева; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. 2013 г. – 155 с. <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Ananeva-kompoz.pdf>

2. АнаньеваЕ. С. Методические указания к лабораторному практикуму по курсу «Механика композиционных материалов» для студентов специальности 150502 «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов»/ Е.С. Ананьева; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – 26с. <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/Ananeva-labprak.pdf>

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

3. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов СПб.: «Профессия», 2010.- 244 с., 10 экз.

4. Полимерные композиционные материалы: прочность и технология /С. Л. Баженов [и др.]- Долгопрудный: Интеллект, 2010. 347 с., 13 экз.

5. Ананьин, Сергей Владимирович Композиционные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Ананьин , Е. С. Ананьева , В. Б. Маркин ; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - (pdf-файл : 1,3 Мбайта) и Электрон. текстовые дан. - Барнаул : Изд-во АлтГТУ. Ч. 2. - 2007. - 94 с.  
Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/ftkm/posob-svaz.pdf>

### **6.2. Дополнительная литература**

6. Принципы создания композиционных полимерных материалов /



А.А.Берлин, С.А.Вольфсон, В.Г.Ошмян, Н.С.Ениколопов. М.: Химия, 1990-300 с., 23 экз.

7. Композиционные материалы : Справочник. В.В.Васильев, Д.В.Протасов, В.В.Болотин и др. Под ред. В.В.Васильева, Ю.М.Тарнопольского. М.: Машиностроение, 1990.- 510 с., 13 экз.

8. Композиционные материалы: Справочник под ред. Д.М.Карпиноса/ Наукова думка, Киев, 1985.-620 с., 9 экз.

9. Справочник по композиционным материалам : в 2 кн. / под ред. Дж. Любина ; пер. с англ. А. Б. Геллера, М. М. Гельмонта ; под ред. Б. Э. Геллера. - М. : Машиностроение, 1988 - . Кн. 1 / [Д. В. Росато и др.]. - 1988. - 447 с. : ил. 6 экз.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

10. <http://viam.ru>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	FAR Manager
2	LibreOffice
3	OpenOffice
4	Chrome
5	Windows
6	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным



№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
	ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
лаборатории
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».