



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО».

Руководитель ОП

Механика деформируемого твердого тела

(название образовательной программы)

 О.Н. Любимова

(подпись) (Ф.И.О.)


«25» июня 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой

Механики и математического моделирования

(название кафедры)

 А.А. Бочарова

(подпись) (Ф.И.О.)

«25» июня 2019 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Механика композитов**

Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика  
Профиль «Механика деформируемого твердого тела»  
Форма подготовки – очная

Инженерная школа  
Кафедра механики и математического моделирования  
курс 2 семестр 4  
лекции 18 час. / 0.5 з.е.  
практические занятия 18 час. / 0.5 з.е.  
лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1 з.е.  
самостоятельная работа 72 (час.) / 2 з.е.  
контрольные работы (0)  
курсовая работа / курсовой проект \_ семестр  
зачет 4 семестр  
экзамен \_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 866

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры механики и математического моделирования, протокол от 24.06.2019 № 11

Заведующий кафедрой: А.А. Бочарова

Составитель: канд. физ.-мат наук., профессор кафедры механики и математического моделирования О.Н. Любимова

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Механика композитов» предназначена для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика, профиль «Механика деформируемого твердого тела». Трудоемкость дисциплины – 3 зачетные единицы (108 академических часов), включает в себя 18 часов лекций, 18 часов практических занятий и 72 часа самостоятельной работы. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета в четвертом семестре. Дисциплина «Механика композитов» входит в вариативную часть учебного плана Б1.В.ОД.6 и является обязательной дисциплиной.

**Целью** изучения дисциплины «Механика композитов» является формирование общекультурных и профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста к использованию знаний в области современных композитных материалов при решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской и научно-исследовательской профессиональной деятельности. Знакомство с классами перспективных материалов и физическими явлениями в них.

### **Задачи дисциплины:**

1. Развитие представлений о многообразии композитных материалов, их свойствах и областях применения.
2. Изучение способов моделирования структуры композитных материалов.
3. Формирование умения определять механические характеристики композитных материалов в зависимости от свойств компонентов.
4. Формирование научного подхода к анализу механизмов создания композитных материалов с заданными свойствами.

**Интерактивные формы обучения** составляют 4 часа и включают в себя 2 часа лекционных занятий (проблемная лекция), 2 часа практических занятий (обсуждение доклада).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (элементы компетенций):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК - 1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Знает	методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий
	Умеет	планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой
ПК-1 самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью	Знает	научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов
	Умеет	использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения

установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения	Владеет	современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела
ПК - 3 овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по исследованию процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях; планировать, проведение и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов.	Знает	современные методы экспериментальной механики деформируемого твердого тела, методы планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных
	Умеет	использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.
	Владеет	современными методами экспериментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Механика композитов» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: презентации, кейс-технологии, проблемные лекции, метод анализа конкретных ситуаций, метод

разыгрывания ролей, метод игрового производственного проектирования, мозговой штурм, интерактивное занятие с применением видеоматериалов, и др.

Широкое применение получают методы: круглые столы (дискуссии, дебаты), тематические конференции, деловые игры, имитирующие реальные условия проведения исследования прочности строительных материалов и изделий.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)**

**РАЗДЕЛ 1. Место и роль конструкций из композитных материалов в промышленности и технике. Основные конструкционные материалы. (10 часов)**

**Тема 1. Определение конструкционных материалов.**

**Классификация конструкционных материалов. (1 час.)**

Определение конструкционных материалов. Отличие конструкционных материалов от других видов материалов. Требования к конструкционным материалам: конструкционная прочность, надежность, долговечность, трещиностойкость. Классификация конструкционных материалов по природе материала и по технологическому исполнению. Полимерные, металлические, керамические и углеродные конструкционные материалы.

**Тема 2. Конструкционные металлические и неметаллические материалы (1 час.)**

Значение металлических конструкционных материалов. Области применения. Классификация металлических конструкционных материалов: по химическому составу, по технологии изготовления, по эксплуатационным свойствам. Особенности кристаллического строения металлических

конструкционных материалов: микроскопическая структура, макроструктура, поликристаллическая структура, монокристаллическая структура. Кристаллические решетки: основные типы, их несовершенства. Роль полимерных, керамических, углеродных и композиционных материалов в технике и промышленности. Полимерные материалы, общие свойства, классификация. Керамические и углеродные материалы, классификация, свойства, сферы применения. Композиционные материалы. Классификация, свойства, области применения.

### **Тема 3. Технологии производства конструкционных материалов (проблемная лекция) (2 час.)**

Металлургическая промышленность: черная металлургия, цветная металлургия. Стали. Классификация сталей по структуре: аустенит, феррит, мартенсит, бейнит, перлит. Классификация сталей по назначению: конструкционные (углеродистые и легированные), инструментальные. Классификация по качеству: обыкновенные, качественные, высококачественные, особо высококачественные. Выплавка стали: кислородно-конверторный процесс, мартеновский процесс, электросталеплавильный процесс. Получение керамики. Спекание. Спекание без приложения давления, горячее прессование и спекание под давлением, горячее изостатическое прессование, СВС-консолидация, взрывное прессование. Получение полимеров (пластмассы, термопласты, терморезистивные полимеры). Поликонденсация, полимеризация. Получение углеграфитовых материалов, углерод-углеродных материалов. Карбонизация. Получение аморфных материалов (метглассы, металлические стекла, аморфные магнетики).

### **Тема 4. Литье (1 час.)**

Литейное производство. Процесс литья. Показатели литейных свойств: жидкотекучесть, ликвация, усадка, трещинообразование, поглощение газов. Литейные сплавы: сталь, алюминиевые литейные сплавы, титановые

литейные сплавы, неметаллические соединения. Способы получения отливок: Формы. Работа с ними. Литье в песчано-глинистые формы. Специальные методы литья: кокильное литье, разовые модели.

### **Тема 5. Обработка материалов резанием и давлением (2 час.)**

Резание материалов. Операции резания: точение, строгание, долбление, протягивание, развертывание, шлифовка, фрезерование. Станки металлорежущие. Их классификация: назначение, тип, степень точности, компоновка, масса, автоматизация. Типы: токарные, сверлильные, фрезерные. Назначение: универсальные, широкоуниверсальные, широкого назначения, специализированные, специальные. Компоновка: горизонтальные, вертикальные. Степень точности: нормальная, повышенная, высокая, особо высокая, особо точная. Автоматизация: ручное управление, полуавтомат, автомат, программное управление. Классификация по виду относительного движения: установочное, движение резания, вспомогательное. Обработка давлением. Способы обработки материалов давлением: прокатка, ковка, объемная листовая штамповка, прессование, волочение. Процесс прокатки. Сортамент профилей: сортовой прокат (простая геометрическая форма, сложная геометрическая форма, общее назначение, специальное назначение, цветные металлы и их сплавы), листовой прокат (толстолистовой, тонколистовой, по назначению), трубный прокат (сварной, бесшовный), специальные виды проката (бандажи, пояса, кольца). Операцииковки: осадка, протяжка, прошивка, гибка, скручивание.

### **Тема 6 . Сварка материалов. ( 1 час)**

Технологический процесс сварки. Свариваемость. Особенности структуры и свойств сварных соединений. Способы сварки: сварка плавлением, сварка с припоем, сварка давлением. Типы сварки плавлением: газовая сварка, электрическая дуговая сварка, ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка под флюсом, дуговая сварка в защитных газах (сварка в инертных газах, сварка в углекислом газе), плазменная сварка,

электрошлаковая сварка. Сварка с предварительным подогревом: контактная сварка (стыковая, точечная, шовная), диффузионная сварка. Сварка без предварительного подогрева: сварка трением, сварка взрывом. Пайка.

## **РАЗДЕЛ 2. Современные конструкционные композиционные материалы и наноматериалы. (8 час.)**

### **Тема 1. Порошковая металлургия. Конструкционная керамика. Функциональная керамика (проблемная лекция) (2 час.)**

Порошковая металлургия как отрасль технологии. Особенности и преимущества порошковой металлургии: изготовление материалов с заранее заданным составом, экономия расхода материалов и сокращение отходов, замена дефицитных металлов и сплавов с сохранением свойств изделия. Технологии формования: холодное прессование (одностороннее и двустороннее), горячее прессование, гидростатическое прессование, мундштучное прессование, прокатка. Спекание. Механическая обработка спеченных изделий. Определение керамики. Классы керамических изделий. Конструкционная и функциональная керамика. Оксидная керамика (силикаты и стеклокерамика). Оксидная белая, оксидно-карбидная черная, смешанная керамика. Безкислородная керамика (карбиды, нитраты, бориды). Тугоплавкие соединения, Двойные, тройные и другие сложные тугоплавкие соединения. Галогениды (фториды, йодиды, бориды, хлориды). Гидриды.

Классификация керамики по функциональному назначению. Промышленная и строительная керамика, высокотемпературная керамика, инструментальная керамика, ядерная керамика, химическая керамика, сенсорная керамика, биологическая керамика, оптическая керамика, проницаемая керамика, керамика для электротехники и электроники, магнитная керамика. Состав, форма, размеры и структура керамических изделий: содержание компонентов, содержание фазовых составляющих, структурные показатели, форма и размеры, технико-экономические показатели.



## **Тема 2. Определение наноматериалов. Типы наноматериалов. Применение нанотехнологий к конструкционным материалам (2 час)**

Наноматериалы и нанотехнологии. Типы наноматериалов. Нанопористые структуры, наночастицы (полупроводниковые наноструктуры, приборы), магнитные наноструктуры (сверхплотная запись и хранение информации, супермагнетизм, квантовые компьютеры) молекулярные наноструктуры, наноструктурированные поверхности и пленки (искусственные одномерные кристаллы) нанокристаллы и нанокластеры. Структура наноматериалов. Нанокompозиты. Нанокompозиты в области конструкционных материалов. Изготовление наноструктурных керамических и композиционных изделий точной формы. Создание наноструктурных твердых сплавов для производства режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью. Создание наноструктурных защитных термо- и коррозионностойких покрытий. Углеродные нанотрубки. Графен.

## **Тема 3. Определение полимерного композита. Классификация композитов. Композитные материалы слоистой структуры (2 час.)**

Композит как неоднородная сплошная среда. Наполнитель, его роль в составном материале, виды наполнителя. Связующее, роль связующего, виды связующего. Граница раздела фаз. Принцип эквивалентной гомогенности, гипотеза континуума. Классификация композитов по типу связующего, по веществу наполнителя, по форме наполнителя, по ориентации наполнителя, по характеру расположения наполнителя в связующем. Теоретические исследования и экспериментальное изучение композитов. Слоистые композиты, их место в общей классификации композитов. Способы изготовления слоистых композитов: «мокрая» намотка и прессование. Свойства слоистых композитов. Зависимость свойств от укладки слоев. Изотропия и анизотропия слоистых композитов. Поведение слоистых сред под нагрузкой. Теоретическое исследование слоистых композитов: классическая теория слоистых пластин, специфические эффекты

неоднородности (кромочный эффект, цилиндрический изгиб). Практическое применение слоистых композитов: преимущества и недостатки.

**Тема 4. Композитные материалы с армированной структурой. Практическое применение композитов в технике и промышленности. Перспективы развития конструкционных материалов. (проблемная лекция) (2 час.)**

Определение армированного композита. Однонаправлено армированный композит. Типы арматуры. Способы изготовления армированных композитов. Неоднородность и стохастичность микроструктуры однонаправленно армированного материала. Теоретическое и экспериментальное исследование микроструктуры стохастического композита. Исследование поведения однонаправленных композитов под нагрузкой. Задача создания композита с заранее заданными свойствами. Практическое применение однонаправленных композитов.

Применение композитов в судостроении, автомобильной промышленности, строительстве, электротехнике, авиационной, космической технике. Преимущества использования композитных материалов. Перспективы развития современных конструкционных материалов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 час., в том числе 2 часа. с использованием методов  
активного обучения)**

**Практические занятия (18/2 час.)**

**Занятие 1. Композиционные материалы, классификация, характеристика и свойства. (обсуждение доклада) (2 час.)**

1. Ознакомление с композиционными материалами. Знание их характеристик и свойств.

2. Свойства композиционного материала. Естественные композиционные материалы. Наноккомпозиты.

3. Определение показателей, на основе которых задаются фазовые соотношения композиционных материалов, сравнение их с традиционными конструкционными материалами.

### **Занятие 2. Металлические композиционные материалы (обсуждение доклада) (4 час.).**

1. Классифицирование процессов получения и обработки металлических композиционных материалов.

2. Определение зависимости физических и механических свойств металлического композиционного материала с алюминиевой матрицей от наполнителя.

3. Определение свойства слоистых металлических композиционных материалов, их состава и структуры.

### **Занятие 3. Углерод-углеродные композиционные материалы (4 час.)**

1. Описание основных характеристик, структуры углеродного волокна и его физико-механические свойства (в зависимости от типа волокна).

2. Определение схемы расположения волокон и их влияние на углерод-углеродный композиционный материал.

3. Определение принципиальных отличий в эксплуатационных характеристиках углерод-углеродных композиционных материалов отечественных и зарубежных аналогов.

4. Выводы о перспективах применения углерод-углеродных композиционных материалов.

### **Занятие 4. Керамические композиционные материалы (4 час.)**

1. Ознакомление с основными характеристиками керамических композиционных материалов.

2. Определение влияние химического состава керамических композиционных материалов на их физико-механические свойства и структуру.

3. Определение эффекта трансформационного упрочнения и влияние термической обработки керамических композиционных материалов.

4. Определение влияния армирования волокнистых керамических композитов на их свойства, учитывая материал матрицы.

### **Занятие 5. Стеклометаллокомпозит – новый перспективный высокопрочный конструкционный композиционный материал (4 час.)**

1. Ознакомление с основными характеристиками нового высокопрочного конструкционного материала – стеклометаллокомпозита.

2. Определение роли и влияния слоистой структуры стеклометаллокомпозита на его свойства как конструкционного композиционного материала.

3. Определение влияния химического состава стекла и металлического сплава на свойства стеклометаллокомпозита.

4. Установить влияние структуры стеклянного слоя на механические свойства стеклометаллокомпозита и преимущества применения алюминиевого сплава для его получения.

**Лабораторные работы - не предусмотрены**

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика деформируемого твердого тела» представлено в приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ П/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			Текущий контроль	Промежуточный контроль
1	Место и роль конструкций из композитных материалов в промышленности и технике. Основные конструкционные материалы.	ОПК-1 ПК-1, ПК-3	собеседование, конспект	вопросы к кандидатскому экзамену 1-15
2	Современные конструкционные композиционные материалы и наноматериалы	ОПК-1 ПК-1, ПК-3	собеседование, конспект	вопросы к кандидатскому экзамену 16-29

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2

#### V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО - МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ Основная литература

(печатные и электронные издания)

1. Пикуль В.В. Современные проблемы науки в области прикладной механики т. 1. Уч. для вузов. / В.В. Пикуль - Владивосток: ДВГТУ, 2005. - 523 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395334&theme=FEFU>

2. Петроченков Р. Г. Композиты на минеральных заполнителях. Уч. пособие. / Р. Г. Петроченков - М: Московский государственный горный

университет, 2005. - 331 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:394666&theme=FEFU>

3. Алимов Л.А. Строительные материалы. Учебник. / Л.А. Алимов – М: Академия, 2012. – 316 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668236&theme=FEFU>

4. А.А.Смолькин Тестовые задания по материаловедению и технологии конструкционных материалов : учебное пособие для вузов / [А. А. Смолькин, А. И. Батышев, В. И. Безпалько и др.] ; под ред. А. А. Смолькина. М:Академия, 2011. -140 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668983&theme=FEFU>

5. Н.Миллз. Конструкционные пластики : микроструктура, характеристики, применения : [учебно-справочное руководство] / Н. Миллс ; пер. с англ. С. В. Котомина. Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 549 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663898&theme=FEFU>

#### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Капитонов, А. М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=492077>

2. Адаскин А.М. Материаловедение и технология материалов / А.М. Адаскин, В.М. Зуев. - М.: Форум, 2010. - 336 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=178874>

3. Мэтьюз Ф. Композитные материалы Учебник. / Ф. Мэтьюз - М: Техносфера, 2004. - 408 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:233453&theme=FEFU>

4. Зорин, В. А. Применение интеллектуальных материалов при производстве, диагностировании и ремонте машин [Электронный ресурс] :

монография / В. А. Зорин, Н. И. Баурова. - М.: МАДИ, 2011. - 173 с.  
<http://znanium.com/bookread.php?book=462082>

5. Вереина Л.И. Металлообработка: справочник: Учебное пособие / Л.И. Вереина, М.М. Краснов, Е.И. Фрадкин; Под ред. Л.И. Вереиной. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 320 с. <http://znanium.com/bookread.php?book=363388>

6. Черный А.А. Композиционные материалы в технике и перспективы их получения при производстве отливок: Учебное пособие. / А.А. Черный, В.А. Черный. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. - 60 с.  
<http://window.edu.ru/resource/993/53993>

### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Научная электронная библиотека НЭБ:

<http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>

2. Сайт «Мой сопромат»:

<http://www.mysopromat.ru/cgi-bin/index.cgi>

3. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог:

<http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>

4. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам: <http://window.edu.ru/resource>

5. ЭБС «Консультант аспиранта»: <http://www.studentlibrary.ru/>

6. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М»: <http://znanium.com/>

7. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»:

<http://e.lanbook.com/>

8. Деформация и разрушение материалов. Ежемесячный рецензируемый научно-технический журнал:

[http://www.nait.ru/journals/index.php?p\\_journal\\_id=14](http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=14)

9. Динамика, прочность и износостойкость машин. Электронный журнал.

<http://pent.sopro.susu.ac.ru/W/ej/index.html>

10. Цифровые датчики семейства ZETSENSOR. Электронные технологии и метрологические системы: <http://www.zetlab.ru/catalog/vibrodat/>

## VI. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

№ п/п	Место расположения компьютерной техники, на которой установлено программное обеспечение, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест -15.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment №62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard № 2906/1 от 29.06.2012.
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment №62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard №2906/1 от 29.06.2012.
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов, рабочих мест - 4.	Microsoft Office - лицензия Standard Enrollment №62820593. Дата окончания 2020-06-30. Родительская программа Campus 3 49231495. Торговый посредник: JSC "Softline Trade" Номер заказа торгового посредника: Tr000270647-18. ESET NOD32 Secure Enterprise Контракт №ЭА-091-18 от 24.04.2018. Сублицензионное соглашение Blackboard №2906/1 от 29.06.2012.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы с указанием адреса	Перечень основного оборудования
1	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус А, ауд. А1017 Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Учебная мебель на 15 рабочих мест, Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox -1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.).
2	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е604а. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов.	Оборудование: Учебная мебель на 4 рабочих места, Компьютер Lenovo C360G-i3-4130T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB) 500 GB, клавиатура, компьютерная мышь - - 3 шт; Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C-1 шт.)
3	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10,	Учебная мебель на 16 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул), мультимедийный проектор OptimaEX542I



	корпус Е, ауд. Е605 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	– 1 шт; аудио усилитель QVC RMX 850 – 1 шт; колонки – 1 шт; ноутбук; ИБП – 1 шт; настенный экран; микрофон – 1 шт. Доска аудиторная.
4	690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. Е605а Помещение для хранения и профилактики учебного оборудования	Учебная мебель на 1 рабочее место

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**  
по дисциплине «Механика композитов»  
Направление подготовки  
01.06.01 Математика и механика  
Профиль «Механика деформируемого твердого тела»  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2019**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-12 недели	Проработка материала раздела 1	36 часов	Конспект лекций
2	13-18 недели	Проработка материала раздела 2	36 часов	Конспект лекций

### Методические указания по организации самостоятельной работы

Освоение материала по тематике дисциплины предполагает выполнение самостоятельной работы аспирантами, которая призвана углубить и закрепить конкретные теоретические и практические знания, полученные на аудиторных занятиях.

В рамках самостоятельной подготовки к занятиям аспиранты самостоятельно изучают вопросы по пройденным темам, используя при этом учебную литературу из предлагаемого списка, периодические печатные издания, научную и методическую информацию, базы данных информационных сетей (Интернет и др.).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Механика композитов»**  
**Направление подготовки**  
01.06.01 Математика и механика  
Профиль «Механика деформируемого твердого тела»  
**Форма подготовки (очная)**

**Владивосток**  
**2019**

# ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Механика композитов»

## Формируемые компетенции

**ОПК – 1   Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<p><b>Знает:</b> методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Общие, но не структурированные знания методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	Сформированные систематические знания методов реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий

					использованием информационно-коммуникационных технологий
<b>Умеет:</b> планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	отсутствие умений	Частично освоенное умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Сформированное умение планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
<b>Владеет:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой	не владеет	Фрагментарное применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой	В целом успешное, но не систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой	Успешное и систематическое применение навыков сбора, обработки, анализа и систематизации информации, выбора методов и средств решения задач исследования, навыков работы с вычислительной техникой

<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	незачтено	незачтено	зачтено	зачтено	зачтено
---	-----------	-----------	---------	---------	---------

**ПК - 1 самостоятельно выполнять научные исследования в области механики деформируемого твердого тела, используя соответствующий физико-математический аппарат, вычислительные методы и компьютерные технологии, с целью установление законов деформирования, повреждения и разрушения материалов; выявлять новые связи между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.	Отсутствие знаний научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей	Фрагментарные знания научных основ и закономерностей механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой	Общие, но не структурированные знания научных основ механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания научных основ и механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой	Сформированные систематические знания научных основ и механических явлений, применяемых для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой

	между структурой материалов.	материалов.	материалов.	материалов.	
<b>Умеет:</b> использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	отсутствие умений использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	Частично освоенное умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	Сформированное умение использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.
<b>Владеет:</b> современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области	не владеет современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными	Фрагментарное применение современных методов и технологий вычислительной математики и механики,	В целом успешное, но не систематическое применение современных методов технологий вычислительной	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение современных методов технологий вычислительной математики и	Успешное и систематическое применение современных методов технологий вычислительной математики и механики,



механики деформируемого твердого тела	технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела	компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела	математики и механики, компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела	механики, компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела	компьютерных технологий, применяемых в области механики деформируемого твердого тела
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	незачтено	незачтено	зачтено	зачтено	зачтено

**ПК - 3 овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по исследованию процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях; планировать, проведение и интерпретировать экспериментальные данные по изучению деформирования, повреждения и разрушения материалов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов**

Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
	1	2	3	4	5
<b>Знает:</b> современные методы экспериментальной механики деформируемого твердого тела, методы планирования	Отсутствие знаний современных методов экспериментальной механики деформируемого твердого тела,	Фрагментарные знания современных методов экспериментальной механики деформируемого твердого тела,	Общие, но не структурированные знания современных методов экспериментальной механики	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания современных методов экспериментальной механики	Сформированные систематические знания современных методов экспериментальной механики деформируемого

экспериментов и обработки экспериментальных данных	методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных	методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных	деформируемого твердого тела, методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных	деформируемого твердого тела, методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных	твердого тела, методов планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных
<b>Умеет:</b> использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.	отсутствие умений использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях	Частично освоенное умение использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях	В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях	В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях	Сформированное умение использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях
<b>Владеет:</b> современными методами исследований в области механики	не владеет современными методами исследований в	Фрагментарное применение современных методов экспериментальных	В целом успешное, но не систематическое применение современных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение современных	Успешное и систематическое применение современных экспериментальных

деформируемого твердого тела, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	области механики деформируемого твердого тела, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	исследований в области механики деформируемого твердого тела, методов обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	методов экспериментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, методов обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	методов экспериментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, методов обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов	исследований в области механики деформируемого твердого тела, методов обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов
<b>Шкала оценивания</b> (соотношение с традиционными формами аттестации)	незачтено	незачтено	зачтено	зачтено	зачтено

## Перечень оценочных средств

№ п/п	Контролируемые части дисциплины	Коды компетенций и планируемые результаты обучения		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ОПК - 1	Знает методы реализации научно-исследовательской деятельности в области математики и механики, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач с использованием информационно-коммуникационных технологий	коллоквиум	задания для зачета
		ПК –1	Знает научные основы и закономерности механических явлений, применяемые для изучения законов деформирования, повреждения и разрушения материалов, выявления новых связей между структурой материалов.		
				Умеет использовать базовый физико-математический аппарат, вычислительные методы и методы компьютерного моделирования для выявления новых связей между структурой материалов, характером внешних воздействий и процессами деформирования и разрушения.	
		ПК 3	Знает современные методы экспериментальной механики деформируемого твердого тела, методы планирования экспериментов и обработки экспериментальных данных		
2	Практическая часть	ОПК - 1	Умеет планировать и осуществлять научно-исследовательскую деятельность с применением современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Доклад	
			Владеет навыками сбора, обработки, анализа и		

			систематизации информации; выбора методов и средств решения задач исследования, навыками работы с вычислительной техникой		
		ПК –1	Владеет современными методами и технологиями вычислительной математики и механики, компьютерными технологиями, применяемыми в области механики деформируемого твердого тела	Доклад	
		ПК -3	Умеет использовать экспериментальные методы исследований процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.	Расчетно-графические работы	
			Владеет современными методами экспериментальных исследований в области механики деформируемого твердого тела, методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов		

# КОМПЛЕКСЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

## Вопросы для коллоквиума

по дисциплине «Механика композитов»

(наименование дисциплины)

### Раздел «Наноматериалы».

1. Наноматериалы и нанотехнологии.
2. Типы наноматериалов.
3. Нанопористые структуры.
4. Наночастицы (полупроводниковые наноструктуры, приборы)
5. Магнитные наноструктуры (сверхплотная запись и хранение информации, супермагнетизм, квантовые компьютеры)
6. Молекулярные наноструктуры
7. Наноструктурированные поверхности и пленки (искусственные одномерные кристаллы) нанокристаллы и нанокластеры.
8. Структура наноматериалов.
9. Нанокompозиты.
10. Нанокompозиты в области конструкционных материалов.
11. Изготовление наноструктурных керамических и композиционных изделий точной формы.
12. Создание наноструктурных твердых сплавов для производства режущих инструментов с повышенной износостойкостью и ударной вязкостью.
13. Создание наноструктурных защитных термо- и коррозионностойких покрытий.
14. Углеродные нанотрубки.
15. Графен.

## Вопросы для собеседования

по дисциплине «Механика композитов»

(наименование дисциплины)

**Тема «Порошковая металлургия. Конструкционная керамика. Функциональная керамика»**

1. В чем особенности и преимущества порошковой металлургии?
2. Перечислите основные технологии формования, используемые в порошковой металлургии.
3. Опишите технологию холодного прессования
4. Опишите технологию горячего прессования
5. Опишите технологию гидростатического прессования
6. Опишите технологию прокатки.
7. Опишите технологию спекания.
8. Дайте определение керамики.
9. Какие классы керамических изделий вы знаете?
10. В чем особенности конструкционной и функциональной керамики?
11. В чем особенности оксидной керамики?
12. Приведите классификацию керамики по функциональному назначению.
13. Проанализируйте состав и структуру керамических изделий: содержание компонентов, содержание фазовых составляющих, структурные показатели, форма и размеры, технико-экономические показатели.

**Темы докладов**

по дисциплине «Механика композитов»

(наименование дисциплины)

1. Композиционные материалы, классификация, характеристика и свойства.
2. Пористые композиционные материалы
3. Классификация композиционных материалов, их геометрические признаки и свойства.
4. Неметаллические материалы

5. Использование композиционных пластмасс в народном хозяйстве
6. Технология производства изделий из композиционных материалов
7. Перспективные космические композиционные материалы
8. Стеклометаллокомпозит – новый перспективный высокопрочный конструкционный композиционный материал
9. Металлические композиционные материалы

### **Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы**

по дисциплине «Механика композитов»

(наименование дисциплины)

**Задание 1.** Спроектировать многослойный композиционный материал и определить его упругие характеристики в направлении осей выбранной системы координат. (Заданы: тип армирующего материала, упругие и прочностные характеристики нитей, коэффициент армирования, тип матрицы и её упругие характеристики, количество однонаправленных слоев, их толщины и углы укладки):

- определить упругие и прочностные характеристики однонаправленного слоя;
- спроектировать многослойный компонент в соответствии с заданными углами укладки слоев и теорией армирования;
- определить коэффициенты обобщенного закона Гука для слоистого композита;
- определить упругие характеристики многослойного композита в направлении выбранных координатных осей

### **ЗАЧЕТНО-ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

#### **Задания к зачету**

1. Предмет механики композитов. Основные понятия дисциплины.
2. Классификация композитов.



3. Постановка задач механики композитов.
4. Технические композитов.
5. Теории прочности в механике композитов.
6. Теории моделирования в механике композитов материалы, их структура и неоднородность.
7. Методы расчета упругих характеристик.
8. Упругопластическое поведение композитов.
9. Разрушение анизотропных сред.
10. Теория эффективных модулей в механике композитов.
11. Вычисление упругих модулей для слоистых композитов.
12. Практическое исследование композитов.
13. Теория анизотропных слоистых композитов.
14. Особенности вязкоупругого поведения композитов.
15. Статистические теории в механике композитов.
16. Колебания и волны в армированных композитах.
17. Основные задачи механики слоистых композитов.
18. Основные соотношения упругопластического поведения композитов.
19. Вязкоупругость в теории композитов.
20. Статистические модели композитов.
21. Принципы соответствия в вязкоупругом поведении композитов.
22. Критерии разрушения анизотропных тел.
23. Полидисперсная модель композита.
24. Постановка статистической задачи механики композитов.
25. Точные и приближенные методы вычисления эффективных упругих модулей композитов.
26. Основные соотношения статистической механики композитов.
27. Математическое и физическое определение эффективных модулей.
28. Источники нелинейности в механике композитов и ее проявление.
29. Регулярная структура композита.