

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование процессов деформирования и разрушения»

Дисциплина «Моделирование процессов деформирования и разрушения» является частью программы бакалавриата «Наноматериалы (общий профиль, СУОС)» по направлению «28.03.03 Наноматериалы».

### **Цели и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является приобретение знаний об основных закономерностях и особенностях развития поврежденности конструкционных материалов и наноматериалов и информации об особенностях численного моделирования структуры материалов и процессов неупругого деформирования, накопления повреждений и макроразрушения; получение умений разработки алгоритмов синтеза структур, моделирования механического поведения конструкционных материалов и наноматериалов, в том числе, с учетом структурного разрушения; овладение навыками математического моделирования процессов накопления повреждений, их анализа и диагностики, необходимых при проектировании и создании современных материалов, а также эксплуатации изделий из них. Задачи дисциплины: - изучение основных методов и подходов исследования механического поведения современных материалов с учетом процессов накопления повреждений, алгоритмов численного моделирования структуры материалов и процессов неупругого деформирования; - формирование умений использования языков программирования или пакетов прикладных программ для анализа закономерностей механического поведения конструкционных материалов, постановки и решения задач деформирования и разрушения материалов с учетом их повреждаемости с целью прогнозирования поведения и безопасности эксплуатации ответственных элементов конструкций, планирования эксперимента для изучения процессов накопления повреждений современных материалов и наноматериалов; - формирование навыков исследования качественных и количественных характеристик процессов накопления повреждений современных материалов и наноматериалов, практической реализации решений задач деформирования и разрушения с учетом поврежденности материалов, анализа результатов решений задач деформирования и разрушения с учетом поврежденности материалов, установления закономерностей процессов деформирования и разрушения, связанных со структурой конструкционных материалов и наноматериалов..

### Изучаемые объекты дисциплины

- теоретические подходы к описанию и учету процессов накопления повреждений материалов в рамках механики сплошных сред; - алгоритмы численного моделирования структуры материалов; - алгоритмы компьютерного моделирования механического поведения конструкционных материалов и наноматериалов; - закономерности процессов неупругого деформирования и накопления повреждений; - методы численного и экспериментального изучения поврежденности материалов и наноматериалов в конструкциях..

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		7	8		
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	98	46	52		
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)				18	20
- лабораторные работы (ЛР)				24	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				30	30
- контроль самостоятельной работы (КСР)				6	4
- контрольная работа					2
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	154	98	56		
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен	36	36			
Дифференцированный зачет	9		9		
Зачет					
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	288	180	108		

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические представления о поврежденности сплошных сред	10	10	0	40
<p>Основы поврежденности сплошных сред. Разрушение и поврежденность. Дефекты в структурно-неоднородных средах. Физические аспекты (дислокационные механизмы) микроразрушения. Стадии процессов накопления повреждений. Многоуровневый характер накопления повреждений. Экспериментальные данные о механизмах и закономерностях накопления повреждений композиционных материалов.</p> <p>Классификация видов разрушения. Методы дефектоскопии. Теоретическое описание процессов накопления повреждений. Структурный и феноменологический подходы, различные концепции построения моделей накопления повреждений.</p> <p>Правила суммирования повреждений. Автомодельность процесса накопления повреждений. Схемы рас-чета конструкций из композиционных материалов с оценкой поврежденности в рамках структурно-феноменологического подхода. Введение параметров поврежденности. Параметр поврежденности Качанова-Работнова. Определяющие соотношения и материальные функции деформационной теории поврежденных сред. Континуальные модели накопления повреждений. Скалярная функция поврежденности. Тензор поврежденности второго ранга. Тензор поврежденности четвертого ранга. Определяющие соотношения для повреждаемых сред. Определяющие соотношения для изотропных, трансверсально-изотропных и ортотропных повреждаемых сред. Экспериментальное построение и теоретическое прогнозирование материальных функций поврежденности. Критериальная оценка прочности при сложном напряженном состоянии. Модели многостадийных процессов структурного разрушения. Оценка разрушения по совокупности критериев изотропных трансверсально-изотропных и ортотропных материалов.</p>				
Численное и экспериментальное изучение процессов накопления повреждений.	8	14	0	58

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Стохастические модели разрушения. Представление о статистическом характере прочностных характеристик материалов. Стохастические модели разрушения и масштабный эффект прочности. Стохастические модели разрушения однонаправленных волокнистых композитов. Прогнозирование эффективных деформационных и прочностных свойств. Приближенная оценка констант материала с повреждениями. Анализ механизмов разрушения, прогнозирование эффективных деформационных и прочностных свойств структурно-неоднородных материалов. Расчеты на прочность с учетом микроструктуры. Особенности процессов разрушения неоднородных материалов. Структурные модели накопления повреждений. Распределение напряжений около краев разорванного волокна. Неэффективная длина волокна. Накопление повреждений при циклическом нагружении. Накопление повреждений при циклическом нагружении. Много- и малоцикловая усталость современных конструкционных материалов и наноматериалов. Правила суммирования повреждений в усталости материалов. Экспериментальное изучение закономерностей накопления повреждений современных материалов и наноматериалов при циклическом нагружении. Деформационное разупрочнение материалов. Деформационное разупрочнение материалов. Элементы теории устойчивой закритической деформации. Разрушение как потеря устойчивости процесса накопления повреждений. Учет свойств нагружающей системы. Модели механического поведения и устойчивость деформационного разупрочнения элементов структуры композитов. Экспериментальное изучение закономерностей накопления повреждений и разрушения современных конструкционных материалов и наноматериалов на закритической стадии деформирования.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	18	24	0	98
8-й семестр				
Компьютерное моделирование процессов.	10	0	15	28

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Особенности механического поведения конструкционных и наноматериалов. Влияние структуры на закономерности процессов неупругого деформирования и накопления повреждений. Существующие подходы и алгоритмы численного моделирования процессов деформирования и разрушения. Компьютерное моделирование механического поведения материалов в пакетах прикладных вычислительных программ или при использовании программных комплексов собственной разработки. Анализ результатов компьютерного моделирования с целью исследования процессов накопления повреждений и выявления закономерностей механического поведения конструкционных материалов и наноматериалов.				
Компьютерное моделирование материалов.	10	0	15	28
Компьютерное моделирование структуры конструкционных наноматериалов. Анализ научных электронных изданий и определение актуальных направлений исследования. Алгоритмы моделирования периодических и случайных структур конструкционных материалов. Датчики случайных чисел, встроенные в пакеты прикладных программ и языки программирования. Использование встроенных в пакеты прикладных программ датчиков случайных чисел для реализации разных законов распределения случайных величин. Критерии для проверки гипотезы о принадлежности наблюдаемой выборки некоторому теоретическому закону распределения. Алгоритмы моделирования структур наноразмерных материалов.				
ИТОГО по 8-му семестру	20	0	30	56
ИТОГО по дисциплине	38	24	30	154