

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
и инновациям

Е.В.Строганова

29 мая 2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Б1.В.02 МЕХАНИКА СПЛОШНОЙ СРЕДЫ**

---

Направление подготовки **01.06.01** **Математика и механика**

---

Направленность 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

---

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

---

Квалификация (степень) выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Механика сплошной среды» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.06.01 математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), приказ № 866 от 30 июля 2014 г.

Программу составил(и):

Глушков Е.В., доктор физико-математических наук, профессор кафедры прикладной математики

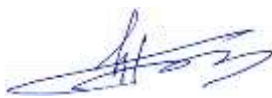


---

подпись

Рабочая программа дисциплины «Механика сплошной среды» утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол № 12 «20» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования  
Бабешко В.А.



---

подпись

Рабочая программа дисциплины «Механика сплошной среды» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 8 «22» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой прикладной математики  
Уртенев М.Х.



---

подпись

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры Звягинцева Н.Ю.

---

подпись

## **1. Цели и задачи учебной дисциплины**

**1.1 Цели** изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Математика и механика», в рамках которой преподается дисциплина.

**Целью** освоения учебной дисциплины «Механика сплошной среды» является приобретение глубоких знаний по различным аспектам механики сплошных сред, обучению методам решения актуальных задач и созданию фундаментального понятийного аппарата, который необходимы в дальнейшем при изучении целого ряда специальных дисциплин.

### **1.2 Задачи дисциплины:**

- углубленное изучение понятий, гипотез, методов решения и исследования задач, рассматриваемых в механики сплошных сред;
- информирование о состоянии области применения знаний, о актуальных задачах и проблемах механики сплошных сред;

### **1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Механика сплошной среды» относится к вариативной части профессионального цикла (Б1.В).

Данная дисциплина (Механика сплошной среды) относится к обязательным дисциплинам и естественнонаучного цикла дисциплин и имеет логическую и содержательно – методическую взаимосвязь с другими дисциплинами основной образовательной программы. Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования. Для изучения механики сплошных сред требуется качественное знание университетского курса алгебры, геометрии, математического анализа, физики, интегрального и дифференциального исчисления, численные методы.

Освоение данной дисциплины необходимо обучающемуся для успешного освоения следующих дисциплин ООП для направлений подготовки: «Динамические задачи теории упругости и методы их исследования», «Математическое и компьютерное моделирование волновых процессов», «Механика смарт материалов и структур».

Понятия, законы, гипотезы и методы, изученные в этом курсе, будут использоваться при дальнейшем изучении физико-математических дисциплин. В совокупности изучение этой дисциплины готовит обучаемых как к различным видам практической инженерно-технической деятельности, так и к научно-теоретической, исследовательской деятельности.

Курс «Механика сплошной среды» читается аспирантам 1-го курса (2 семестр) и 2-го курса (3 семестр). Программа рассчитана на аспирантов, в полной мере освоивших университетский курс высшей математики и физики.

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

В результате освоения курса «Механика сплошной среды» обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

Коды компетенций	Название компетенции
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-1	способностью к комплексному анализу результатов научно-исследовательских работ и грамотному использованию на практике основных принципов, концепций и методов механики деформируемого твердого тела на уровне современного развития науки, техники и технологий

шифр	Структура компетенции
<b>знать</b>	
УК-5	– содержание процесса целеполагания профессионального развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач <b>З (УК-5) - 1</b>
ОПК-1	– современные способы работы с информацией из различных источников для решения профессиональных задач; основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации. <b>З (ОПК-1) - 1</b>
ПК-1	– основные понятия и гипотезы механики сплошных сред и исследуемых моделей <b>З (ПК-1)-1</b>
<b>уметь</b>	
ОПК-1	– выбирать и применять численные и аналитические методы исследования задач механики сплошной среды <b>У (ОПК-1) - 1</b>
ПК-1	– ориентироваться в современных методах и подходах, применяемых для изучения процессов и явлений в механике сплошных сред, грамотно использовать и развивать математическую теорию и физико-

шифр	<b>Структура компетенции</b>
	математические модели, лежащие в их основе <b>У (ПК-1) - 1</b>
<i>владеть</i>	
УК-5	– приемами и технологиями целеполагания, целереализации и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач <b>В (УК-5) - 1</b>
ОПК-1	– навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем) и критического анализа информации по тематике курса <b>В (ОПК-1) – 1</b> ; – навыками интерпретации и анализа получаемых результатов решения задач и исследования моделей механики сплошной среды и формулировки выводов <b>В (ОПК-1) – 2</b>
ПК-1	– навыками применения классических и современных методов анализа математических моделей формализованных материальных объектов и процессов <b>З (ПК-1)-1.</b>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для аспирантов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		2	3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	66	36	30
В том числе:			
Занятия лекционного типа	16	8	8
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	50	28	22
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	87	36	51
В том числе:			
<i>Выполнение типовых заданий</i>	34	14	20
<i>Работа с литературой и источниками</i>	53	22	31
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	27	0	27
Общая трудоемкость час	180	72	108
	5	2	3
зач. ед.			

## 2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые на 1 курсе (2 семестр)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Основные положения и гипотезы механики сплошной среды	20	2	2	2	14
2.	Кинематика деформируемой среды	24	2	4	2	16
3.	Динамические уравнения механики сплошной среды	28	4	4	6	14
<i>Итого за 1 курс:</i>		72	8	10	10	44

Разделы дисциплины, изучаемые на 2 курсе (3 семестр)

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов					
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа	
			Л	ПЗ	ЛР	СР	контроль
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Термодинамика	30	2	4	6	18	9
2	Теория упругости	28	2	4	6	16	9
3	Постановка задач в механике сплошной среды	23	4	2	0	17	9
<i>Итого за 2 курс:</i>		108	8	10	12	51	27
<b><i>Итого по дисциплине:</i></b>		<b>180</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>87</b>	<b>27</b>

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы, СР – самостоятельная работа.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ раз-дела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
<b>II семестр</b>			
1	Основные положения и гипотезы механики сплошной среды	<i>Предмет механики сплошных сред. Проблемы механики сплошных сред. Основные гипотезы. Точка зрения Лагранжа и Эйлера на изучения движения сплошной среды Переход от одних координат к другим</i>	Устный опрос по лекционному материалу и дополнительно изученной литературе
2	Кинематика деформируемой среды	<i>Коэффициент относительного удлинения. Тензор деформаций. Ковариантные компоненты тензора деформаций. Выражение тензора деформаций через перемещения. Уравнения совместности. Тензор скоростей деформации. Распределение скоростей деформации в бесконечно малой частице. Кинематическое истолкование компонент тензора скоростей деформаций.</i>	Устный опрос по лекционному материалу и дополнительно изученной литературе
3	Динамические уравнения механики сплошной среды	<i>Закон сохранения массы. Уравнения неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Уравнения движения сплошной среды. Сосредоточенные и распределенные силы. Объемные и поверхностные силы. Внутренние и внешние силы. Уравнения количества движения для конечного объема сплошной среды. Силы внутренних напряжений. Основные свойства внутренних напряжений. Тензор напряжений. Физические компоненты вектора напряжений. Уравнение движения в декартовых системах координат. Тензор напряжений. Уравнение моментов количества движения.</i>	Устный опрос по лекционному материалу и дополнительно изученной литературе
<b>III семестр</b>			

№ раз-дела	Наименование раздела/модуля	Содержание раздела/модуля	Форма текущего контроля
4	Термодинамика	<i>Работа внутренних и внешних массовых сил. Работа внутренних и внешних поверхностных сил. Теорема живых сил. Первое начало термодинамики (закон сохранения энергии). Уравнение притока тепла. Термодинамическое равновесие. Различные виды процессов. Второе начало термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы.</i>	Устный опрос по лекционному материалу и дополнительно изученной литературе
5	Теория упругости	<i>Обобщенный закон Гука. Выражение деформаций через напряжения. Выражение напряжений через деформации. Работа упругих сил в твердом теле. Потенциал упругих сил. Гипотеза о естественном состоянии тела. Упругие постоянные. Изотропное тело. Задачи теории упругости в напряжениях и перемещениях. Уравнения Ламе. Принцип Сен-Венана. Однозначность решения уравнений теории упругости. Уравнения Бальтрама – Мичелла. Три рода задач теории упругости. Теорем единственности.</i>	Устный опрос по лекционному материалу и дополнительно изученной литературе
6	Постановка задач в механики сплошной среды	<i>Общие основы постановки конкретных задач. Автомодельность. Линеаризация уравнений и задач. Условия на поверхностях сильных разрывов. Размерные и безразмерные физические величины.</i>	Устный опрос по лекционному материалу и дополнительно изученной литературе



### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
II семестр			
1.	Основные положения и гипотезы механики сплошной среды	<i>Различные точки зрения на изучения движения среды. Скалярные и векторные поля. Элементы тензорного исчисления.</i>	Устный опрос.
2.	Кинематика деформируемой среды	<i>Теория деформации. Тензор скоростей деформации. Некоторые приложения теории полей.</i>	Доклад-сообщение
3.	Динамические уравнения механики сплошной среды	<i>Уравнение неразрывности и уравнения движения сплошной среды. Уравнение моментов количества движения. Приложение основных уравнений механики сплошной среды.</i>	Устный опрос.
III семестр			
4.	Термодинамика	<i>Первое начало термодинамики. Различные виды процессов. Цикл Карно. Второе начало термодинамики, энтропия.</i>	Доклад-сообщение.
5.	Теория упругости	<i>Тензор деформаций и тензор напряжений. Обобщенный закон Гука. Сводка основных уравнений теории упругости. Уравнение Ламе. Продольные и поперечные колебания. Общее решение уравнения колебаний. Продольные колебания стержня. Метод Фурье.</i>	Доклад-сообщение.
6.	Постановка задач в механике сплошной среды	<i>Типичные упрощения в постановках. Установившиеся движения. Плоскопараллельные движения. Осесимметрические движения. Движение с плоскими, цилиндрическими, сферическими волнами.</i>	Доклад-сообщение.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Тематика лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
II семестр			
1.	Основные положения и гипотезы механики сплошной среды	Решение различных задач на движение сплошных сред. Работа с тензорами	Проверка заданий для самостоятельной работы
2.	Кинематика деформируемой среды	Работа с тензорами деформаций и скоростей деформации. Проработка теоретического материала.	Проверка заданий для самостоятельной работы
3.	Динамические уравнения механики сплошной среды	Уравнение неразрывности. Уравнение движения сплошной среды. Уравнения моментов количества движений. Главные оси и главные компоненты тензора напряжений.	Устный опрос.
III семестр			
5.	Термодинамика	Начала термодинамики. Теория смесей жидкости или газов.	Доклад-сообщение.
6.	Теория упругости	Различные виды деформаций. Инварианты тензора деформаций. Задачи теории упругости.	Доклад-сообщение.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы (проекты) программой не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Наименование раздела
1	2
1.	Основные положения и гипотезы механики сплошной среды
2.	Кинематика деформируемой среды

3.	Динамические уравнения механики сплошной среды
4.	Термодинамика
5.	Теория упругости
6.	Постановка задач в механики сплошной среды

При проведении самостоятельной работы для решения и исследования задач механики сплошной среды могут применяться математические пакеты Matlab и/или Maple.

### 3. Образовательные технологии

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно – объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают наглядность, а также возможность разнопланового отражение демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрыть логику и содержание дисциплины.

*Лекции* представляют собой систематизированное, тезисное изложение теоретического материала, в целях дальнейшего более подробного разбора на практических занятиях.

*Практические занятия* (семинарского типа) обеспечивают глубокое изучение материала дисциплины, возможность обсуждения лекционного материала.

*Лабораторные занятия* позволяют научить аспиранта применять теоретические знания при исследовании и решении конкретных задач по дисциплине.

## 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

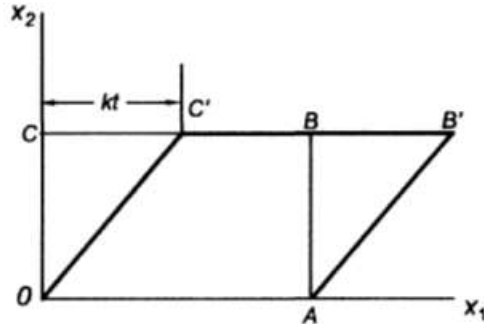
### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Примерные задачи для самостоятельной работы по разделу №1 «Основные положения и гипотезы механики сплошной среды»

**Задача 1.** Рассмотрим движение вида

$$x = X + ktX_2e_1$$

,здесь  $\mathbf{x} = x_1 \mathbf{e}_1 + x_2 \mathbf{e}_2 + x_3 \mathbf{e}_3$  расположение вектора в момент времени  $t$ , который в момент времени  $t = 0$  находился в положении  $\mathbf{X} = X_1 \mathbf{e}_1 + X_2 \mathbf{e}_2 + X_3 \mathbf{e}_3$ . Определите положение тела в момент времени  $t$ , который имел форму куба с единичными сторонами в момент времени  $t = 0$ , как показано на рисунке ниже.



**Задача 2.** Позиция частицы, изначально находившейся в точке  $(X_1, X_2, X_3)$ , в момент времени  $t$  определяется следующими соотношениями:

$$x_1 = X_1 + (X_1 + X_2)t, \quad x_2 = X_2 + (X_1 + X_2)t, \quad x_3 = X_3.$$

Найти скорость  $\mathbf{v}$  при  $t = 2$ , если  $\mathbf{X} = (1, 1, 0)$  при  $t=0$ .

**Задача 3.** Рассматривается двухмерное поле скоростей вида

$$v_x = -2y, \quad v_y = 2x.$$

Найти поле ускорений и определить линию пути.

**Задача 4.** Дано

$$[S_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & 0 & 3 \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad [a_i] = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}$$

рассчитать  $S_{ii}$ ,  $S_{ij}S_{ij}$ ,  $S_{jk}S_{kj}$ ,  $a_m a_m$ ,  $S_{mn}a_m a_n$ .

**Задача 5.** Дано  $T_{ij} = 2\mu E_{ij} + \lambda(E_{kk})\delta_{ij}$ , показать что:

$$W = \frac{1}{2}T_{ij}E_{ij} = \mu E_{ij}E_{ij} + \frac{\lambda}{2}(E_{kk})^2$$

$$P = T_{ij}T_{ij} = 4\mu^2 E_{ij}E_{ij} + (E_{kk})^2(4\mu\lambda + 3\lambda^2)$$

**Задача 6.** Пусть  $[T]$  и  $[T]'$  две матрицы одного тензора  $\mathbf{T}$ , показать что

$$\det [T] = \det [T]'$$

**Задача 7.** Пусть матрица тензора  $\mathbf{T}$  имеет вид

$$[\mathbf{T}] = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

Определить симметричную и антисимметричную части  $\mathbf{T}$ .

Проверяется умение оперировать тензорами, а также понимание способов задания движения.

Примерные задачи для самостоятельной работы по разделу №2 «Кинематика деформируемой среды»

**Задача 1.**

Перемещение тела из начальной позиции  $\mathbf{X}$  к текущей позиции  $\mathbf{x}$  задается соотношением

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} + \mathbf{B})\mathbf{X}$$

где  $\mathbf{I}$  единичный тензор, а  $\mathbf{B}$  – тензор, чьи компоненты малы по сравнению с единицей. Компоненты  $\mathbf{x}$  –  $x_i$ , а компоненты  $\mathbf{X}$  –  $X_i$ , найти компоненты смещений  $\mathbf{u}$  и компоненты тензора деформации  $\mathbf{E}$ .

**Задача 2.**

Пусть дан тензор бесконечно малых деформаций

$$[\mathbf{E}] = \begin{bmatrix} k_1 X_2 & 0 & 0 \\ 0 & -k_2 X_2 & 0 \\ 0 & 0 & -k_2 X_2 \end{bmatrix}$$

Определить местоположение части тела, которая не подвергается изменению объема. Каковым должно быть соотношение между  $k_1$  и  $k_2$ , чтобы не было изменения объема.

**Задача 3.**

Поле смещений имеет вид:

$$u_1 = k(X_1^2 + X_2), \quad u_2 = k(4X_3^2 - X_1), \quad u_3 = 0, \quad k = 10^{-4}$$

Найти тензор деформаций, изменение единицы длины для элемента в точке (1,2,1) в направлении  $\mathbf{e}_1 + \mathbf{e}_2$ .

#### **Задача 4.**

В некоторой точке тела рассматривается тензор деформации с компонентами вида:

$$E_{11} = E_{12} = E_{22} = k, \quad E_{33} = 3k, \quad E_{13} = E_{23} = 0 \quad k > 0$$

Существует ли элемент в данной точке, который уменьшается в длине в случае деформаций. Объясните свой ответ.

Проверяется умение вычислять тензор деформации в различных точках, а также проверяется навыки толкования получаемых результатов.

### **Перечень вопросов для устного опроса**

#### *Раздел 1.*

1. Назовите предмет механики сплошных сред.
2. Назовите некоторые из проблем механики сплошных сред.
3. В чем смысл гипотезы сплошности и для каких объектов она применима.
4. Какие предположения вводятся в классической механике для пространства и времени?
5. В чем состоит подход Эйлера и Лагранжа к описанию движения точек среды? Их различия и сходства.
6. Сформулируйте определения понятий тензор, симметричного и антисимметричного тензора.
7. Сформулируйте основные операции над тензорами.

#### *Раздел 3.*

1. Сформулируете закон сохранения массы и на его основе получите уравнение неразрывности в координатах Эйлера.
2. Сформулируйте уравнение неразрывности для многокомпонентных смесей и в случае процессов с диффузией.
3. Сформулируйте уравнение неразрывности для несжимаемой среды.
4. Приведите различные виды массовых и поверхностных, внутренних и внешних сил.
5. Сформулируйте уравнения движения сплошной среды в декартовых системах координат.
6. Сформулируйте уравнение моментов количества движения.
7. Каков физический смысл компонент тензора напряжений.

### **Примерные темы для докладов-сообщений**

#### **Раздел 2**

1. Векторные поля. Теорема Стокса.

2. Потенциальные и безвихревые движения. Соленоидальные поля и их свойства. Теорема Гаусса – Остроградского.

#### Раздел 4

1. Идеальные и вязкие среды, их термодинамические свойства. Теплопроводность.
2. Первое и второе начало термодинамики для конечных объемов сплошной среды.
3. Постановки задач о движении смеси жидкостей или газов.

#### Раздел 5

1. Границы применения теории упругости.
2. Задача о кручении круглого стержня.
3. Различные виды волн, возникающие в упругих телах.

#### Раздел 6

1. Размерные и безразмерные величины. П-теорема.
2. Подобие и моделирование явлений

При подготовке докладов-сообщений может использовать научные статьи соответствующей тематики из электронной библиотечной системы eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

#### **Примерный перечень вопросов на зачет**

1. Предмет и методы механики сплошных сред. Основные гипотезы.
2. Точка зрения Эйлера и Лагранжа на изучения движения сплошной среды. Их взаимосвязь.
3. Скалярные и векторные поля и их характеристики.
4. Понятие тензора. Симметричные и антисимметричные тензоры. Различные операции над тензорами.
5. Деформации. Коэффициент относительного удлинения. Тензор деформаций. Геометрический смысл компонент тензора деформаций.
6. Главные оси и главные компоненты тензора деформаций. Инварианты тензора деформаций.

7. Выражение тензора деформаций через компоненты вектора перемещения. Уравнения совместности деформаций. Уравнение совместности в случае бесконечно малых деформаций.
8. Тензор скоростей деформаций. Связь компонент тензоров деформаций и скоростей деформаций.
9. Распределение скоростей деформации в бесконечно малой частице. Кинематическое истолкование компонент тензора скоростей деформаций.
10. Закон сохранения массы. Уравнения неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Уравнение неразрывности для многокомпонентных смесей.
11. Объемные и поверхностные, внутренние и внешние силы. Уравнение количества движения для системы точек и для конечного объема сплошной среды.
12. Внутренние напряжения. Основные свойства внутренних напряжений. Тензор напряжений.
13. Уравнение движения в декартовых и произвольных системах координат.
14. Уравнение моментов количества движения.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Предмет и методы механики сплошных сред. Основные гипотезы. Точка зрения Эйлера и Лагранжа на изучения движения сплошной среды. Их взаимосвязь.
2. Деформации. Коэффициент относительного удлинения. Тензор деформаций. Главные оси и главные компоненты тензора деформаций. Инварианты тензора деформаций.
3. Выражение тензора деформаций через компоненты вектора перемещения. Уравнения совместности деформаций. Уравнение совместности в случае бесконечно малых деформаций.
4. Закон сохранения массы. Уравнения неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Уравнение неразрывности для многокомпонентных смесей.
5. Уравнение движения в декартовых и произвольных системах координат. Внутренние напряжения. Основные свойства внутренних напряжений. Тензор напряжений.
6. Уравнение моментов количества движения.
7. Работа внутренних и внешних сил. Теорема живых сил.
8. Первое начало термодинамики. Полная энергия системы. Закон сохранения энергии. Дифференциальное уравнение притока тепла.
9. Термодинамическое равновесие. Обратимые и необратимые процессы. Понятие температуры.



10. Уравнения состояния совершенного газа. Различные виды процессов. Цикл Карно.
11. Второе начало термодинамики. Энтропия.
12. Термодинамические потенциалы.
13. Обобщенный закон Гука. Выражение деформаций через напряжения. Выражение напряжений через деформации.
14. Работа упругих сил в твердом теле. Потенциал упругих сил. Гипотеза о естественном состоянии тела. Упругие постоянные. Изотропное тело.
15. Задачи теории упругости в напряжениях и перемещениях. Уравнения Ламе.
16. Принцип Сен-Венана. Однозначность решения уравнений теории упругости.
17. Уравнения Бальтрама – Мичелла. Три рода задач теории упругости. Теорема единственности.
18. Общие основы постановки конкретных задач. Типичные упрощения в постановках. Линеаризация уравнений и задач.
19. Условия на поверхностях сильных разрывов.
20. Размерные и безразмерные физические величины.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

1. Бровко Г.Л. Определяющие соотношения механики сплошной среды. Развитие математического аппарата и основ общей теории. М: Наука, 2017. 431 с.
2. Вильке В.Г. Механика систем материальных точек и твердых тел. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. 268 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59682>.
3. Димитриенко Ю.И. Нелинейная механика сплошной среды. М.: Физматлит, 2009. 624 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59577>.
4. Темам Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред: учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль М.: "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. 319 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94110>.

### **5.2 Дополнительная литература:**

- 1 Андреев В.К. Математические модели механики сплошных сред. СПб: Лань, 2015. 240 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67464>.

- 2 Жизняков В.В. Механика жидкости и газа. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2011. 24 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427404>.
- 3 Давыдов А.П. Основы механики жидкости и газа: современные проблемы техники, технологий и инженерных расчетов / А.П. Давыдов, М.А. Валиуллин, О.Р. Каратаев. Казань: Издательство КНИТУ, 2014. 109 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=427856>.
- 4 Горшков А.Г. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды. М.: Наука, 2000. 214 с.
- 5 Багдоев А.Г. Линейные и нелинейные волны в диспергирующих сплошных средах / А.Г. Багдоев, В.И. Ерофеев, А.В. Шекоян. М.: Физматлит, 2009. 320 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2665>.

### 5.3. Периодические издания:

При подготовке докладов-сообщений может использовать научные статьи соответствующей тематики из следующих периодических изданий, хранящихся в библиотеке КубГУ, или к которым имеется доступ в электронной форме:

1. «Прикладная математика и механика» (ISSN: 0032-8235, издатель: Федеральное государственное унитарное предприятие "Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр Российской академии наук "Издательство "Наука")
2. «Прикладная механика и техническая физика» (ISSN: 0869-5032 издатель: Федеральное государственное унитарное предприятие "Издательство Сибирского отделения Российской академии наук")

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

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

<http://znanium.com/>

<http://www.biblioclub.ru>

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Задания по темам, а также раздаточный материал с краткой теорией и

примерами решения задач выдаются аспирантам после соответствующей лекции. Поэтому предполагается, что к практическим и лабораторным занятиям проработан соответствующий лекционный материал и изучена дополнительная литература. Само занятие посвящается устному опросу и разбору возникших вопросов при подготовке соответствующего материала к занятию. На лабораторных занятиях также планируется проработка практических упражнений и задач.

Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины заключается в следующем:

- 1) решение неаудиторное задач с целью закрепления полученных знаний;
- 2) проработка лекций и работа с литературой при подготовке к практическим занятиям и теоретическим опросам;

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математический пакет (Matlab, Maple)

### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Аудитория, для лекционных занятий	Учебная мебель, компьютерная техника, стационарное или переносное мультимедийное оборудование (129, 131, 133, А305, А307, А508)
2.	Аудитория, для лабораторных занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) компьютерами с лицензионным программным обеспечением и

		выходом в интернет (106, 106а, А301, А504)
3.	Аудитория, для практических занятий	Аудитория для семинарских занятий, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья), презентационной техникой (аудитории: 129, 131, А305, А307) или переносным демонстрационным оборудованием (аудитории: 133,147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508)
4.	Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А504, А506)
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512, А508), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301, А504)
6.	Аудитория для самостоятельной работы	Аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, лицензионное программное обеспечение (А 504, 102А)