

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 02.12.2023 21:35:09

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор

И.Т. Гаирабеков



2020 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«Основы механики сплошных сред»**

**Направление подготовки**

15.03.02 Технологические машины и оборудование

**Профили**

«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»

«Оборудование нефтегазопереработки»

**Квалификация**

*бакалавр*

Грозный – 2020

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Целями освоения дисциплины является изучение математического аппарата механики сплошной среды, освоение практических аспектов применения векторного и тензорного анализов, основ математического моделирования механики сплошных сред.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Для изучения курса необходимы предварительные знания: алгебры, аналитической геометрии, дифференциальных уравнений, физики, теоретической механики, сопротивление материалов.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей: математическое моделирование в машиностроении, термодинамика.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

### **проектно-конструкторская деятельность:**

способностью применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроительных производствах, выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления их изделий, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей, а также современные методы разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий (ПК-1);

-способностью использовать методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей материалов и готовых машиностроительных изделий, стандартные методы их проектирования, прогрессивные методы эксплуатации изделий (ПК-2);

-способностью участвовать в постановке целей проекта (программы), его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработке структуры их взаимосвязей, определении приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности (ПК-3);

-способностью участвовать в разработке: проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения и автоматизации машиностроительных производств технологических процессов их изготовления;

-машиностроительных производств, их модернизации; средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров, и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать средства автоматизации и диагностики и проводить диагностику состояния и динамики

производственных объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа (ПК-4);

-способностью участвовать: в проведении предварительного технико-экономического анализа проектных расчетов; разработке (на основе действующих нормативных документов) проектной и рабочей технической документации (в том числе в электронном виде) машиностроительных производств, технической документации для регламентного эксплуатационного обслуживания их средств и систем; в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; оформлением законченных проектно-конструкторских работ (ПК-5);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** структуру, основы методов моделирования, математического аппарата механики сплошных сред.

**Уметь:** применять полученные знания основ моделирования и математического аппарата МСС.

**Владеть:** навыками использования векторного и тензорного анализа, математического моделирования в МСС.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего		Семестр	
	часов/зач.ед.		7	8
	ОФО	О/ЗФО	ОФО	О/ЗФО
<b>Контактная работа (всего)</b>	54/1,5	8	54	8
В том числе:				
Лекции	36/1	4	36	4
Практические занятия	18/0,5	4	18	4
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>54/1,5</b>	<b>100/2,7</b>	<b>54</b>	<b>100</b>
В том числе:				
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>	36/1	72/2	36	72
<b>Вид отчетности</b>	<b>зачет</b>			
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>108</b>		
	<b>в зач., ед.</b>	<b>3</b>		

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий:

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Лекц., зан. часы	Всего часов
1	Введение. Математический аппарат механики сплошных сред.	6	6
2	Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.	14	14
3	Модели сплошных сред, их физические соотношения	8	8
4	Постановка задачи механики сплошных сред	8	8

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Введение. Математический аппарат механики сплошных сред.	Характер математических объектов математического аппарата механики сплошных сред. Основные элементы тензорного исчисления Характеристики системы координат. Преобразования координат и базисных векторов Понятие тензора второго ранга. Элементы тензорной алгебры Элементы тензорного анализа.

2	<p>Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.</p>	<p>Представление движения материального континуума.  Система отсчета наблюдателя и сопутствующая система отсчета. Индивидуализация точек материального континуума.  Сущность точек зрения Лагранжа и Эйлера на изучение движения сплошной среды.  Основы кинематики материального континуума. Теория деформаций.  Тензор деформаций – характеристика деформированного состояния материального континуума  Инварианты тензора деформаций.  Шаровой тензор деформаций и девиатор тензора деформаций.  Понятие об уравнениях совместности деформаций.  Инварианты тензора напряжений  Шаровой тензор напряжений и девиатор тензора напряжений.  Условия равновесия материального континуума.  Законы сохранения в механике сплошных сред.  Элементы термодинамики сплошных сред.  Полная, локальная и конвективная производные.  Законы сохранения массы – уравнения неразрывности.  Баланс механической энергии – теорема «живых сил».</p>
---	--	--

3	Модели сплошных сред, их физические соотношения.	<p>Понятия модели сплошной среды</p> <p>Физическое и механическое поведение деформируемых сред.</p> <p>Физическое поведение деформируемых сред. Уравнение состояния.</p> <p>Простые модели сплошных сред.</p> <p>Идеальная среда (идеальная жидкость или идеальный газ).</p> <p>Вязкая жидкость.</p> <p>Упругая среда.</p> <p>Жесткопластичная среда.</p> <p>Модель упругопластичной среды.</p> <p>Теория пластического течения.</p>
4	Постановка задачи механики сплошных сред.	<p>Общие принципы постановки задач.</p> <p>Выбор системы отсчета и системы координат.</p> <p>Выбор модели сплошной среды.</p> <p>Составление системы исходных уравнений.</p> <p>Постановка задач механики идеальной жидкости и газа.</p> <p>Постановка задач механики вязкой жидкости.</p> <p>Постановка задач теории упругости.</p>

### 5.3. Лабораторный практикум.

не предусмотрен

### 5.4. Практические занятия (семинары)

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Практ., зан. часы	Всего часов
1	Введение. Математический аппарат механики сплошных сред.	6	6
2	Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.	6	6
3	Модели сплошных сред, их физические соотношения	6	6

## **6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине**

### **6.1. Темы по самостоятельной работе:**

1. Математический аппарат механики сплошных сред.
  - 1.1. Основные элементы векторного исчисления.
  - 1.2. Элементы векторной алгебры.
  - 1.3. Элементы векторного анализа.
  - 1.4. Ряд тензоров.
2. Основные понятия, уравнения и соотношения механики сплошных сред.
  - 2.1. Главные оси деформации и главные деформации. Геометрическое представление тензора деформаций.
  - 2.2. Тензор скоростей деформаций.
  - 2.3. Теория напряжений.
  - 2.4. Напряжение – мера интенсивности внутренних сил
  - 2.5. Тензор напряжений – характеристика напряженного состояния материального континуума.
  - 2.6. Главные оси, главные площадки и главные значения тензора напряжений. Геометрическое представление тензора напряжений.
  - 2.7. Закон сохранения импульса – уравнения неразрывности.
  - 2.8. Закон сохранения энергии при отсутствии тепловых явлений.
  - 2.9. Закон сохранения энергии при наличии тепловых явлений. Первый закон термодинамики, уравнение энергии.
  - 2.10. Второй закон термодинамики, обратимые и необратимые процессы, энтропия.
3. Модели сплошных сред, их физические соотношения.
  - 3.1. Механическое поведение деформируемых сред. Диаграмма механического поведения. Понятие о реономных и склерономных свойствах.
  - 3.2. Деформационная теория пластичности (теория малых упругих деформаций).
  - 3.3. Критерий пластичности и поверхность пластичности.
4. Постановка задачи механики сплошных сред.
  - 4.1. Выбор основных неизвестных и переход к системе разрешающих уравнений.
  - 4.2. Начальные и граничные условия.
  - 4.3. Постановка задачи о динамическом взаимодействии упругопластических сред.

### **6.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов**

1. Спорыхин А. Н. Введение в механику сплошной среды. Методические указания к решению задач /А. Н. Спорыхин, М. Ю. Мяснянкин, А. С. Чеботарев. – Воронеж.: Изд-во ВГУ, 2004 г. -25 с.

2. М.А. Саидов. Методические указания к решению задач по дисциплине «Механика сплошных сред», ГОУ ВПО «ГГНТУ», 2018г. – 36 с.

### 7. Оценочные средства

Вопросы к 1<sup>ой</sup> рубежной аттестации;

1. Характер математических объектов математического аппарата механики сплошных сред.
2. Основные элементы тензорного исчисления
3. Характеристики системы координат.
4. Преобразования координат и базисных векторов
5. Понятие тензора второго ранга.
6. Система отсчета наблюдателя и сопутствующая система отсчета.
7. Индивидуализация точек материального континуума.
8. Сущность точек зрения Лагранжа и Эйлера на изучение движения сплошной среды.
9. Тензор деформаций – характеристика. Деформированного состояния материального континуума.
10. Инварианты тензора деформаций.
11. Шаровой тензор деформаций и девиатор тензора деформаций.
12. Понятие об уравнениях совместности деформаций.
13. Инварианты тензора напряжений
14. Шаровой тензор напряжений и девиатор тензора напряжений.
15. Условия равновесия материального континуума.
16. Законы сохранения в механике сплошных сред. Элементы термодинамики сплошных сред.
17. Полная, локальная и конвективная производные.
18. Законы сохранения массы – уравнения неразрывности.
19. Баланс механической энергии – теорема «живых сил».

### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К 1 РУБЕЖНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Билет №__		
№	Задание	Баллы
1	Опишите Характер математических объектов математического аппарата механики сплошных сред.	4
2	Понятие тензора второго ранга.	4



3	Сущность точек зрения Лагранжа и Эйлера на изучение движения сплошной среды.	4
4	Дайте понятие об уравнениях совместности деформаций.	4
5	Баланс механической энергии – теорема «живых сил».	4

Вопросы ко 2<sup>ой</sup> рубежной аттестации;

1. Понятия модели сплошной среды.
2. Физическое и механическое поведение деформируемых сред.
3. Физическое поведение деформируемых сред. Уравнение состояния.
4. Простые модели сплошных сред.
5. Идеальная среда (идеальная жидкость или идеальный газ).
6. Вязкая жидкость.
7. Упругая среда.
8. Жесткопластичная среда.
9. Модель упругопластичной среды.
10. Теория пластического течения.
11. Общие принципы постановки задач.
12. Выбор системы отсчета и системы координат.
13. Выбор модели сплошной среды.
14. Составление системы исходных уравнений.
15. Постановка задач механики идеальной жидкости и газа.
16. Постановка задач механики вязкой жидкости.
17. Постановка задач теории упругости.

#### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К 2 РУБЕЖНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Билет № ____		
№	Задание	Баллы
1	В чем заключаются понятия моделей сплошной среды.	4
2	Чем характеризуется идеальная среда (идеальная жидкость или идеальный газ).	4
3	Общие принципы постановки задач в механике сплошных сред	4
4	Перечислите основные признаки упругой среды.	4
5	Сущность постановки задач теории упругости	4

Вопросы к зачету;

1. Преобразования координат и базисных векторов.

2. Понятие тензора второго ранга. Ряд тензоров.
3. Система отсчета наблюдателя и сопутствующая система отсчета. 4. Индивидуализация точек материального континуума.
5. Сущность точек зрения Лагранжа и Эйлера на изучение движения сплошной среды.
6. Тензор деформаций – характеристика деформированного состояния материального континуума.
7. Главные оси деформации и главные деформации. Геометрическое представление тензора деформаций.
8. Инварианты тензора деформаций.
9. Шаровой тензор деформаций и девиатор тензора деформаций.
10. Понятие об уравнениях совместности деформаций.
11. Тензор скоростей деформаций.
12. Напряжение – мера интенсивности внутренних сил.
13. Тензор напряжений – характеристика напряженного состояния материального континуума
14. Главные оси, главные площадки и главные значения тензора напряжений. Геометрическое представление тензора напряжений
15. Инварианты тензора напряжений
16. Инварианты тензора напряжений
17. Шаровой тензор напряжений и девиатор тензора напряжений
18. Условия равновесия материального континуума
19. Полная, локальная и конвективная производные
20. Законы сохранения массы – уравнения неразрывности
21. Закон сохранения импульса – уравнения неразрывности
22. Баланс механической энергии – теорема «живых сил»
23. Закон сохранения энергии при отсутствии тепловых явлений
24. Закон сохранения энергии при наличии тепловых явлений. Первый закон термодинамики, уравнение энергии
25. Второй закон термодинамики, обратимые и необратимые процессы, энтропия
26. Физическое и механическое поведение деформируемых сред
27. Физическое поведение деформируемых сред. Уравнение состояния.
28. Механическое поведение деформируемых сред. Диаграмма механического поведения. Понятие о реономных и склерономных свойствах.
29. Идеальная среда (идеальная жидкость или идеальный газ).
30. Вязкая жидкость.

31. Упругая среда.
32. Жесткопластичная среда.
33. Модель упругопластичной среды.
34. Деформационная теория пластичности (теория малых упругих деформаций).
35. Критерий пластичности и поверхность пластичности.
36. Теория пластического течения.
37. Выбор системы отсчета и системы координат.
38. Выбор модели сплошной среды.
39. Составление системы исходных уравнений.
40. Выбор основных неизвестных и переход к системе разрешающих уравнений.
41. Начальные и граничные условия.
42. Постановка задач механики идеальной жидкости и газа.
43. Постановка задач механики вязкой жидкости.
44. Постановка задач теории упругости.
45. Постановка задачи о динамическом взаимодействии упругопластических сред.

#### ОБРАЗЕЦ БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ

МИНИСТЕРСТВО ВО и Науки РФ ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ	
Утверждаю:	
Зав. _____	кафедрой _____
<b>Билет № 1</b> Зачет по дисциплине «Механика сплошных сред»	
1. Контравариантные компоненты вектора. Инвариантность вектора относительно преобразования системы координат.	
2. Задача: Определите объем параллелепипеда, построенного на отложенных от одной точки векторах $a = 1i + 2j + 3k$ , $b = -2i + 3j$ , $c = 2i - 5j + 2k$	
Преподаватель _____ протокол № ____ от ____ г.	

#### ПРИМЕР БИЛЕТА ТЕОРЕТИЧЕСКОГО КОЛЛОКВИУМА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

№	Содержания задания	Балл
1	Основные гипотезы сплошных сред	3
2	Понятия и примеры криволинейных систем координат	1

3	Определите объем параллелепипеда, построенного на отложенных от одной точки векторах $a = 1i + 2j + 3k, b = -2i + 3j, c = 2i - 5j + 2k$	2
4	Постройте векторные линии поля скорости движения частиц абсолютно твердого тела при вращении его вокруг закрепленной оси.	3
5	Использование векторного символического дифференциального оператора Гамильтона при проведении дифференциальных операций первого порядка с векторами в декартовой прямоугольной системе координат.	3
6	Метрические коэффициенты основного базиса и соответствующая метрическая матрица.	3
7	Контравариантные компоненты вектора. Инвариантность вектора относительно преобразования системы координат.	5
8	Операция умножения тензора произвольного порядка на скаляр	2
9	Чем объясняется тот факт, что компоненты дискриминантного тензора с любыми двумя одинаковыми индексами равны нулю.	4
10	Теорема Остроградского-Гаусса в тензорном анализе (формулировка и запись в тензорном виде)	4

#### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Ентов В. М. Механика сплошной среды и её применение в газонефтедобычи / В. М. Ентов, Е. В. Гливенко. – М.: Недра, 2008. – 204 с.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды / Л. И. Седов – Учеб. для вузов. - 6-е изд. — СПб.: Лань, 2004. — 560с
3. Бабкин А.В., Селиванов В.В. Основы механики сплошных сред: Учебник для втузов. – 2-е изд., испр. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 376 с.
4. Дж. Мейз. Теория и задачи механики сплошной среды / Дж. Мейз. – М.: Мир, 1974. – 318 с.

б) Дополнительная литература:

1. Спорыхин А. Н. Ведение в механику сплошной среды. Методические указания к решению задач /А. Н. Спорыхин, М. Ю. Мяснянкин, А. С. Чеботарев. – Воронеж.: Изд-во ВГУ, 2004 г. -25 с.
2. М.А. Саидов. Методические указания к решению задач по дисциплине «Механика сплошных сред», ГОУ ВПО «ГГНТУ», 2018г. – 36 с.

в) Интернет ресурсы:

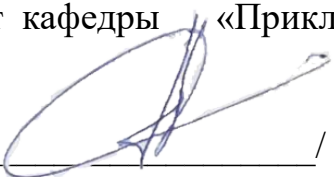
1. сайт библиотеки ГГНТУ [www.gsoi.ru/library](http://www.gsoi.ru/library);
2. Христианович С.А. Механика сплошной среды. 1981.djvu <http://techlibrary.ru/>
3. Селиванов В.В., Бабкин А.В. Прикладная механика сплошных сред. Том 1. 2004.djvu <http://techlibrary.ru/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Поточные лекционные аудитории, оснащенные современными техническими средствами обучения (ТСО). Класс с видеопроектором. Компьютерный класс.

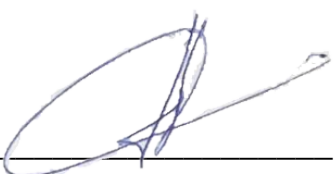
**Составитель:**

Доцент кафедры «Прикладная механика и инженерная графика»

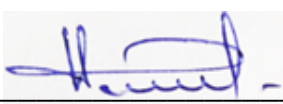
  
\_\_\_\_\_ / М.А. Саидов

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав., кафедрой «Прикладная механика  
и инженерная графика»

  
\_\_\_\_\_ / М.А. Саидов/

Зав. выпускающей каф.  
«Технологические машины  
и оборудование»

  
\_\_\_\_\_ /Эльмурзаев А.А./

Директор ДУМР

  
\_\_\_\_\_ /М.А. Магомаева