

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ / О.В. Юсупова

" ____ " _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.06 «Механика сплошной среды»

Код и направление подготовки (специальность)	04.03.02 Химия, физика и механика материалов
Направленность (профиль)	Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Общая и неорганическая химия"
Кафедра-разработчик	кафедра "Общая и неорганическая химия"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Б1.В.06 «Механика сплошной среды»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **04.03.02 Химия, физика и механика материалов**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 651 от 13.07.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Профессор, доктор физико-
математических наук,
профессор

(должность, степень, ученое звание)

А.Ф Крутов

(ФИО)

Заведующий кафедрой

В.А. Блатов, доктор
химических наук, профессор

(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета
факультета / института (или учебно-
методической комиссии)

О.В Лаврентьева, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной
программы

Е.М. Егорова, кандидат
химических наук, доцент

(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
4.1 Содержание лекционных занятий	6
4.2 Содержание лабораторных занятий	8
4.3 Содержание практических занятий	9
4.4. Содержание самостоятельной работы	9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)	12
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения	13
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем	14
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	14
9. Методические материалы	15
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)	16

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

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований фундаментального и прикладного характера в области химии, физики и механики функциональных, конструкционных материалов и наноматериалов	ПК-1.1 Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений.	Знать Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в рамках механики сплошных сред
		ПК-1.4 Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Уметь Уметь оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы в области механики сплошной среды.
		ПК-1.6 Уметь: разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам.	Уметь Уметь разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам в рамках механики сплошной среды.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ПК-1	Биохимия и основы наук о жизни; Деловой иностранный язык; Классическая механика; Методы изображения и разбиения многокомпонентных систем; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Теория строения вещества и основы кристаллохимии; Термический анализ и калориметрия; Учебная практика: проектная практика; Физико-химический анализ - основа современного материаловедения; Физические свойства материалов; Численные методы в материаловедении; Электрохимия; Элементы строения вещества	Деловой иностранный язык; Колебательная спектроскопия неорганических систем; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: научно-исследовательская работа; Теория строения вещества и основы кристаллохимии; Термодинамика твердофазных реакций; Физико-химический анализ - основа современного материаловедения; Элементы строения вещества	История и методология химии; Механика материалов; Моделирование физических свойств материалов; Основы математического моделирования материалов; Основы моделирования фазовых систем; Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: преддипломная практика; Физико-химические методы исследования веществ и материалов; Физико-химия и технология материалов; Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы; Химия и физика полимеров; Химия функциональных материалов; Экспериментальные методы физико-химического анализа
------	--	---	--

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

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	64	64
Лабораторные работы	32	32
Лекции	32	32
Внеаудиторная контактная работа, КСР	6	6
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	38	38
подготовка к зачету	8	8
подготовка к лабораторным работам	30	30
Итого: час	108	108
Итого: з.е.	3	3

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

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Анализ напряженного состояния	12	14	0	14	40
2	Кинематика деформируемой среды	12	10	0	11	33
3	Основные законы механики сплошной среды	8	8	0	13	29
	КСР	0	0	0	0	6
	Итого	32	32	0	38	108

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Анализ напряженного состояния	Тензоры и механика сплошной среды	Индексные обозначения. Соглашение о суммировании. Сложение, умножение и свертывание индексных объектов. Тензоры, декартовы тензоры, ранг тензора, векторы и скаляры	2
2	Анализ напряженного состояния	Тензоры и механика сплошной среды	Тензоры второго и более высокого порядка. Операции сложения, умножения, свертывания тензоров. Преобразования координат, дельта Кронекера, тензор Леви-Чивита	2
3	Анализ напряженного состояния	Тензор напряжений	Понятие сплошной среды. Плотность. Массовые и поверхностные силы. Принцип напряжений Коши. Вектор напряжений. Напряженное состояние в точке.	2
4	Анализ напряженного состояния	Дифференциальные уравнения равновесия	Связь между тензором напряжений и вектором напряжений. Равновесие сил и моментов. Симметрия тензора напряжений. Законы преобразования напряжений при изменении системы координат. Поверхности напряжений Коши.	2
5	Анализ напряженного состояния	Главные значения и главные направления тензора напряжений	Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. главные направления. Нормальная и касательная компоненты тензора напряжений	2

6	Анализ напряженного состояния	Круговые диаграммы Мора. Разложение тензора напряжений на девиаторную и гидростатическую составляющие	Максимальное и минимальное касательное напряжение. Круги Мора для напряжений. Плоское напряженное состояние. Девиатор и шаровой тензор напряжений.	2
7	Кинематика деформируемой среды	Теория деформаций	Основные определения. Векторы базиса. Радиус-вектор. Вектор перемещений. Лагранжево и эйлерово описание движения. Градиенты деформаций и градиенты перемещений	2
8	Кинематика деформируемой среды	Тензоры деформаций и тензоры конечных деформаций	Тензоры деформаций и тензоры конечных деформаций. Теория малых деформаций. Тензоры бесконечно малых деформаций	2
9	Кинематика деформируемой среды	Геометрический смысл тензоров линейных деформаций.	Геометрический смысл тензоров линейных деформаций. Коэффициенты длины. Представление тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Относительные перемещения. Тензор и вектор линейного поворота	2
10	Кинематика деформируемой среды	Главные деформации.	Главные деформации. Инварианты деформаций. Кубическое расширение. Шаровой тензор и девиатор деформаций	2
11	Кинематика деформируемой среды	Уравнение совместности для линейных деформаций	Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнение совместности для линейных деформаций	2
12	Кинематика деформируемой среды	Движение и течение.	Движение. Течение. Материальная производная. Скорость. Ускорение. Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Скорость деформации. Завихренность. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформации и завихренности	2
13	Основные законы механики сплошной среды	Уравнения механики сплошной среды	Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Уравнение движения. Уравнение равновесия. Закон Гука	2
14	Основные законы механики сплошной среды	Формулировка задачи теории упругости.	Симметрия упругих свойств материала. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред. Формулировка задачи теории упругости. Теорема единственности задачи упругости	2
15	Основные законы механики сплошной среды	Термодинамика	Первый закон термодинамики. Энергия. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье. Второй закон термодинамики понятие энтропии	2

16	Основные законы механики сплошной среды	Идеальная несжимаемая жидкость	Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Вязкая жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Упругая среда. Закон Гука. Полная система уравнений упругой среды	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Анализ напряженного состояния	Математические основы	Знакомство с пакетом GNU Octave для математических вычислений. Тензорная алгебра. Операции над тензорами: сложение, умножение, свертывание тензоров. Отчет	2
2	Анализ напряженного состояния	Математические основы	Преобразования координат. Симметрирование тензора. Отчет	2
3	Анализ напряженного состояния	Напряженное состояние в точке.	Вектор напряжения. Тензор напряжения. Уравнение равновесия. Отчет	2
4	Анализ напряженного состояния	Напряженное состояние в точке.	Законы преобразования напряжений. Поверхности напряжений. Отчет	2
5	Анализ напряженного состояния	Графическое представление трехмерного напряженного состояния	Главные напряжения и направления. Круги Мора. Отчет	2
6	Анализ напряженного состояния	Графическое представление трехмерного напряженного состояния	Плоское напряженное состояние. Разложение тензора напряжений на шаровую часть и девiator. Отчет	2
7	Анализ напряженного состояния	контрольная работа	контрольная работа по разделу Анализ напряженного состояния	2
8	Кинематика деформируемой среды	Лагранжево и эйлерово описание движения	Лагранжево и эйлерово описание движения	2
9	Кинематика деформируемой среды	Анализ деформированного состояния	Тензор деформации. Главные деформации. Инварианты деформаций. Отчет	2
10	Кинематика деформируемой среды	Анализ деформированного состояния	Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнение совместности для линейных деформаций. Отчет	2

11	Кинематика деформируемой среды	Движение и течение.	Движение и течение. Материальная производная. Скорость, ускорение, мгновенное поле скоростей. Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Отчет	2
12	Кинематика деформируемой среды	Движение и течение.	Скорость деформации. Завихренность. Приращения деформации. Физическая интерпретация тензоров скорости деформации и завихренности. Уравнения совместности для компонент тензора скоростей деформации. Тест Отчет	2
13	Основные законы механики сплошной среды	Обобщенный закон Гука.	Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформации. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств материала. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред. Отчет	2
14	Основные законы механики сплошной среды	Основные соотношения двумерной теории упругости.	Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжения Эри. Решение двумерных краевых задач в полиномах. Отчет	2
15	Основные законы механики сплошной среды	Основные соотношения двумерной теории упругости.	Метод решения двумерных задач в полярной системе координат при помощи функции Эри. Полярно симметричное распределение напряжений. Отчет	2
16	Основные законы механики сплошной среды	контрольная работа	контрольная работа по разделам Основные законы механики сплошной среды и Кинематика деформируемой среды	2
Итого за семестр:				32
Итого:				32

4.3 Содержание практических занятий

Учебные занятия не реализуются.

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
6 семестр			

Анализ напряженного состояния	подготовка к лабораторным работам	<p>Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе, выполнение домашней работы (решение задач) по темам Тензоры второго и более высокого порядка. Операции сложения, умножения, свертывания тензоров. Принцип напряжений Коши. Вектор напряжений. Напряженное состояние в точке. Связь между тензором напряжений и вектором напряжений. Равновесие сил и моментов. Симметрия тензора напряжений. Законы преобразования напряжений при изменении системы координат. Поверхности напряжений Коши. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. главные направления. Нормальная и касательная компоненты тензора напряжений. Максимальное и минимальное касательное напряжение. Круги Мора для напряжений. Плоское напряженное состояние. Девиатор и шаровой тензор напряжений. подготовка к контрольной работе</p>	11
Анализ напряженного состояния	подготовка к зачету	<p>Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Тензоры. Дельта Кронекера. Тензор Леви-Чивиты. Матричное представление декартовых тензоров. Массовые и поверхностные силы. Тензор напряжений. Вектор напряжений на площадке. Уравнения равновесия. Законы преобразования напряжений при изменении системы координат. Поверхности напряжений Коши. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений. Плоское напряженное состояние. Девиатор и шаровой тензор напряжений. Графическое представление напряженного состояния.</p>	3

Кинематика деформируемой среды	подготовка к лабораторным работам	<p>Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе, выполнение домашней работы (решение задач) по темам: Основные определения. Векторы базиса. Радиус-вектор. Вектор перемещений. Лагранжево и эйлерово описание движения. Градиенты деформаций и градиенты перемещений. Тензоры деформаций и тензоры конечных деформаций. Теория малых деформаций. Тензоры бесконечно малых деформаций. Геометрический смысл тензоров линейных деформаций. Коэффициенты длины. Представление тензора второго ранга в виде суммы симметричного и антисимметричного тензоров. Относительные перемещения. Тензор и вектор линейного поворота. Главные деформации. Инварианты деформаций. Кубическое расширение. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнение совместности для линейных деформаций. Движение. Течение. Материальная производная. Скорость. Ускорение. Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Скорость деформации. Завихренность. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформации и завихренности</p>	8
Кинематика деформируемой среды	подготовка к зачету	<p>Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе Лагранжево и эйлерово описание движения. Тензор деформации. Физический и геометрический смысл его компонент. Главные деформации. Инварианты деформаций. Плоская деформация. Круги Мора для деформаций. Уравнение совместности для линейных деформаций. Движение. Течение. Материальная производная. Скорость. Ускорение. Траектории. Линии тока. Установившееся движение. Скорость деформации. Завихренность. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформации и завихренности</p>	3

Основные законы механики сплошной среды	подготовка к лабораторным работам	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе, выполнение домашней работы (решение задач) по темам: Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформации. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств материала. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред. Основные уравнения линейной теории упругости. Уравнения теории упругости в напряжениях (уравнение Бельтрано-Мичела) и перемещениях (уравнение Новье-Стокса). Основные соотношения двумерной теории упругости. Функция напряжения Эри. Решение двумерных краевых задач в полиномах. Метод решения двумерных задач в полярной системе координат при помощи функции Эри. Полярно симметричное распределение напряжений. Давление жидкости. Тензор вязких напряжений. Баротропное течение. Определяющие уравнения для жидкостей. Стоксовы и ньютоновские жидкости. Основные уравнения ньютоновской жидкости. Уравнение Навье-Стокса.	11
Основные законы механики сплошной среды	подготовка к зачету	Проработка материала по лекциям и рекомендованной учебной литературе. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Уравнение движения. Закон Гука Первый закон термодинамики. Энергия. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье. Второй закон термодинамики понятие энтропии. Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Вязкая жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Упругая среда. Закон Гука. Полная система уравнений упругой среды.	2
Итого за семестр:			38
Итого:			38

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Петкевич, В.В. Основы механики сплошных сред : Учеб.пособие.- М., Едиториал УРСС, 2001.- 398 с.	Электронный ресурс

2	Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды : Курс лекций:Учеб.пособие / Б.Е.Победря,Д.В.Георгиевский.- М., Физматлит, 2006.- 272 с.	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
3	Башкинова, Е.В. Общая теория напряжений. Математические модели механики сплошных сред : практикум / Е. В. Башкинова, Е. В. Небогина; Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика.- Самара, 2012.- 58 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1183	Электронный ресурс
4	Горшков, А.Г. Основы тензорного анализа и механика сплошной среды : Учеб. / А.Г.Горшков,Л.Н.Рабинский,Д.В.Тарлаковский;Под ред.Д.М.Климова;Рос.акад.наук.Ин-т проблем механики.- М., Наука, 2000.- 214 с.	Электронный ресурс
5	Дроздова, Ю.А. Механика сплошных сред : теория и задачи : учеб.пособие / Ю. А. Дроздова, М. Э. Эглит.- М., Центрлитнефтегаз, 2010.- 281 с.	Электронный ресурс
6	Информатика MATLAB (Матричная лаборатория) : учеб.пособие / Самар.гос.техн.ун-т; сост.: О. С. Афанасьева, Е. В. Башкинова, Г. Ф. Егорова.- Самара, 2013.- 99 с.	Электронный ресурс
7	Казакевич, Г.С. Механика сплошных сред : Теория упругости и пластичности / Г.С.Казакевич,А.И.Рудской;С.-Петербург.гос.политехн.ун-т.- СПб., 2003.- 264 с.	Электронный ресурс
Учебно-методическое обеспечение		
8	Башкинова, Е.В. Основы напряженно-деформационной теории в механике сплошных сред : учеб. пособие / Е. В. Башкинова; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2015.- 101 с.	Электронный ресурс
9	Башкинова, Е.В. Основы описания деформационного движения и течения сплошной среды : практикум по математическим моделям механики сплошных сред / Е. В. Башкинова; Самар.гос.техн.ун-т, Прикладная математика и информатика.- Самара, 2015.- 59 с.- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1438	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Reader	Adobe Systems Incorporated (Зарубежный)	Свободно распространяемое
2	LibreOffice https://ru.libreoffice.org/	The Document Foundation (Зарубежный)	Свободно распространяемое

3	GNU Octave	John W. Eaton (Зарубежный)	Свободно распространяемое
---	------------	-------------------------------	------------------------------

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Электронно-библиотечная система Лань	www.e.lanbook.com/	Ресурсы открытого доступа
2	Электронная библиотека РФФИ	http://www.rfbr.ru/rffi/ru/	Ресурсы открытого доступа
3	Учебная физико-математическая библиотека	http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm	Ресурсы открытого доступа
4	Сопротивление материалов и науки о прочности.	http://mysopromat.ru/	Ресурсы открытого доступа
5	Сайты научно - технической библиотеки ФГБОУ СамГТУ	http://lib.sumgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
6	сайт журнала "ANSYS Advantage. Русская редакция"	http://www.ansyssolutions.ru/	Ресурсы открытого доступа
7	Образовательный портал университета	http://info.samgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа
8	Материаловедение	http://www.materialscience.ru	Ресурсы открытого доступа
9	Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ)	http://www.gpntb.ru/win/ntb/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия null

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используется аудитория № 340 корпуса

№1, оснащенная следующим оборудованием: 10 н оутбуков, проектор, лабораторное оборудование, столы, стулья.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по

использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

**Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.06 «Механика сплошной среды»**

Код и направление подготовки (специальность)	04.03.02 Химия, физика и механика материалов
Направленность (профиль)	Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная
Год начала подготовки	2022
Институт / факультет	Химико-технологический факультет (ХТФ)
Выпускающая кафедра	кафедра "Общая и неорганическая химия"
Кафедра-разработчик	кафедра "Общая и неорганическая химия"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способен использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований фундаментального и прикладного характера в области химии, физики и механики функциональных, конструкционных материалов и наноматериалов	ПК-1.1 Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений.	Знать Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в рамках механики сплошных сред
		ПК-1.4 Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Уметь Уметь оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы в области механики сплошной среды.
		ПК-1.6 Уметь: разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам.	Уметь Уметь разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам в рамках механики сплошной среды.

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Анализ напряженного состояния				

ПК-1.1 Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений.	Знать Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в рамках механики сплошных сред	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
ПК-1.4 Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Уметь Уметь оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы в области механики сплошной среды.	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
ПК-1.6 Уметь: разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам.	Уметь Уметь разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам в рамках механики сплошной среды.	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
Кинематика деформируемой среды				
ПК-1.1 Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений.	Знать Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в рамках механики сплошных сред	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
ПК-1.4 Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Уметь Уметь оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы в области механики сплошной среды.	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
ПК-1.6 Уметь: разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам.	Уметь Уметь разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам в рамках механики сплошной среды.	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
Основные законы механики сплошной среды				
ПК-1.1 Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений.	Знать Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в рамках механики сплошных сред	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да
ПК-1.4 Уметь: оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы.	Уметь Уметь оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы в области механики сплошной среды.	домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету	Да	Да

<p>ПК-1.6 Уметь: разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам.</p>	<p>Уметь Уметь разрабатывать концепцию проведения исследований на определение параметров соответствия предъявляемых требований к материалам в рамках механики сплошной среды.</p>	<p>домашние задания, отчеты по лабораторным работам, тесты, вопросы к зачету</p>	<p>Да</p>	<p>Да</p>
--	--	--	-----------	-----------

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Примеры контрольных заданий

Семестр 6

Контрольные задания представляют собой тест, проводятся по окончании изучения раздела и содержат вопросы на проверку знаний основных определений и формул:

1. Какой материал называется однородным
2. Материал называется изотропным по отношению к некоторому свойству если _____
3. Материал называется анизотропным по отношению к некоторому свойству если _____
4. Массовые силы это силы _____
5. Поверхностные силы это силы _____
6. Вектор напряжения выражает действие _____
7. Нормальные напряжения это _____
8. Касательные напряжения или напряжения сдвига это _____
9. Изобразить компоненты тензора напряжений на площадках перпендикулярных к осям координат
10. Записать связь между тензором напряжений и вектором напряжений на произвольной ориентированной площадке с нормалью n имеет вид _____
11. Записать систему уравнений равновесия в развернутой форме
12. Что означает условие $\sigma_{ji} = \sigma_{ij}$
13. Главные направления (главные оси) тензора напряжений это направления _____
14. Главным напряжением называется величина _____
15. Записать формулы инвариантов тензора напряжений, заданного на произвольно ориентированной площадке
16. Тензор напряжений отнесенный к главным осям имеет вид _____
17. Записать формулы инвариантов тензора напряжений, заданного в главных осях
18. Дать определение для плоского напряженного состояния
19. Записать общий вид тензора напряжений в плоскостях, параллельных плоскости x_1x_2 .
20. Записать систему уравнений равновесия для плоского напряженного состояния заданного в плоскостях, параллельных плоскости x_1x_2 .
21. Представить тензор напряжения в виде разложения на шаровую часть и девиатор
22. Шаровой тензор имеет вид _____
23. Инварианты тензора девиатора напряжений заданного в главных осях имеют вид _____
24. Дать определение для плоского деформированного состояния
25. Записать общий вид эйлера тензора линейных деформаций в плоскостях, параллельных плоскости x_1x_2 .

26. Записать общий вид эйлера тензора линейных деформаций в плоскостях, параллельных плоскости x_1x_2 , если x_1 и x_2 – главные направления тензора
27. Записать общий вид лагранжева тензора линейных деформаций в плоскостях, параллельных плоскости x_1x_2 , если x_1 и x_2 – главные направления тензора
28. Записать общий вид лагранжева тензора линейных деформаций в плоскостях, параллельных плоскости x_1x_2 .
29. Инварианты девиатора лагранжева тензора линейных деформаций заданного в главных осях имеют вид _____
30. Инварианты девиатора эйлера тензора линейных деформаций заданного на произвольно ориентированной площадке имеют вид _____
31. Главные направления (главные оси) эйлера тензора линейных деформаций это направления _____
32. Главным значением эйлера тензора линейных деформаций называется величина _____
33. Записать формулы инвариантов эйлера тензора линейных деформаций, заданного на произвольно ориентированной площадке
34. Коэффициентом кубического расширения называется _____
35. Физический смысл первого инварианта эйлера тензора линейных деформаций _____
36. Вектор относительного перемещения dU_i можно записать в виде разложения на симметричную и антисимметричную часть $dU_i =$ _____
37. Лагранжевый тензор линейного поворота имеет вид _____
38. Эйлеровый тензор линейного поворота имеет вид _____
39. Геометрический смысл компонент l_{11}, l_{22}, l_{33} лагранжева тензора линейных деформаций _____
40. Геометрический смысл компонент l_{12}, l_{13}, l_{23} лагранжева тензора линейных деформаций _____
41. При каком условии можно принять равенство лагранжева тензора линейных деформаций и эйлера тензора линейных деформаций _____
42. Движение описанное уравнением $x_i = x_i(X_1, X_2, X_2, t)$ описывает _____
43. Движение описанное уравнением $X_i = X_i(x_1, x_2, x_2, t)$ описывает _____

44. Термин деформация описывает _____
45. Термин течение описывает _____
46. Линии тока определение
47. Траектория движения
48. уравнение равновесия
49. уравнения движения
50. сравнить эйлерову и лагранжевую систему координат
51. Обобщенный закон Гука. Функция энергии и деформация.
52. Изотропные и анизотропные среды. Симметрия упругих свойств материала.
53. Изотропные среды. Упругие константы для изотропных сред.
54. Формулировка задачи теории упругости. Теорема единственности задачи упругости. Теорема единственности краевой задачи теории упругости.
55. Уравнения теории упругости в напряжениях (уравнение Бельтрано-Мичела)
56. Уравнения теории упругости в перемещениях (уравнение Новье-Стокса).
57. Определяющие уравнения для жидкостей. Стоксовы и ньютоновские жидкости.
58. Основные уравнения ньютоновской жидкости. Уравнения Навье-Стокса

Отчеты по лабораторным работам

1. Оформить титульный лист.
2. Оформить выполненную работу.
 - 2.1. Переписать условие задания.
 - 2.2. Привести алгоритма решения задачи.
 - 2.3. Выполнить каждый пункт с кратким описанием последовательности выполнения наПЭВМ и включением в отчет рисунков - экранных форм решения с объяснением и пояснениями к рисункам, таблицам, схемам.
3. Привести заключение по лабораторной работе с выводами по данной теме.

Лабораторная работа считается выполненной, если - предоставлен отчет о результатах выполнения задания; - проведена защита проделанной работы.

Защита проводится в два этапа:

- 1) Демонстрируются результаты выполнения задания.
- 2) Проводится анализ полученного результата и программы примененной для решения задачи.
- 3) Далее требуется ответить на ряд вопросов из перечня теоретических вопросов, который приводится в лекционном материале.

Вариант задания выдается преподавателем, проводящим лабораторные занятия.

Вопросы для подготовки к зачету (6 семестр)

1. Тензоры. Дельта Кронекера. Тензор Леви-Чивиты. Матричное представление декартовых тензоров.
2. Массовые и поверхностные силы.
3. Тензор напряжений.
4. Вектор напряжений на площадке.
5. Уравнения равновесия.
6. Законы преобразования напряжений при изменении системы координат.
7. Поверхности напряжений Коши.
8. Главные напряжения.
9. Инварианты тензора напряжений.
10. Плоское напряженное состояние.
11. Девиатор и шаровой тензор напряжений.
12. Графическое представление напряженного состояния.
13. Лагранжево и эйлерово описание движения.
14. Тензор деформации.
15. Физический и геометрический смысл его компонент.
16. Главные деформации.

17. Инварианты деформаций.
18. Плоская деформация.
19. Круги Мора для деформаций.
20. Уравнение совместности для линейных деформаций.
21. Движение. Течение. Материальная производная.
22. Скорость. Ускорение.
23. Траектории. Линии тока. Установившееся движение.
24. Скорость деформации. Завихренность.
25. Физическая интерпретация тензоров скоростей деформации и завихренности
26. Закон сохранения массы.
27. Уравнение неразрывности.
28. Уравнение движения.
29. Закон Гука
30. Первый закон термодинамики.
31. Энергия.
32. Уравнение энергии и уравнение притока тепла.
33. Закон теплопроводности Фурье.
34. Второй закон термодинамики понятие энтропии.
35. Идеальная несжимаемая жидкость.
36. Полная система уравнений.
37. Вязкая жидкость.
38. Уравнения Навье-Стокса.
39. Упругая среда. Закон Гука.
40. Полная система уравнений упругой среды.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Максимальное количество баллов за семестр – 56. При проведении зачета учитываются результаты освоения дисциплины за семестр. Оценка «удовлетворительно» может быть выставлена студенту, если он набрал минимальное количество баллов (10) по каждой контрольной точке.

Общее количество баллов за 6 семестр, максимум

Таблица 1

Вид работы (контрольные точки)		Максимальное количество баллов	Вес, %
1.	Отчет по лабораторным работам, тест по разделу «Анализ напряженного состояния»	14 баллов	25
2.	Отчет по лабораторным работам, тест по разделу «Кинематика деформируемой среды»	14 баллов	25
3.	Отчет по лабораторным работам, тест по разделу «Основные законы механики сплошной среды»	14 баллов	25
4.	Отчет по лабораторным работам, вопросы к зачету	14 баллов	25
ИТОГО		56	100

Критерии оценивания отчета по лабораторной работе

Вовремя выполненная лабораторная работа с оформленным по требованиям отчетом оценивается в 3 балла. В одну контрольную точку входит две лабораторные работы. Максимальное количество баллов за одну КТ по лабораторным работам – 6 баллов.

Критерии оценивания теста

Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл. В первые три контрольные точки (КТ) входит один тест. В четвертую КТ входят ответы на вопросы к зачету. Максимальное количество баллов за одну КТ – 6 баллов, минимальное 4 балла.

Перевод баллов за 1 КТ в пятибалльную систему

Традиционная оценка	Баллы за 1 контрольную точку
5	12-14
4	11-12
3	8-9
2	0-7

**Критерии и шкала оценивания результатов
изучения дисциплины на промежуточной аттестации**

Шкала оценивания

«Отлично» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 90% более (в соответствии с картами компетенций ОП): студент показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов анализа конкретных ситуаций;

«Хорошо» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций на 80% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал прочные знания основных положений фактического материала, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты анализа конкретных ситуаций;

«Удовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций 60% и более (в соответствии с картами компетенций ОП): обучающийся показал знание основных положений фактического материала, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой;

«Неудовлетворительно» – выставляется, если сформированность заявленных индикаторов компетенций менее чем 59% (в соответствии с картами компетенций ОП): при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.