




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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП
Прикладная механика


(подпись) _____
«24» июня 2016 г.

Озерова Г.П.
(Ф.И.О. рук.ОП)

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой
Механики и математического моделирования


(подпись) _____
«24» июня 2016 г.

А.А. Бочарова
(Ф.И.О. зав. каф.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика сплошных сред

Направление подготовки 15.03.03 Прикладная механика

Профиль подготовки:

Математическое и компьютерное моделирование механических систем и процессов

Форма подготовки: очная

курс 3 семестр 5
лекции 36 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек. 4 /пр. 12 /лаб. _____ час.
всего часов аудиторной нагрузки 72 час.
в том числе с использованием МАО 16 час.
самостоятельная работа 72 час.
в том числе на подготовку к экзамену _____ час.
контрольные работы (количество) _____
курсовая работа / курсовой проект _____ семестр
зачет _____ семестр
экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, ОС-15.03.03-47/1-2016, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 10.03.2016 № 12-13-391

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Механики и математического моделирования, протокол № 9 от «23» июня 2016 г.

Заведующий кафедрой: к.ф.--м.н. А.А. Бочарова
Составитель: к.ф.--м.н. Н.А. Луценко

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел I. Основные понятия механики сплошных сред, начала кинематики (16 часов)

Тема 1. Предмет механики сплошных сред (4 часа)

Понятие сплошной среды. Твёрдое тело, жидкость, газ, плазма. Лагранжев и Эйлеров подход к описанию движения сплошной среды. Полная (индивидуальная, субстанциональная), местная (локальная) и конвективная производная по времени.

Тема 2. Основы векторного и тензорного анализа (4 часа)

Ковариантные и контравариантные векторы базиса. Ковариантные и контравариантные компоненты векторов. Тензоры. Поверхности уровня. Производная по направлению. Градиент. Ковариантное дифференцирование. Векторные линии, линии тока, траектории. Векторные поверхности.

Тема 3. Основные принципы описания деформирования (4 часа)

Деформирование сплошной среды. Тензоры деформаций Грина и Альманси. Вектор перемещений. Тензор скоростей деформаций. Вихрь. Формула Коши-Гельмгольца. Дивергенция. Скорость относительного объёмного расширения. Потенциал. Потенциальное движение.

Тема 4. Основные кинематические теоремы (4 часа)

Циркуляция. Теорема Стокса. Кинематическая теорема Гельмгольца. Теорема Остроградского-Гаусса. Формула дифференцирования по времени интеграла, взятого по подвижному объёму. Кинематическая теорема Кельвина.

Раздел II. Начала динамики, законы сохранения, простейшие модели (20 часов)

Тема 1. Законы сохранения массы, импульса и момента импульса (6 часа)

О законах сохранения и теореме Нётер. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Закон сохранения количества движения (импульса). Формула Коши для вектора напряжений. Тензор напряжений. Дифференциальное уравнение движения. Закон сохранения момента количества движения.

Тема 2. Простейшие модели жидкостей и газов (4 часа)

Текучесть. Жидкости и газы. Давление. Идеальные жидкости и газы. Уравнение Эйлера. Простейшие математические модели жидкостей и газов. Баротропность. Граничные условия для жидкостей и газов. Условие непроницаемости. Условие прилипания.

Тема 3. Закон сохранения энергии и смежные вопросы (6 часа)

Теорема живых сил (уравнение кинетической энергии). Работа внутренних поверхностных сил. Закон сохранения энергии (первый закон термодинамики). Вектор потока тепла. Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение энергии. Уравнение притока тепла (уравнение внутренней энергии). Формула Майера. Адиабата Пуассона.

Тема 4. Второй закон термодинамики (4 часа)

Закон сохранения энтропии (второй закон термодинамики). Второй закон термодинамики для индивидуального объема сплошной среды. Дифференциальное уравнение энтропии. Неравенство Клаузиуса.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 час.)

Занятие 1. Эйлеровы и лагранжевы координаты. Ковариантные и контравариантные векторы базиса (4 часа).

1. Выписать некоторые выражения с индексами, используя числовые значения индексов, а не их буквенные обозначения.
2. Расписать компоненты ускорения при эйлеровом описании в декартовой системе координат.
3. Рассмотреть задачи, связанные с преобразованиями координат, переходом между эйлеровыми и лагранжевыми системами координат.
4. Доказать, что контравариантные векторы базиса направлены по нормальям к координатным осям.

Занятие 2. Тензоры. Дифференциальные операторы. Ковариантное дифференцирование (4 часа)

1. Выразить инварианты тензора через его главные компоненты.
2. Расписать градиент, дивергенцию и ротор в декартовой системе координат.
3. Вычислить выражение для ковариантной производной от ковариантных компонент вектора.

Занятие 3. Деформирование сплошной среды. Вихревое движение. Кинематические характеристики движения (4 часа)

1. Доказать сформулированные в лекциях утверждения о механическом смысле компонент тензоров деформаций в случае малых деформаций.
2. Рассмотреть задачу об однородном одноосном растяжении, найти относительное изменение объема в этом случае.
3. Привести пример вихревого течения с прямолинейными траекториями.
4. Рассмотреть задачи, связанные с вычислением кинематических характеристик течения: скоростей, ускорений, линий тока, траекторий, поверхностей тока.

Занятие 4. Законы сохранения массы и импульса (4 часа)

1. Написать уравнение неразрывности для потенциального движения сжимаемой и несжимаемой среды в виде уравнение для потенциала.
2. Расписать дифференциальное уравнение движения в декартовой системе координат.

Занятие 5. Простейшие математические модели жидкостей и газов.

Гидростатика (4 часа)

1. Получить уравнение равновесия текучей среды.
2. Получить необходимое условие на поле сил, при котором возможно равновесие текучей среды.
3. Доказать, что в сосуде давление жидкости на дно и стенки зависит только от высоты жидкости и не зависит от формы сосуда (гидростатический парадокс).

Занятие 6. Закон сохранения энергии (4 часа)

1. Написать уравнения энергии и притока тепла для идеальной несжимаемой жидкости и идеальной сжимаемой жидкости.
2. Вывести уравнение теплопроводности.

Занятие 7. Уравнения движения для различных сред (10 часов)

1. Для баротропного движения в поле потенциальных массовых сил преобразовать уравнение Эйлера к виду Громеки-Лэмба.
2. Вывести уравнения движения линейно-вязкой изотропной жидкости (уравнения Навье-Сокса).
3. Вывести уравнения движения линейно-упругой изотропной среды (уравнения Навье-Ламе).
4. Рассмотреть задачи о равновесии текучей среды, задачи о свойствах поверхности равного давления.

Занятие 8. Интегральные законы сохранения (2 часа)

1. Решить задачу о равновесии человека на пластине, которая поддерживается в воздухе за счет струи идеальной невесомой жидкости, направленной на пластину снизу вертикально.
2. Рассмотреть задачи, связанные с применением интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Механика сплошных сред» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающихся;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций			Оценочные средства	
					текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные понятия механики сплошных сред, начала кинематик	ОПК-2, ОПК-3,	знает основные положения, законы и методы механики сплошных сред - основные тенденции развития науки в области механики сплошных сред	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1-19	
			Умеет осуществлять отбор и анализировать материал,	Тест(ПР-1)	Задача 1-4 по	

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
			характеризующий исследуемые процессы и явления - ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты		данному разделу
			Владеет способностью к самостоятельному обучению и применению полученных навыков для понимания новых процессов и явлений механики сплошных сред - современными фундаментальными и прикладными методами решения задач механики сплошных сред	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Начала динамики, законы сохранения, простейшие модели	ПК-3	знает основы современных методов исследований в механике сплошных сред	Собеседование (УО-1),	Вопросы 20-46
			Умеет применять полученные знания для решения конкретных фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред	Тест (ПР-1)	Задачи 1-4 по данному разделу
			Владеет навыками работы с современными методами исследований в области механики сплошных сред, способностью анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты решения задач механики сплошных сред	Контрольная работа (ПР-2)	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта

деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Луценко Н.А. Введение в механику сплошных сред: основные понятия, начала кинематики: учебное пособие [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электронное издание – Владивосток: ДВФУ, 2016. – 33 с. <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/feFu:2235>
2. Луценко Н.А. Введение в механику сплошных сред: начала динамики, законы сохранения, простейшие модели: учебное пособие [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электронное издание – Владивосток: ДВФУ, 2016. – 42 с. <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/feFu:2234>
3. Шинкин В.Н. Механика сплошных сред [Электронный ресурс] : курс лекций / В.Н. Шинкин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2010. — 235 с. — 978-5-87623-370-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56090.html>
4. Папуша, А. Н. Механика сплошных сред [Электронный ресурс] / А. Н. Папуша. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. — 688 с. <http://www.iprbookshop.ru/16572.html>

Дополнительная литература

1. Дроздова Ю. А. Эглит М.Э. Механика сплошных сред. Теория и задачи : учебное пособие для вузов. Москва : ЦентрЛитНефтеГаз , 2010. 281 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:296031&theme=FEFU>
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Т.1. М.: Наука, 1970. 492 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:245940&theme=FEFU>
3. Основы механики сплошной среды. Курс лекций / Победря Б.Е., Георгиевский Д.В. - М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 272 с.: ISBN 5-9221-0649-X - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544635>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 72 часа аудиторных занятий и 36 часов самостоятельной работы.

На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. На практических занятиях преподаватель разбирает решение некоторых задач механики сплошных сред, подсказывает ход и метод решения.

Кроме аудиторной работы с преподавателем, студент должен самостоятельно читать соответствующие учебные пособия.

По данной дисциплине разработаны учебные пособия, которые доступны в фондах НБ ДВФУ в соответствующем разделе:

1. Луценко Н.А. Введение в механику сплошных сред: основные понятия, начала кинематики: учебное пособие [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электронное издание – Владивосток: ДВФУ, 2016. – 33 с. <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:2235>
2. Луценко Н.А. Введение в механику сплошных сред: начала динамики, законы сохранения, простейшие модели: учебное пособие [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электронное издание – Владивосток: ДВФУ, 2016. – 42 с. <http://elib.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/fefu:2234>

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория со следующим оборудованием.

- Акустическая система Extron SI 3CT LP (3 шт),
- врезной интерфейс TLS TAM 201 Standart III,
- документ-камера Avertvision CP355AF,
- матричный коммутатор Extron DXP 44 DVI PRO,
- микрофонная петличная радиосистема Sennheiser EW 122 G3,
- мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U,
- расширение для контроллера управления Extron IPL T CR48,
- сетевая видеочамера Multipix MP-HD718,
- стойка металлическая для ЖК-дисплея,
- усилитель мощности Extron XPA 2001-100V,
- усилитель-распределитель DVI сигнала Extron DVI DA2,
- цифровой аудиопроцессор Extron DMP 44 LC,
- экран проекционный ScreenLine Trim White Ice

Приложение 1 к рабочей программе учебной дисциплины



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Механика сплошных сред»

Направление подготовки – 15.03.03 «Прикладная механика»

**профиль «Математическое и компьютерное моделирование механических
систем и процессов»**

Форма подготовки: очная

**Владивосток
2016**

**План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине
«Механика сплошных сред»**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1 неделя	Чтение тем 1-4 из пособия [4] основной литературы.	2 часа	УО-1
2	2 неделя	Чтение тем 5-7 из пособия [4] основной литературы.	2 часа	УО-1
3	3 неделя	Чтение тем 8-10 из пособия [4] основной литературы.	2 часа	УО-1
4	4 неделя	Чтение тем 11-13 из пособия [4] основной литературы.	2 часа	УО-1
5	5 неделя	Чтение тем 14-16 из пособия [4] основной литературы.	2 часа	УО-1
6	6 неделя	Чтение тем 17-19 из пособия [4] основной литературы.	2 часа	УО-1
7	7 неделя	Повтор и закрепление знаний по основным понятиям, связанным с системами координат, тензорами, деформацией	2 часа	УО-1
8	8 неделя	Чтение тем 1-2 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
9	9 неделя	Чтение тем 3-4 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
10	10 неделя	Чтение тем 5-6 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
11	11 неделя	Чтение тем 7-9 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
12	12 неделя	Повтор и закрепление знаний о законах сохранения массы, импульса, момента импульса	2 часа	УО-1

13	13 неделя	Чтение тем 10-11 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
14	14 неделя	Чтение тем 12-13 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
15	15 неделя	Чтение тем 14-16 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
16	16 неделя	Чтение тем 17-18 из пособия [5] основной литературы.	2 часа	УО-1
17	17 неделя	Повтор и закрепление знаний о законе сохранения энергии и термодинамике сплошных сред	2 часа	УО-1
18	18 неделя	Повтор и закрепление знаний по дисциплине	2 часа	УО-1
	10-18 неделя	Подготовка к итоговому экзамену	36	
Итого			72 часа	

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающихся

Кроме аудиторной работы с преподавателем, студент должен самостоятельно читать соответствующие учебные пособия из списка основной и дополнительной литературы. Самостоятельная работа студента должна выполняться каждую неделю регулярно в течение семестра. В ходе выполнения самостоятельной работы студент должен прочитать как минимум пособия [4] и [5] из списка основной литературы. В случае возникновения вопросов при выполнении самостоятельной работы, студент может обратиться к преподавателю на консультации.

По завершению изучения каждого раздела преподавателем осуществляются устные опросы. Типовые вопросы для собеседования приведены в приложении 2. Для подготовки рекомендуется использовать не

только основную, но и дополнительную литературу по дисциплине «Механика сплошных сред».

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает чтение литературы и подготовку к устным опросам. Критерии оценки самостоятельной работы приведены в приложении 2.

Приложение 2 к рабочей программе учебной дисциплины



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Механика сплошных сред»
Направление подготовки – 15.03.03 «Прикладная механика»
профиль «Математическое и компьютерное моделирование механических
систем и процессов»
Форма подготовки: очная

Владивосток
2016

**Паспорт
фонда оценочных средств
по дисциплине «Механика сплошных сред»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Знает	основные положения, законы и методы механики сплошных сред
	Умеет	осуществлять отбор и анализировать материал, характеризующий исследуемые процессы и явления
	Владеет	способностью к самостоятельному обучению и применению полученных навыков для понимания новых процессов и явлений механики сплошных сред
ОПК-3 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	Знает	основные тенденции развития науки в области механики сплошных сред
	Умеет	ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	Владеет	современными фундаментальными и прикладными методами решения задач механики сплошных сред
ПК-3 готовность выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	Знает	основы современных методов исследований в механике сплошных сред
	Умеет	применять полученные знания для решения конкретных фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред
	Владеет	навыками работы с современными методами исследований в области механики сплошных сред, способностью анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты решения задач механики сплошных сред

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные понятия механики сплошных сред, начала кинематики и	ОПК-2, ОПК-3,	знает основные положения, законы и методы механики сплошных сред - основные тенденции развития науки в области механики сплошных сред	Собеседование (УО-1)	Вопросы 1-19
			Умеет осуществлять отбор и анализировать материал, характеризующий исследуемые процессы и явления - ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	Тест(ПР-1)	Задача 1-4 по данному разделу
			Владеет способностью к самостоятельному обучению и применению полученных навыков для понимания новых процессов и явлений механики сплошных сред - современными фундаментальными и прикладными методами решения задач механики сплошных сред	Контрольная работа (ПР-2)	
2	Начала динамики, законы сохранения, простейши	ПК-3	знает основы современных методов исследований в механике сплошных сред	Собеседование (УО-1),	Вопросы 20-46
			Умеет применять полученные знания для	Тест (ПР-1)	Задачи 1-4 по

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины е модели	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
		решения конкретных фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред		данному разделу
		Владеет навыками работы с современными методами исследований в области механики сплошных сред, способностью анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты решения задач механики сплошных сред	Контрольная работа (ПР-2)	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-2 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	знает (пороговый уровень)	основные положения, законы и методы механики сплошных сред	знание основных методов и средств научных исследований, круг научно-технических задач в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий	целостное представление о возможностях научного эксперимента, его целях и задачах, знание классификации типов простых и сложных экспериментальных моделей, и методов, применяемых в механике с целью корректного отображения реальных механических процессов
	умеет (продвинутый)	осуществлять отбор и анализировать материал, характеризующий исследуемые процессы и явления	умение свободно применять современное программное обеспечение для решения задач механики в процессе профессиональной деятельности	способность составлять описания выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической

				документации
	владеет (высокий)	способностью к самостоятельному обучению и применению полученных навыков для понимания новых процессов и явлений механики сплошных сред	способность широко использовать программные пакеты вычислительной математики, уверенно применять имеющийся в них комплекс инструментов, добиваясь эффективного решения задач	уверенное владение навыками работы с вычислительными пакетами как средством, позволяющим существенно облегчить рутинные аналитические и вычислительные расчеты
ОПК-3 способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	знает (пороговый уровень)	основные тенденции развития науки в области механики сплошных сред	знание основных методов и средств научных исследований, круг научно-технических задач в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий	целостное представление о возможностях научного эксперимента, его целях и задачах, знание классификации типов простых и сложных экспериментальных моделей, и методов, применяемых в механике с целью корректного отображения реальных механических процессов
	умеет (продвинутый)	ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты	умение выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач,	способность применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, оценивать, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	владеет (высокий)	современными фундаментальными и прикладными методами решения задач механики сплошных сред	способность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики	свободное применение классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям
ПК-3 готовность выполнять научно-исследовательские	знает (пороговый уровень)	основы современных методов исследований в механике	знание основных методов и средств научных исследований, круг научно-технических задач в	целостное представление о возможностях научного эксперимента, его целях и задачах, знание классификации типов

кие работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям		сплошных сред	области прикладной механики на основе достижений техники и технологий	простых и сложных экспериментальных моделей, и методов, применяемых в механике с целью корректного отображения реальных механических процессов
	умеет (продвинутой)	применять полученные знания для решения конкретных фундаментальных и прикладных задач механики сплошных сред	умение выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач,	способность применять современные теории, физико-математические и вычислительные методы, оценивать, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
	владеет (высокий)	навыками работы с современными методами исследований в области механики сплошных сред, способностью анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты решения задач механики сплошных сред	способность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики	свободное применение классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным физическим процессам

Средства промежуточной аттестации

Зачетно-экзаменационные материалы

Перечень типовых устных экзаменационных вопросов

1. Что такое оператор набла? Расписать оператор набла в декартовой системе координат.
2. Что такое градиент? Записать $\text{grad } \varphi$ с использованием оператора набла. Расписать $\text{grad } \varphi$ в декартовой системе координат.
3. Что такое дивергенция? Записать $\text{div } \vec{a}$ с использованием оператора набла. Расписать $\text{div } \vec{a}$ в декартовой системе координат.

4. Что такое ротор? Записать $\text{rot } \bar{a}$ с использованием оператора набла. Расписать $\text{rot } \bar{a}$ в декартовой системе координат.
5. Что определяют полная, локальная и конвективная производные по времени?
6. Что такое $\nabla_i v^k$ в декартовой и в криволинейной системах координат (v^k – компоненты вектора)?
7. Что такое $\frac{d\rho}{dt}$, $\frac{\partial\rho}{\partial t}$ при эйлеровом описании движения? Каков их физический смысл?
8. Что такое лагранжев подход к описанию движения среды?
9. Что такое эйлеров подход к описанию движения среды?
10. Написать в раскрытом виде выражение для компоненты ускорения $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ в декартовой системе координат при эйлеровом описании движения. Каково выражение для контравариантной компоненты ускорения $a^2 = \frac{dv^2}{dt}$ в криволинейной системе координат x^i (2 – это не степень!)?
11. Что такое тензор? Сколько отличающихся (с точностью до знака) компонент у произвольного симметричного и антисимметричного тензоров?
12. Каков механический смысл компонент тензоров деформаций в случае малых деформаций, если в начальном состоянии система координат декартова?
13. Что такое тензор скоростей деформаций? Написать формулы, выражающие его компоненты через производные компонент скорости.
14. Что такое потенциал вектора?
15. Что такое циркуляция вектора?
16. Сформулировать теорему (формулу) Коши-Гельмгольца.
17. Сформулировать теорему (формулу) Стокса.
18. Написать и пояснить формулу Гаусса-Остроградского.

19. Что такое индивидуальный объем? Написать и пояснить формулу дифференцирования по времени интеграла, взятого по подвижному объему.
20. Перечислить законы сохранения, которые вы знаете.
21. Написать закон сохранения массы для конечного индивидуального объема сплошной среды.
22. Что такое уравнение неразрывности? Написать это уравнение при эйлеровом и лагранжевом описании сплошной среды.
23. Что такое вектор напряжений?
24. Написать и пояснить формулу Коши для вектора напряжений.
25. Написать закон сохранения количества движения для конечного индивидуального объема сплошной среды; пояснить все члены, входящие в это соотношение.
26. Что такое тензор напряжений? Каков физический смысл его компонент в декартовой системе координат?
27. Написать дифференциальное уравнение движения сплошной среды. Следствием какого закона оно является? Пояснить все члены, входящие в это уравнение.
28. Написать закон сохранения момента количества движения для конечного индивидуального объема сплошной среды; пояснить все члены, входящие в это соотношение.
29. К чему приводит закон сохранения момента количества движения в «классическом» случае (т.е. когда собственный момент количества движения, а также массовые и поверхностные пары сил отсутствуют)?
30. Что такое текучесть? Что такое идеальная текучесть?
31. Что такое давление?
32. Что такое идеальные жидкости и газы? Какой вид имеет тензор напряжений в идеальной жидкости в декартовой системе координат?
33. Что такое уравнение Эйлера в механике жидкости? Записать его в векторном виде.

34. Что такое баротропность?
35. Сформулировать условие непроницаемости и условие прилипания.
36. Что такое вязкие жидкости и газы?
37. Написать теорему живых сил для сплошной среды в любой форме; пояснить все члены, входящие в это соотношение.
38. Написать закон сохранения энергии для конечного индивидуального объема сплошной среды; пояснить все члены, входящие в это соотношение.
39. Сформулировать закон теплопроводности Фурье.
40. Сформулировать формулу Майера.
41. Что такое адиабата Пуассона?
42. Что такое уравнение притока тепла?
43. Какой процесс в термодинамике называется обратимым? Привести пример обратимого и необратимого процессов.
44. Что такое энтропия?
45. Что такое второй закон термодинамики? Дать формулировку второго закона, содержащую понятие энтропии.
46. Написать и пояснить законы сохранения массы и количества движения в интегральной форме для неподвижного контрольного объема при установившемся движении.

Перечень типовых письменных экзаменационных вопросов

1. Лагранжево описание движения сплошной среды. Лагранжевы (материальные) координаты. Закон движения точек сплошной среды. Вычисление компонент вектора скорости по закону движения. Вычисление ускорения по скорости при лагранжевом описании.
2. Эйлерово описание движения. Пространственные координаты. Вычисление поля ускорений по полю скоростей при эйлеровом описании.

Индивидуальная (материальная, полная) и локальная производные по времени.

3. Переход от лагранжева описания движения сплошной среды к эйлерову и обратный переход.

4. Тензоры как объекты в евклидовом пространстве. Компоненты с разным строением индексов, их связь, формулы преобразования при переходе к другой системе координат.

5. Операции над тензорами. Инварианты тензоров.

6. Тензорные поля. Ковариантное дифференцирование. Дивергенция и ротор вектора, градиент скалярной функции.

7. Тензоры второго ранга. Разложение на сумму симметричного и антисимметричного тензоров.

8. Тензоры конечных деформаций Грина и Альманси. Механический смысл компонент.

9. Выражение компонент тензоров деформаций через компоненты вектора перемещения. Линейные формулы в случае малых деформаций и малых относительных поворотов.

10. Тензор скоростей деформаций. Определение. Выражение его компонент через компоненты скорости.

11. Формула Коши-Гельмгольца для распределения скоростей в малой окрестности любой точки сплошной среды.

12. Вектор вихря. Определение. Кинематический смысл вектора вихря. Циркуляция скорости. Формула Стокса. Потенциал скорости. Эквивалентность потенциального и безвихревого движения.

13. Формула Гаусса-Остроградского. Кинематический смысл. Понятие потока вектора через поверхность.

14. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объему.

15. Формулировка закона сохранения массы для конечного индивидуального объема сплошной среды и для неподвижного,

пространственного объема. Уравнение неразрывности при эйлеровом и при лагранжевом описании среды. Уравнение неразрывности для несжимаемой среды.

16. Силы, действующие на сплошную среду: массовые и поверхностные. Вектор напряжений.

17. Закон сохранения количества движения для конечного индивидуального объема сплошной среды.

18. Формула Коши, связывающая вектор напряжений на любой площадке с векторами напряжений на трех фиксированных взаимно перпендикулярных площадках. Тензор напряжений. Физический смысл компонент в декартовой системе координат.

19. Дифференциальные уравнения движения сплошной среды.

20. Формулировка закона сохранения момента количества движения для конечного индивидуального объема сплошной среды. Тензор моментных напряжений.

21. Дифференциальное уравнение момента количества движения. Условия, при которых симметрия тензора напряжений является следствием закона сохранения момента количества движения.

22. Жидкости и газы в механике сплошных сред. Тензор напряжений в покоящейся жидкости. Давление. Идеальная жидкость. Уравнения Эйлера.

23. Полные системы механических уравнений для несжимаемой идеальной жидкости и для баротропных движений сжимаемой идеальной жидкости. Условие непроницаемости на поверхности твердых тел.

24. Вязкая жидкость. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Связь между компонентами тензоров вязких напряжений и скоростей деформаций в изотропной линейно-вязкой жидкости (закон Навье-Стокса).

25. Уравнения Навье-Стокса. Граничное условие прилипания на поверхности твердых тел.

26. Упругая среда. Линейно-упругая среда. Закон Гука для изотропной линейно-упругой среды при изотермическом деформировании.

27. Уравнения Навье-Ламе для линейно-упругих сред.
28. Теорема живых сил (теорема о кинетической энергии) для системы материальных точек и для сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Работа внутренних поверхностных сил в идеальной жидкости.
29. Закон сохранения энергии – Первый закон термодинамики. Формулировка закона сохранения энергии для конечного индивидуального объема сплошной среды. Работа внешних сил. Приток тепла. Теплопроводность. Вектор потока тепла.
30. Дифференциальное уравнение энергии. Уравнение притока тепла (уравнение внутренней энергии).
31. Выражение для притока тепла к малой частице за счет теплопроводности. Закон теплопроводности Фурье для изотропной и анизотропной сред.
32. Совершенный газ. Уравнение притока тепла для идеального совершенного газа. Удельные теплоемкости в процессах с постоянным объемом и с постоянным давлением. Формула Майера. Связь между давлением и плотностью при адиабатическом движении идеального совершенного газа (адиабата Пуассона).
33. Второй закон термодинамики (формулировка, содержащая понятие энтропии). Обратимые и необратимые процессы. Приток энтропии извне и производство энтропии.
34. Формулировка второго закона термодинамики для конечного индивидуального объема сплошной среды. Дифференциальное уравнение энтропии.

Перечень типовых экзаменационных задач

Раздел «Основные понятия механики сплошных сред, начала кинематики»

1. Для поступательных движений твердого тела выписать общий вид поля скорости и общий вид закона движения при лагранжевом и при эйлеровом описании.
2. Доказать, что любой тензор второго ранга можно единственным образом разложить на сумму симметричного и антисимметричного тензоров.
3. Определить механический смысл компонент тензора скоростей деформаций.
4. Выразить через потенциал скорости ее циркуляцию по кривой, соединяющей точки с координатами $\{x_1, y_1, z_1\}$ и $\{x_2, y_2, z_2\}$.

Раздел «Начала динамики, законы сохранения, простейшие модели»

1. Записать закон сохранения массы для конечного неподвижного пространственного объема, через который протекает среда.
2. Расписать уравнение Эйлера в декартовой системе координат.
3. Записать уравнения энергии и притока тепла для идеальной несжимаемой жидкости и идеальной сжимаемой жидкости.
4. Найти силу, действующую на ракету, которая летит с постоянной скоростью v и выбрасывает в единицу времени массу m . Считать известным распределение скорости в струе за ракетой вдали от ракеты, где можно пренебречь вязкими силами и считать давление равным давлению в окружающей среде p_0 .

Порядок проведения экзамена и принцип составления экзаменационного билета

Экзамен состоит из: 1) двух письменных вопросов и одной задачи, которые указаны в экзаменационном билете и для подготовки ответов на которые студенту дается определенное время; 2) устных вопросов, которые задаются преподавателем во время беседы со студентом и на которые студент должен отвечать без подготовки. В экзаменационный билет первый вопрос выбирается из номеров с 1 по 14 списка письменных вопросов,

второй вопрос выбирается из номеров с 20 по 34 списка письменных вопросов. Устные вопросы задаются преподавателем в произвольном количестве и порядке в зависимости от результатов текущей аттестации студента по предмету.

Оценочные средства для текущей аттестации

Вопросы для собеседования и тестов

Раздел «Основные понятия механики сплошных сред, начала кинематики»

1. Понятие сплошной среды.
2. Лагранжев и Эйлеров подход к описанию движения сплошной среды.
3. Полная (индивидуальная, субстанциональная), местная (локальная) и конвективная производная по времени.
4. Ковариантные и контравариантные векторы базиса. Ковариантные и контравариантные компоненты векторов.
5. Тензоры.
6. Производная по направлению. Градиент.
7. Ковариантное дифференцирование.
8. Векторные линии, линии тока, траектории. Векторные поверхности.
9. Деформирование сплошной среды. Тензоры деформаций Грина и Альманси.
10. Вектор перемещений.
11. Тензор скоростей деформаций.
12. Формула Коши-Гельмгольца.
13. Дивергенция.
14. Скорость относительного объёмного расширения.
15. Потенциал. Потенциальное движение.

16. Циркуляция. Теорема Стокса.
17. Кинематическая теорема Гельмгольца.
18. Теорема Остроградского-Гаусса.
19. Формула дифференцирования по времени интеграла, взятого по подвижному объёму.
20. Кинематическая теорема Кельвина.

Раздел «Начала динамики, законы сохранения, простейшие модели»

1. О законах сохранения и теореме Нётер.
2. Закон сохранения массы.
3. Уравнение неразрывности.
4. Закон сохранения количества движения (импульса).
5. Формула Коши для вектора напряжений.
6. Тензор напряжений.
7. Дифференциальное уравнение движения.
8. Закон сохранения момента количества движения.
9. Текучесть. Жидкости и газы.
10. Давление.
11. Идеальные жидкости и газы.
12. Уравнение Эйлера.
13. Баротропность.
14. Условие непроницаемости.
15. Условие прилипания.
16. Теорема живых сил (уравнение кинетической энергии).
17. Работа внутренних поверхностных сил.
18. Закон сохранения энергии (первый закон термодинамики).
19. Вектор потока тепла.
20. Закон теплопроводности Фурье.
21. Дифференциальное уравнение энергии.

22. Уравнение притока тепла (уравнение внутренней энергии).
23. Формула Майера.
24. Адиабата Пуассона.
25. Закон сохранения энтропии (второй закон термодинамики).
26. Второй закон термодинамики для индивидуального объема сплошной среды.
27. Дифференциальное уравнение энтропии.
28. Неравенство Клаузиуса.

Критерии оценки (письменный ответ)

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией по механике сплошных сред. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 - баллов - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой

заданий; стремление логически определено и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

Критерии оценки (устный ответ)

✓ 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов механики сплошных сред, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов механики сплошных сред, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов механики сплошных сред, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание процессов механики сплошных сред, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

Типовая контрольная работа (ПР-2)

Раздел «Основные понятия механики сплошных сред, начала кинематики»

1. Вывести формулу Коши-Гельмгольца для распределения скоростей в малой окрестности любой точки сплошной среды.
2. Вывести формулу дифференцирования по времени интеграла по подвижному объему.

Раздел «Начала динамики, законы сохранения, простейшие модели»

1. Вывести уравнение неразрывности при эйлеровом описании среды.
2. Вывести дифференциальные уравнения движения сплошной среды.

Критерии оценки контрольной работы

100-86 баллов – студент точно выполнил все части задания, умеет аргументировано отвечать на вопросы, связанные с заданием. Продемонстрировано знание и владение навыками самостоятельной исследовательской работы по теме. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

85-76 баллов – работа студента характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не

более одной ошибки при выполнении задания. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

75-61 балл – студентом проведен самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих выполнения задания; присутствует понимание базовых основ и теоретического обоснования темы. Допущено не более двух ошибок при выполнении задания.

Менее 60 баллов – работа выполнена не полностью. Допущено три или более трех ошибок при выполнении задания.

**Методические рекомендации,
определяющие процедуры оценивания результатов освоения
дисциплины**

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Механика сплошных сред» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Механика сплошных сред» проводится в форме контрольных мероприятий (тесты, собеседование) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);

– степень усвоения теоретических знаний (активность в ходе обсуждений материалов лекций, активное участие в дискуссиях с аргументами из дополнительных источников, внимательность, способность задавать встречные вопросы в рамках дискуссии или обсуждения, заинтересованность изучаемыми материалами);

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы (определяется по результатам контрольных работ, практических занятий, ответов на тесты);

– результаты самостоятельной работы (задания и критерии оценки размещены в Приложении 1).

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Механика сплошных сред» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ.

Краткая характеристика процедуры применения используемого оценочного средства. В результате посещения лекций, лабораторных занятий, семинаров и круглых столов студент последовательно осваивает материалы дисциплины и изучает ответы на вопросы к экзамену, представленные в структурном элементе ФОС IV.1. Критерии оценки текущей аттестации – контрольная проверка знаний (собеседование, тесты) представлены в структурном элементе ФОС V.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине
«Механика сплошных сред»**

Баллы (рейтингово й оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86-100	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал по механике сплошных сред, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76-85	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал по механике сплошных сред, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками.
61-75	«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала в области

		<p>механики сплошных сред, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.</p>
<p>менее 61</p>	<p>«неудовлетворительно»</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части основного материала по механике сплошных сред, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине</p>