

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Механика машин и основы конструирования»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
/С.Н. Щербич /
«30» августа 2019 г.



Рабочая программа учебной дисциплины
МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 – Фундаментальные математика и механика

Направленность (профиль):

Математическое и компьютерное моделирование механических систем

Форма обучения: очная

Курган 2019

Рабочая программа дисциплины «Механика сплошных сред» составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета «Фундаментальные математика и механика (Математическое и компьютерное моделирование механических систем)», утвержденным «29» августа 2019 года для очной формы обучения.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Механика машин и основы конструирования» «30» августа 2019 года, протокол № 1.

Рабочую программу составил
доцент



С.Г. Тютрин

Заведующий кафедрой
«Механика машин и основы
конструирования»



Д.А. Курасов

Специалист по учебно-методи-
ческой работе Учебно-
методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности



С.Н. Синицын

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 4 зачетных единицы трудоемкости (144 академических часа).

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		8
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	56	56
в том числе:		
Лекции	28	28
Практические занятия	28	28
Самостоятельная работа, всего часов	88	88
в том числе:		
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы	61	61
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	144	144

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Механика сплошных сред» относится к обязательной части Блока 1.

Изучение дисциплины базируется на результатах обучения, сформированных при изучении следующих дисциплин:

- Математический анализ;
- Физика;
- Теоретическая механика.

Результаты обучения по дисциплине необходимы при изучении «Теории упругости и пластичности» и для выполнения дипломной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Механика сплошных сред» является формирование в сознании студента целостной концептуальной базы естественнонаучного представления об основных феноменологических закономерностях поведения твердых, жидких и газообразных веществ, фундаментальных законах и уравнениях движения и состояния, применяемых при разработке моделей деформируемых тел, жидкостей и газов.

Задачами освоения дисциплины «Механика сплошных сред» являются изучение уравнений равновесия и движения сплошной среды; применение определяющих соотношений деформируемых твердых тел, жидкостей и газов, а также граничных и начальных условий для дифференциальных уравнений движения сплошной среды.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности (ОПК-1);

– способность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью расчетов их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин механических систем (ПК-8).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– знать основные гипотезы и допущения механики сплошной среды; способы задания движения сплошной среды и основные кинематические соотношения; уравнения равновесия и движения сплошной среды; определяющие соотношения для деформируемых упругих тел, жидкости и газа; типы граничных и начальных условий для системы дифференциальных уравнений движения сплошной среды (для ОПК-1);

– уметь выполнять операции над векторными и тензорными объектами; записывать основные уравнения механики сплошной среды в декартовых и

криволинейных координатах; анализировать математическую постановку задачи и обоснованно выбирать путь её решения (для ОПК-1 и ПК-8);

– владеть навыками математической постановки, построения решения и анализа результатов решения прикладных инженерных задач с использованием методов механики сплошной среды (для ПК-8).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем	
			Лекции	Практич. занятия
Рубеж 1	1	Основные понятия и гипотезы механики сплошных сред	2	1
	2	Кинематика сплошной среды	2	1
	3	Фундаментальные законы механики сплошных сред и термодинамики	10	10
		Рубежный контроль № 1	-	2
Рубеж 2	4	Классические модели сплошных сред	6	8
	5	Методы подобия и размерности	2	1
	6	Газовая динамика	2	1
	7	Турбулентность	2	1
	8	Магнитная гидродинамика	2	1
		Рубежный контроль № 2	-	2
Всего:			28	28

4.2. Содержание лекционных занятий

Тема 1. Основные понятия и гипотезы механики сплошных сред

Предмет и область приложений механики сплошных сред. Основные гипотезы и понятия. Скалярные, векторные и тензорные величины, их характеристики.

Тема 2. Кинематика сплошной среды

Вектор перемещения. Тензор малых деформаций, механический смысл его компонент. Уравнения совместности деформаций.

Тензор скоростей деформаций. Теорема Коши-Гельмгольца. Вектор вихря. Циркуляция скорости, теорема Стокса. Потенциал скорости.

Тема 3. Фундаментальные законы механики сплошных сред и термодинамики

Формула Гаусса-Остроградского. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объёму. Уравнение неразрывности. Уравнение сохранения количества движения. Уравнения движения сплошной среды. Тензор напряжений. Закон сохранения момента количества движения. Симметрия тензора напряжений.

Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Условие непроницаемости.

Вязкая жидкость. Эмпирический закон Ньютона для вязкой жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Условие прилипания. Течение Пуазейля.

Упругая среда. Закон Гука. Полная система уравнений линейной упругой среды. Типичные граничные условия.

Первый закон термодинамики. Энергия. Внутренняя энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье.

Второй закон термодинамики, его формулировка, понятие энтропии. Условия на поверхностях сильного разрыва.

Тема 4. Классические модели сплошных сред

Идеальная сжимаемая жидкость. Совершенный газ. Полная система уравнений. Типичные граничные условия. Примеры движений идеального сжимаемого совершенного газа (звуковые волны, волны Римана). Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа; примеры их применения.

Линии тока и траектории. Трубка тока. Скорость истечения идеальной несжимаемой жидкости из сосуда. Распределение давления в трубе переменного сечения. Кавитация. Трубка Пито. Влияние сжимаемости среды.

Вихревое движение. Теорема Томсона. Теорема Гельмгольца. Одинокая вихревая прямолинейная нить. Примеры вихревых движений.

Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости. Уравнение Лапласа для потенциала скорости. Граничные условия на поверхности твёрдого тела и на свободной поверхности жидкости. Примеры плоских потенциальных движений однородной несжимаемой жидкости. Функция тока. Поступательный поток, обтекание угла, источник и сток, диполь, обтекание цилиндра.

Методы описания движения идеальной жидкости. Метод конформных отображений. Метод суперпозиции потенциальных потоков. Графоаналитический метод. Непосредственное решение уравнений движения.

Замкнутая система уравнений движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Граничные начальные условия. Вихревое движение вязкой жидкости. Диссипация кинетической энергии несжимаемой вязкой жидкости.

Точные решения уравнения Навье-Стокса. Течение Куэтта. Плоское течение Пуазейля. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Медленное обтекание шара.

Линейная термоупругая среда. Полная система уравнений. Типичные граничные условия.

Постановка задач линейной теории упругости в перемещениях и в напряжениях. Теорема единственности задач линейной теории упругости. Принцип Сен-Венана. Задача об одноосном растяжении упругого бруса.

Неупругое поведение деформируемых твёрдых тел. Пластичность, ползучесть, релаксация.

Тема 5. Методы подобия и размерности

Подобие гидродинамических движений. Безразмерные уравнения движения. Сила сопротивления. Коэффициенты сопротивления. Моделирование. Аэродинамические трубы. Бассейны. Аналитические коэффициенты сопротивления.

Метод размерностей физических величин. Основные и производные величины. Определяющие параметры. Выбор определяющих параметров и основных величин.

Тема 6. Газовая динамика

Скорость звука. Параметры газа в заторможенном потоке; температура торможения. Стационарный одномерный поток сжимаемого газа. Сопло Лаваля. Истечение газа из резервуара через сужающийся насадок. Ударные волны и скачки уплотнения. Конус Маха. Поверхности разрыва. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио). Прямая ударная волна в идеальном газе. Ударные волны слабой интенсивности. Ударная волна при взрыве. Косая ударная волна. Максимальный угол поворота потока. Обтекание клина.

Волна разрежения. Обтекание тупого угла сверхзвуковым потоком. Максимальный угол поворота потока.

Пересечение ударных волн и волн разрежения. Отражение ударной волны от стенки. Пересечение двух ударных волн. Пересечение ударной волны с тангенциальным разрывом. Обтекание пластинки сверхзвуковым потоком под малым углом атаки.

Тема 7. Турбулентность

Течение ламинарное и турбулентное. Устойчивость стационарного течения жидкости. Устойчивость движения жидкости между коаксиальными цилиндрами. Устойчивость движения в канале.

Сценарии зарождения турбулентности. Понятия аттрактора и бифуркации. Сценарий Ландау-Хопфа. Сценарий Рюэля-Такенса. Сценарий Фейгенбаума.

Уравнения Рейнольдса. Теории Прандтля, Кармана и Дайслера. Цепочка уравнений Фридмана. Турбулентное движение жидкости в гладких и шероховатых трубах. Развитая турбулентность.

Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Турбулентный пограничный слой.

Тема 8. Магнитная гидродинамика

Понятие о магнитной гидродинамике. Уравнения Максвелла. Модель среды.

Движение проводящей жидкости в электромагнитном поле. Электромагнитные массовые силы. Тензоры электрических и магнитных напряжений. Уравнение движения. Уравнение сохранения внутренней энергии. Закрытая система уравнений движения. Граничные условия. Плотности потоков импульса и энергии.

Критерии подобия в магнитной гидродинамике. «Вмороженность» магнитных силовых линий. Диффузия магнитного поля. Волны Альвена. Задача Гартмана. Задача Стокса.

Магнитогидродинамические машины. Электромагнитные насосы. Магнитогидродинамический генератор. Плазменные двигатели.

Турбулентное динамо. Одномерное движение проводящей жидкости в поперечном магнитном поле. Уравнение Бернулли в магнитной гидродинамике. Ударные волны в магнитной гидродинамике.

4.3. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
1	Основные понятия и гипотезы механики сплошных сред	Скалярные, векторные и тензорные величины в механике сплошных сред	1
2	Кинематика сплошной среды	Перемещения, деформации, скорости сплошной среды	1
3	Фундаментальные законы механики сплошных сред и термодинамики	Применение фундаментальных законов механики сплошных сред для решения задач	10
		Рубежный контроль №1	2
4	Классические модели сплошных сред	Применение моделей механики сплошных сред для решения задач	8
5	Методы подобия и размерности	Применение методов подобия и размерности для решения задач	1
6	Газовая динамика	Движение газа в заторможенном потоке	1
7	Турбулентность	Турбулентное движение жидкости	1
8	Магнитная гидродинамика	Движение проводящей жидкости в электромагнитном поле	1
		Рубежный контроль №2	2
Всего:			28

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующего практического занятия.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

На практических занятиях с целью усвоения и закрепления теоретического материала преподаватель у доски демонстрирует решение типовых задач. При этом используются технологии коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Приветствуется активное участие обучающихся в решении (как правило, коротких фрагментов) задач с выходом к доске и пояснением хода расчетов, а также обсуждение получаемых результатов.

Для текущего контроля успеваемости преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, так и на практических занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	43
Основные понятия и гипотезы механики сплошных сред	2
Кинематика сплошной среды	2
Фундаментальные законы механики сплошных сред и термодинамики	18
Классические модели сплошных сред	13
Методы подобия и размерности	2
Газовая динамика	2
Турбулентность	2
Магнитная гидродинамика	2

Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	14
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Подготовка к экзамену	27
Всего:	88

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ
2. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2
3. Перечень вопросов к экзамену

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
		Распределение баллов					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Посещение лекций	Посещение практических занятий и активность на них	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Экзамен
		Балльная оценка:	До 28	До 24	До 9	До 9	До 30
		Примечания:	14 лекций по 2 балла	За посещение «обычных» практических занятий – по 1 баллу (12x1=12) и за активность на них – по 1 баллу (12x1=12);	На 7-м практическом занятии	На 14-м практическом занятии	

		<p>Корректирующий коэффициент К: К=2 за активную работу; К=0,5 за опоздание не более чем на 15 мин; К=0 за опоздание более чем на 15 мин, за грубое нарушение дисциплины на занятиях: порча имущества, сон, игры, шум, телефонные звонки, SMS, MMS, нахождение в нетрезвом состоянии, демонстрация пренебрежительного отношения к занятиям и окружающим.</p>			
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и экзамена	<p>60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74...90 – хорошо; 91...100 – отлично</p>			
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического экзамена по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (к экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и выполнить все практические занятия. Для «автоматического» получения экзаменационной оценки «удовлетворительно» студенту необходимо набрать за семестр 68 баллов. По согласованию с преподавателем студенту, набравшему 68 баллов, могут быть добавлены дополнительные (бонусные) баллы за высокие достижения в значимых учебных, методических и научно-исследовательских мероприятиях университета и выставлена за экзамен «автоматически» оценка «хорошо» или «отлично».</p>			
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае, если к промежуточной аттестации набрана сумма менее 50 баллов и не выполнены все задания, студенту необходимо выполнить дополнительные задания до конца последней (зачетной) недели. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем): – написание лекции по пропущенной теме или отчета по пропущенному практическому занятию и их защита (за предоставление материала начисляется 1 балл, за защиту – еще 1 балл); – прохождение рубежного контроля (вместо пропущенного или неудовлетворительного); – разработка учебной модели, компьютерной программы, мультимедийного и др. продукта для применения в курсе «Механика сплошной среды» (от 4 до 40 баллов за каждую разработку, при этом общая сумма баллов к промежуточной аттестации не может превышать 70). Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяются преподавателем.</p>			

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменного тестирования.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты тестовых заданий для рубежных контролей состоят из 18 вопросов. За правильный ответ на 1 вопрос при рубежном контроле начисляется 0,5 балла.

На каждое тестирование при рубежном контроле студенту отводится время не менее 40 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты тестирования каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

Промежуточный контроль знаний (экзамен) студентов проводится в традиционном виде по вопросам. Студент отвечает на 2 теоретических вопроса, что позволяет обучающимся продемонстрировать свои навыки представления и изложения материала, развить грамотную техническую речь. Каждый теоретический вопрос оценивается до 15 баллов.

Для получения высоких баллов на экзамене не допускается списывание, использование подсказок, шпаргалок, карманных компьютеров, телефонов и др. Время, отводимое студенту на экзамене, составляет 2 астрономических часа.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и экзамена

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №1

ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)

С помощью выражения $\frac{\partial A_1}{\partial x_1} + \frac{\partial A_2}{\partial x_2} + \frac{\partial A_3}{\partial x_3}$ расписывается ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) градиент 2) дивергенция 3) ротор (вихрь) 4) оператор Лапласа

ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Скорость частицы сплошной среды есть сумма скоростей поступательного, деформационного и вращательного движений. Так формулируется ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) теорема Коши-Гельмгольца; 2) гипотеза сплошности; 3) метод Лагранжа; 4) теорема Стокса.

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)

Выражение $\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div}\vec{v} = 0$ представляет собой ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- | | | | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1) закон сохранения массы | 2) уравнение неразрывности | 3) уравнение несжимаемости | 4) уравнение равновесия |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|

Примеры тестовых вопросов для рубежного контроля №2

ЗАДАНИЕ №1 (выберите один вариант ответа)

Циркуляция вектора скорости по замкнутому жидкому контуру не зависит от времени. Так формулируется ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) теорема Томсона;
- 2) теорема Лагранжа о сохраняемости потенциального движения;
- 3) кинематическая теорема Гельмгольца о вихрях;
- 4) первая динамическая теорема Гельмгольца о вихрях .

ЗАДАНИЕ №2 (выберите один вариант ответа)

Идеальная жидкость ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) не обладает диссипативными свойствами;
- 2) не является ньютоновской жидкостью;
- 3) не совершает вихревого (непотенциального) движения;
- 4) не обладает вязкостью, но обладает теплопроводностью.

ЗАДАНИЕ №3 (выберите один вариант ответа)

Выражение $\frac{v^2}{2} + \frac{p}{\rho} + gz = const$ представляет собой ...

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

- 1) уравнение Бернулли;
- 2) уравнение Навье-Стокса;
- 3) уравнение Рейнольдса;
- 4) уравнение Прандтля.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Область приложений механики сплошных сред. Основные гипотезы, принятые в механике сплошных сред.
2. Вектор перемещения. Тензор малых деформаций, механический смысл его компонент. Уравнения совместности деформаций.
3. Тензор скоростей деформаций. Теорема Коши-Гельмгольца. Вектор вихря. Циркуляция скорости, теорема Стокса. Потенциал скорости.
4. Формула Гаусса-Остроградского. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объёму.
5. Уравнение неразрывности.
6. Уравнение сохранения количества движения. Уравнения движения сплошной среды. Тензор напряжений.
7. Закон сохранения момента количества движения. Применение закона сохранения момента количества движения для доказательства симметрии тензора напряжений.
8. Идеальная несжимаемая жидкость. Полная система уравнений. Условие непроницаемости.
9. Вязкая жидкость. Эмпирический закон Ньютона для вязкой жидкости. Уравнения Навье-Стокса. Условие прилипания. Течение Пуазейля.
10. Упругая среда. Закон Гука. Полная система уравнений линейной упругой среды. Типичные граничные условия.
11. Первый закон термодинамики. Энергия. Внутренняя энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Уравнение энергии и уравнение притока тепла. Закон теплопроводности Фурье.
12. Второй закон термодинамики, его формулировка, понятие энтропии.
13. Условия на поверхностях сильного разрыва. Разрыв тангенциальный и контактный. Скачки. Скачок уплотнения и разрежения.

14. Модели идеальной сжимаемой жидкости и совершенного газа. Полная система уравнений. Типичные граничные условия.
15. Примеры движений идеального сжимаемого совершенного газа (звуковые волны, волны Римана).
16. Интегралы Бернулли и Коши-Лагранжа; примеры их применения.
17. Линии тока и траектории. Трубка тока. Скорость истечения идеальной несжимаемой жидкости из сосуда. Распределение давления в трубе переменного сечения. Кавитация. Трубка Пито. Влияние сжимаемости среды
18. Вихревое движение. Теорема Томсона. Теорема Гельмгольца. Оди-ночная вихревая прямолинейная нить. Примеры вихревых движений.
19. Потенциальное движение однородной несжимаемой жидкости. Уравнение Лапласа для потенциала скорости. Граничные условия на поверхности твёрдого тела и на свободной поверхности жидкости.
20. Примеры плоских потенциальных движений однородной несжимае-мой жидкости. Функция тока. Поступательный поток, обтекание угла, источ-ник и сток, диполь, обтекание цилиндра.
21. Методы описания движения идеальной жидкости. Метод конформных отображений. Метод суперпозиции потенциальных потоков. Графоаналити-ческий метод. Непосредственное решение уравнений движения.
22. Замкнутая система уравнений движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Граничные начальные условия. Вихревое движение вязкой жидкости. Диссипация кинетической энергии несжимаемой вязкой жидкости.
23. Точные решения уравнения Навье-Стокса. Течение Куэтта. Плоское течение Пуазейля. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Медленное обтекание шара.
24. Линейная термоупругая среда. Полная система уравнений. Типичные граничные условия.
25. Постановка задач линейной теории упругости в перемещениях и в на-пряжениях. Теорема единственности задач линейной теории упругости. Принцип Сен-Венана.
26. Задача об одноосном растяжении упругого бруса.
27. Неупругое поведение деформируемых твёрдых тел. Пластичность, ползучесть, релаксация.
28. Подобие гидродинамических движений. Безразмерные уравнения движения. Сила сопротивления. Коэффициенты сопротивления. Моделиро-вание. Аэродинамические трубы. Бассейны. Аналитические коэффициенты сопротивления.
29. Метод размерностей физических величин. Основные и производные величины. Определяющие параметры. Выбор определяющих параметров и основных величин.
30. Скорость звука. Параметры газа в заторможенном потоке; температу-ра торможения.
31. Стационарный одномерный поток сжимаемого газа. Сопло Лаваля.
32. Истечение газа из резервуара через сужающийся насадок.

33. Ударные волны и скачки уплотнения. Конус Маха. Поверхности разрыва.
34. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио). Прямая ударная волна в идеальном газе.
35. Ударные волны слабой интенсивности. Ударная волна при взрыве. Косая ударная волна. Максимальный угол поворота потока. Обтекание клина.
36. Волна разрежения. Обтекание тупого угла сверхзвуковым потоком. Максимальный угол поворота потока.
37. Пересечение ударных волн и волн разрежения. Отражение ударной волны от стенки. Пересечение двух ударных волн. Пересечение ударной волны с тангенциальным разрывом. Обтекание пластинки сверхзвуковым потоком под малым углом атаки.
38. Течение ламинарное и турбулентное. Устойчивость стационарного течения жидкости.
39. Устойчивость движения жидкости между коаксиальными цилиндрами.
40. Устойчивость движения жидкости в канале.
41. Сценарии зарождения турбулентности. Понятия аттрактора и бифуркации. Сценарий Ландау-Хопфа. Сценарий Рюэля-Такенса. Сценарий Фейгенбаума.
42. Уравнения Рейнольдса.
43. Теории Прандтля, Кармана и Дайслера турбулентного движения жидкости. Цепочка уравнений Фридмана.
44. Турбулентное движение жидкости в гладких и шероховатых трубах. Развитая турбулентность.
45. Пограничный слой. Отрыв пограничного слоя. Турбулентный пограничный слой.
46. Понятие о магнитной гидродинамике. Уравнения Максвелла. Модель проводящей жидкости в электромагнитном поле.
47. Движение проводящей жидкости в электромагнитном поле. Электромагнитные массовые силы. Тензоры электрических и магнитных напряжений. Уравнение движения. Уравнение сохранения внутренней энергии. Замкнутая система уравнений движения. Граничные условия. Плотности потоков импульса и энергии.
48. Критерии подобия в магнитной гидродинамике. «Вмороженность» магнитных силовых линий. Диффузия магнитного поля. Волны Альвена. Задача Гартмана. Задача Стокса.
49. Магнитогидродинамические машины. Электромагнитные насосы. Магнитогидродинамический генератор. Плазменные двигатели.
50. Турбулентное динамо. Одномерное движение проводящей жидкости в поперечном магнитном поле. Уравнение Бернулли в магнитной гидродинамике. Ударные волны в магнитной гидродинамике.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Победря Б.Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций / Б.Е. Победря, Д.В. Георгиевский. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2006. 272 с. – Доступ из ЭБС «znanium.com».

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Бровко Г.Л. Элементы математического аппарата механики сплошной среды: Учебное пособие / Г.Л. Бровко. М.:ФИЗМАТЛИТ, 2015. 424 с. – Доступ из ЭБС «znanium.com».

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические рекомендации к самостоятельной работе для студентов:

- Спорыхин А.Н., Мяснянкин Ю.М., Чеботарев А.С.. Введение в механику сплошных сред [Электронный ресурс]: методические указания к решению задач. Воронеж : Издательство Воронежского государственного университета, 2003. 23 с. // Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». 2005. URL:<http://window.edu.ru/resource/369/27369> (дата обращения 21.12.2017).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Плакаты.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Механика сплошных сред»

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

01.05.01 – Фундаментальные математика и механика

Направленность (профиль):

Математическое и компьютерное моделирование механических систем

Трудоемкость дисциплины: 4 ЗЕ (144 академических часа)

Семестр: 8

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Содержание дисциплины

Основные понятия и гипотезы механики сплошных сред. Кинематика сплошной среды. Фундаментальные законы механики сплошных сред и термодинамики. Классические модели сплошных сред. Методы подобия и размерности. Газовая динамика. Турбулентность. Магнитная гидродинамика.