



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

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП, директор
Департамента теоретической физики
и интеллектуальных технологий

Нефедев К.В.
(Ф.И.О. рук. ОП)
«15» апреля 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. зам. директора по учебной и
методической работе



Красицкая С.Г.
(Ф.И.О.)
«15» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика сплошных сред

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Цифровые технологии в физике

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 5
лекции 36 час.
практические занятия 52 час.
лабораторные работы не предусмотрены
в том числе с использованием МАО лек. 6 / пр. 10 час.
всего часов аудиторной нагрузки 88 час.
в том числе с использованием МАО 16 час.
самостоятельная работа 56 час.
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.
контрольные работы не предусмотрены
курсовая работа не предусмотрены
зачет не предусмотрен
экзамен 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 **Физика**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2020 г. № 891.

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий, протокол № 4 от «25» ноября 2021 г.

Директор Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий Нефедев К.В.
Составитель к. ф.-м. н., доцент Департамента теоретической физики и интеллектуальных технологий Московченко Л.Г.

Владивосток
2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

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

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

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

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

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

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

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

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

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

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

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

Дисциплина «Механика сплошных сред» разработана для студентов 3 курса направления подготовки 03.03.02 «Физика», в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по данному направлению.

Дисциплина «Механика сплошных сред» относится к разделу Б1.О.14 обязательной части учебного плана.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.) и практические занятия (52 час.) с использованием методов интерактивного обучения (16 час.), самостоятельная работа (56 час., из них 27 час. отведены на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется в 5 семестре 3 курса.

Изучение данной дисциплины базируется на материале курсов: «Механика», «Оптика», «Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Алгебра и аналитическая геометрия», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные и интегральные уравнения, вариационное исчисление».

Целью курса является формирование представления об основных понятиях механики сплошных сред. Освоение законов и теорем механики сплошной среды, которые служат фундаментальной образовательной базой для других разделов и дисциплин теоретической физики.

Задачи:

1. Изучение основных подходов к решению задач гидродинамики и теории упругости -- как аналитически, так и путем численного моделирования;
2. изучение основных уравнений гидродинамики и теории упругости, а также знакомство с методами решения конкретных задач.

Для успешного изучения дисциплины «Механика сплошных сред» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;
- ОПК-1 – Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
научно-исследовательский	ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК -2.1 Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов
		ОПК -2.2 Выбирает конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-2.1 Применяет базовые методы научных исследований физических объектов, систем и процессов	Знает методы исследования задач механики сплошных сред
	Умеет использовать общие законы и методы механики сплошных сред. Определять место и порядок применения методов и принципов механики сплошных сред. Интерпретировать результаты статических, кинематических и динамических методов расчета
	Владеет основными методами решения задач механики сплошных сред. Навыками использования математического аппарата для решения задач
ОПК - 2.2 Выбирает конкретные методы и технологии исследования для решения задач профессиональной деятельности методов математического анализа	Знает - основные методы решения задач механики сплошных сред - математический аппарат механики сплошных сред - основные принципы механики сплошных сред
	Умеет - применять методы механики сплошных сред к решению физических задач - проводить численные расчеты соответствующих физических величин в общепринятых системах единиц
	Владеет основными методами решения задач механики сплошных сред, навыками использования математического аппарата для решения задач

2. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы (144 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел I. Гидродинамика	5	18	-	24	-	17	27	экзамен
2	Раздел 2. Теория упругости.	5	18	-	28	-	12		
Итого:			36	-	52	-	29	27	

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Механика сплошных сред» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: коллективное обсуждение методов решения задачи; коллективное построение моделей, описывающих физические задачи, выступления с докладами на коллоквиумах.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (36 час.)

Раздел I. Гидродинамика (18 час.)

Тема 1. Основные понятия и законы механики сплошных сред (2 час.)

Тензорный анализ. Основы тензорного анализа. Силы и напряжения
Внешние и внутренние силы. Напряжение среды. Деформация сплошной среды. Переменные Эйлера и Лагранжа. Понятия жидкой частицы.

Тема 2. Основные уравнения гидродинамики (4 час.)

Уравнение непрерывности. Плотность потока жидкости. Уравнение Эйлера. Уравнение Эйлера в поле тяжести. Закон изменения энтропии жидкости. Плотность потока энтропии. Адиабатичность движения идеальной жидкости. Изэнтропичность движения. Граничные условия. Уравнение энергии. Уравнения баланса. Термодинамика жидкости.

Тема 3. Идеальная жидкость (8 час.)

Приближение идеальной жидкости. Гидростатика. Условие отсутствия конвекции. Идеальная жидкость. Основные уравнения. Интеграл Бернулли. Интеграл Коши. Уравнение Бернулли. Стационарное течение жидкости. Линии тока. Поток энергии. Плотность потока энергии.

Поток импульса. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное движение жидкости. Свойства потенциального движения жидкости.

Несжимаемая жидкость. Условия, при которых жидкость можно считать несжимаемой. Задача о двумерном течении несжимаемой жидкости. Функция тока. Сила сопротивления при потенциальном обтекании несжимаемой идеальной жидкостью твердого тела. Сила сопротивления, подъемная сила. Гравитационные волны. Длинные гравитационные волны.

Внутренние волны в несжимаемой жидкости. Волны во вращающейся жидкости.

Тема 4. Движение вязкой жидкости (4 час.)

Уравнения движения вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Граничные условия для вязкой жидкости. Сила, действующая на соприкасающуюся с жидкостью твердую поверхность. Диссипация энергии в несжимаемой вязкой жидкости. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Момент силы трения, действующий на внутренний цилиндр.

Течение при малых числах Рейнольдса. Прямолинейное и равномерное движение шара в вязкой жидкости.

Раздел II. Теория упругости (18 час.)

Тема 1. Основные уравнения теории упругости (4 час.)

Тензор деформации. Тензор напряжений. Закон Гука. Однородные деформации. Деформации с изменением температуры. Уравнения равновесия изотропных тел. Упругие свойства кристаллов.

Тема 2. Упругие волны (4 час.)

Упругие волны в изотропной среде. Упругие волны в кристаллах. Поверхностные волны. Колебания стержней и пластинок. Ангармонические колебания.

Тема 3. Дислокации (4 час.)

Упругие деформации при наличии дислокации. Действие поля напряжений на дислокацию. Непрерывное распределение дислокаций. Распределение взаимодействующих дислокаций.

Тема 4. Теплопроводность и вязкость твердых тел (2 час.)

Уравнение теплопроводности в твердых телах. Теплопроводность кристаллов. Вязкость твердых тел. Поглощение звука в твердых телах. Очень вязкие жидкости.

Тема 5. Механика жидких кристаллов (4 час.)

Статические деформации нематиков. Прямолинейные дисклинации в нематиках. Несингулярное симметричное решение уравнений равновесия нематиков. Топологические свойства дисклинаций. Уравнения движения нематиков. Диссипативные коэффициенты нематиков. Распространение малых колебаний в нематиках. Механика холестериков. Упругие свойства смектиков. Дислокации в смектиках. Уравнения движения смектиков. Звук в смектиках.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Интерактивные методы: коллективное обсуждение методов решения задачи, коллективное построение моделей, описывающих физические задачи, выступления с докладами на коллоквиумах

Практические занятия (52 час.)

Раздел I. Гидродинамика (24 час.)

Тема 1. Гидростатика (6 час.)

1. Вращение тяжелой несжимаемой жидкостью в сосуде цилиндрической формы. Давление в каждой точке вращающейся жидкости. Давление на дно сосуда.
2. Определение давления жидкости. На каждую частицу жидкости действует внешняя сила, направленная вдоль трубки к постоянной точке и пропорциональная расстоянию частицы от этой точки. Определить движение жидкости и давление в каждой её частице. (Рамсей)
3. Вертикальная трубка малого сечения, разветвляется в нижнем конце на две горизонтальные трубки, сечения которых постоянны и равны

половине сечения вертикальной трубки. При стыке труб имеются краны, запирающие горизонтальные трубки. Краны закрыты и вертикальная трубка заполнена жидкостью до высоты a . Определить движение жидкости после того, как краны будут одновременно открыты.

Тема 2. Потенциальное течение несжимаемой идеальной жидкости (4 час.)

1. Определить форму поверхности несжимаемой жидкости в поле тяжести в цилиндрическом сосуде, вращающемся вокруг своей оси с постоянной скоростью Ω .
2. Шар радиуса R движется в несжимаемой идеальной жидкости. Определить потенциальное течение жидкости вокруг шара.

Тема 3. Гравитационные волны. (4 час.)

1. Определить скорость распространения гравитационных волн на неограниченной поверхности жидкости, глубина которой h .
2. Определить собственные частоты колебаний жидкости глубины h в прямоугольном бассейне ширины a и длины b .

Тема 4. Волны во вращающейся жидкости (4 час.)

1. Определить движение в осесимметричной волне, распространяющейся вдоль оси вращающейся как целое несжимаемой жидкости.
2. Получить уравнение, описывающее малое возмущение давления во вращающейся жидкости.

Тема 5. Несжимаемая вязкая жидкость (6 час.)

1. Решить задачу о стационарном течении вязкой несжимаемой жидкости в случае, когда жидкость заключена между двумя параллельными плоскостями, движущимися друг относительно друга с постоянной скоростью.
2. Решить задачу о стационарном течении вязкой несжимаемой жидкости в случае, когда жидкость заключена между двумя неподвижными параллельными плоскостями при наличии градиента давления.
3. Решить задачу о стационарном течении вязкой несжимаемой по трубе круглого сечения.

Раздел II. Теория упругости (28 час.)

Тема 1. Уравнения теории упругости (6 час.)

1. Определить деформацию длинного стержня длины l , стоящего вертикально в поле силы тяжести.
2. Найти деформацию сплошной упругой сферы радиуса R под действием собственного гравитационного поля.

3. Найти деформацию полой упругой цилиндрической трубы, внутри которой действует давление p , а снаружи давление отсутствует. Внутренний и наружный радиусы R_1 и R_2 соответственно и можно считать, что продольная деформация отсутствует.

Тема 2. Коллоквиум «Равновесие стержней и пластинок» (4 час.)

Энергия изогнутой пластинки. Уравнение равновесия пластинки. Продольные деформации пластинок. Сильный изгиб пластинок. Деформации оболочек. Кручение стержней. Изгиб стержней. Энергия деформированного стержня. Уравнения равновесия стержней. Слабый изгиб стержней. Устойчивость упругих систем.

Тема 3. Упругие волны (6 час.)

1. Определить коэффициент отражения продольной монохроматической волны, падающей под произвольным углом на границу тела с вакуумом.
2. То же, если падающая волна поперечная, и направление колебаний в ней лежит в плоскости падения.
3. Определить частоты радиальных собственных колебаний упругого шара радиуса R .

Тема 4. Дислокации (6 час.)

1. Написать дифференциальные уравнения равновесия для дислокационной деформации в изотропной среде, выраженные через вектор смещения.

2. Определить деформацию вокруг прямолинейной винтовой дислокации в изотропной среде.

3. Определить внутренние напряжения в анизотропной среде вокруг винтовой дислокации, перпендикулярной плоскости симметрии кристалла.

Тема 5. Теплопроводность и вязкость твердых тел (6 час.)

1. Определить коэффициент затухания продольных собственных колебаний стержня.

2. Определить коэффициент затухания поперечных собственных колебаний стержня (с частотами, удовлетворяющими условию $\omega \gg \chi/h^2$), h – толщина стержня.

3. Определить изменение собственных частот поперечных колебаний стержня, связанных с неадиабатичностью колебаний. Стержень имеет форму длинной пластинки толщины h . Поверхность стержня предполагается теплоизолированной.

Задания для самостоятельной работы

Тема 1. Гидростатика.

1. Два одинаковых закрытых цилиндрических сосуда высотой c , основания которых лежат в одной горизонтальной плоскости и соединены трубкой с краном, наполнены - один водой, другой воздухом, давление p_0 которого может уравновесить столб воды высотой h , причем $h < c$. В некоторый момент кран открывается и устанавливается сообщение между сосудами. Найти наибольшую высоту поднятия уровня воды во втором сосуде, считая, что воздух в нем сжимается изотермически.
2. Объем несжимаемой жидкости находится в равновесии под действием массовых сил, направленных к неподвижному центру и пропорциональных расстоянию от этого центра. Определить форму свободной поверхности и давление жидкости.

Тема 2. Потенциальное течение несжимаемой идеальной жидкости.

1. Определить потенциальное течение несжимаемой идеальной жидкости вокруг бесконечного цилиндра, движущегося перпендикулярно своей оси.
2. Из несжимаемой жидкости, заполняющей все пространство, внезапно удаляется сферический объем радиуса R . Определить время, в течение которого образовавшаяся полость заполнится жидкостью.

Тема 3. Гравитационные волны.

1. Определить связь между частотой и длиной волны для гравитационных волн на поверхности раздела двух жидкостей, причем верхняя жидкость ограничена сверху, а нижняя – снизу горизонтальными неподвижными плоскостями. Плотность и глубина слоя нижней жидкости – ρ , h , а верхней – ρ' .

Тема 4. Уравнения теории упругости.

1. Определить деформацию цилиндра, равномерно вращающегося вокруг своей оси.
- 2.

Вопросы к коллоквиуму «Равновесие стержней и пластинок»

1. Энергия изогнутой пластинки. Уравнение равновесия пластинки.
2. Продольные деформации пластинок. Сильный изгиб пластинок.
3. Деформации оболочек.
4. Кручение стержней. Изгиб стержней.
5. Энергия деформированного стержня. Уравнения равновесия стержней.
6. Слабый изгиб стержней. Устойчивость упругих систем.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

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

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения, неделя	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-9	Подготовка к практическим занятиям по разделу «Гидродинамика». Работа с конспектами лекций и литературой.	17	ПР – 7 (конспект), ПР-11 (Разноуровневые задачи и задания)
2	10-18	Подготовка к практическим занятиям по разделу «Теория упругости». Работа с конспектами лекций и литературой.	12	ПР – 7 (конспект), ПР-11 (Разноуровневые задачи и задания), УО – 2 (коллоквиум)
11	1-18	Подготовка к экзамену.	27	Экзамен
Итого:			76 часов	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа помогает студентам:

1. овладеть знаниями:

- чтение текста (учебника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;
- работа со справочниками и др. справочной литературой;
- использование компьютерной техники и Интернета и др.;

2. закреплять и систематизировать знания:

- работа с конспектом лекции;
- обработка текста, повторная работа над учебным материалом учебника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей;
- подготовка плана.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности и уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов должен осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа на лекции

Слушание и запись лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лекции лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать пункты плана лекции, предложенные преподавателям. Принципиальные места, определения, формулы и другое следует сопровождать замечаниями «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Требования к конспекту для практических занятий:

1. Должен быть в отдельной тетради, подписанный.

2. Обязательно писать план занятия с указанием темы, вопросов, списка литературы и источников.

3. Отражать проблематику всех поставленных вопросов (анализ источника, литературы).

4. Иметь по ним аргументированные выводы. Слово «аргументированные» является ключевым. Главное - доказуемость выводов.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Критериями оценок результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения студентами учебного материала;
- сформированность общеучебных умений;
- умения студента активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- умение ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- умение четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- умение показать, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- умение сформировать свою позицию, оценку и аргументировать ее.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Гидродинамика.	ОПК-2.1, ОПК-2.2	Знает Умеет Владеет	ПР – 7 (конспект), ПР-11 (Разноуровневые задачи и задания)	Экзамен, вопросы № 1-20
2			Знает		

Раздел II. Теория упругости	ОПК-2.1,	Умеет	ПР – 7 (конспект), ПР-11 (Разноуровневые задачи и задания), УО – 2 (коллоквиум)	Экзамен, вопросы № 21 - 38
	ОПК-2.2			
		Владеет		

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 разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литературы

1. Киселев, С. П. Механика сплошных сред : учебное пособие / С. П. Киселев. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 256 с. — ISBN 78-5-7782-3340-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118047> (дата обращения: 12.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 860 с. — ISBN 978-5-8114-2235-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209819> (дата обращения: 12.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Климов, Д. М. Механика сплошной среды: вязкопластические течения : учебное пособие для вузов / Д. М. Климов, А. Г. Петров, Д. В. Георгиевский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 394 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08780-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516332> (дата обращения: 12.02.2023).
4. Бажанов, В. Л. Механика деформируемого твердого тела : учебное пособие для вузов / В. Л. Бажанов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 178 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04104-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/514878> (дата обращения: 12.02.2023).

5. Черняк, В. Г. Механика сплошных сред : учебное пособие / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 352 с. — ISBN 5-9221-0714-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47552> (дата обращения: 12.02.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Ландау, Л. Д. Курс теоретической физики. В 10 т. Т. 6. Гидродинамика: учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — 6-е изд., испр. — М : Физматлит, 2021. — 728 с.
2. Ландау, Л. Д. Курс теоретической физики. В 10 т. Т. 7. Теория упругости: учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — 5-е изд., стер. — М : Физматлит, 2007. — 264 с.
3. Лотов, К. В. Физика сплошных сред : учебное пособие для вузов / К. В. Лотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 135 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10208-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494788> (дата обращения: 12.02.2023).
4. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести : учебник для вузов / Н. Н. Малинин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 402 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05330-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515109> (дата обращения: 12.02.2023).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. База данных полнотекстовых академических журналов Китая <http://oversea.cnki.net/>
4. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLthfp5exSWEq-opIoWq273YIXKWMJrv1> - цикл лекций «Механика сплошных сред» МФТИ

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. <https://github.com/> - веб-сервис для хостинга и совместной разработки IT-проектов.
2. <https://www.tensorflow.org/> - Открытая программная библиотека для машинного обучения.
3. <http://www.gnuplot.info/> - Программа для визуализации научных данных.
4. <https://www.wolframalpha.com/> - База знаний и набор вычислительных алгоритмов.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие цифровые инструменты и программное обеспечение:

- Сервисы *Яндекс 360 – Документы, Диск* (или *Microsoft 365*)
- *Microsoft Teams* и интегрированные с ним приложения (*Miro* или *Whiteboard, OneNote Class Notebook, Draw.io*)
- *Microsoft Office (Excel, PowerPoint, Word* и т. д), *Open Office*, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение каждой темы курса предполагает следующие действия:

- 1) Посещение лекционных занятий;
- 2) Самостоятельная проработка изученного на лекции материала по конспекту и рекомендованной литературе;
- 3) Решение задач и работа на практических занятиях.

Лекционные занятия ориентированы на освещение основных тем курса и призваны сориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Работа на лекционных занятиях предполагает активное участие обучающегося в процессе освоения материала, ведение конспекта.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений.

Самостоятельная работа является важнейшей компонентой изучения дисциплины «Механика сплошных сред» и включает работу с конспектами лекций и рекомендованной литературой, решение задач, знакомство с

цифровыми технологиями и инструментами, необходимыми для изучения основного содержания курса. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться в следующих помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением, расположенных по адресу 690022, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы ¹	Оснащенность специальных помещений и помещений для проведения учебных занятий, для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебные аудитории для проведения учебных занятий:		
D208/347, D303, D313а, D401, D453, D461, D518, D708, D709, D758, D761, D762, D765, D766, D771, D917, D918, D920, D925, D576, D807	Лекционная аудитория оборудована маркерной доской, аудиопроигрывателем	ЗДЕСЬ ДОПОЛНИТСЯ ЛИЦЕНЗИОННЫМ ПО
D229, D304, D306, D349, D350, D351, D352, D353, D403, D404, D405, D414, D434, D435, D453, D503, D504, D517, D522, D577, D578, D579, D580, D602, D603, D657, D658, D702, D704, D705, D707, D721, D722, D723, D735, D736, D764, D769, D770,	2 этаж, пом № 135, Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления	

¹ В соответствии с п.4.3. ФГОС

D773, D810, D811, D906, D914, D921, D922, D923, D924, D926		
D207/346	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI- лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT- DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления),</p>	
D226	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления), D362 (профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; Компьютерный класс на 15 посадочных мест</p>	
D447, D448, D449, D450, D451, D452, D502, D575	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления</p>	
D446, D604, D656, D659, D737, D808, D809, D812	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема</p>	

	<p>аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс; Рабочее место: Компьютеры (Твердотельный диск - объемом 128 ГБ; Жесткий диск - объем 1000 ГБ; Форм-фактор – Tower); комплектуется клавиатурой, мышью. Монитором АОС i2757Fm; комплектом шнуров эл. питания) Модель - M93p 1; Лингафонный класс, компьютеры оснащены программным комплексом Sanako study 1200</p>	
D501, D601	<p>Мультимедийная аудитория: Проектор Mitsubishi EW330U, Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG, подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avergence; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; Компьютерный класс на 26 рабочих мест. Рабочее место: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK</p>	
Помещения для самостоятельной работы:		
A1042 аудитория для самостоятельной работы студентов	<p>Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 115 шт.; Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox; Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C; Полноцветный копр-принтер-сканер Xerox WorkCentre 7530 (WC7530CPS Оборудование для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья: Дисплей Брайля Focus-40 Blue – 3 шт.; Дисплей Брайля Focus-80 Blue; Рабочая станция Lenovo ThinkCentre E73z – 3 шт.; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Маркер-диктофон Touch Memo цифровой; Устройство портативное для чтения плоскочечатных текстов PEarl; Сканирующая и читающая машина для незрячих и слабовидящих пользователей SARA;</p>	<p>Microsoft Windows 7 Pro MAGic 12.0 Pro, Jaws for Windows 15.0 Pro, Open book 9.0, Duxbury BrailleTranslator, Dolphin Guide (контракт № А238-14/2); Неисключительные права на использование ПО Microsoft рабочих станций пользователей (контракт ЭА-261-18 от 02.08.2018): - лицензия на клиентскую операционную систему; - лицензия на пакет офисных продуктов для работы с документами включая формат.docx , .xlsx , .vsd , .ptt.; - лицензия па право подключения пользователя к серверным операционным системам , используемым в ДВФУ : Microsoft Windows</p>

	<p>Принтер Брайля Emprint SpotDot - 2 шт.; Принтер Брайля Everest - D V4; Видео увеличитель ONYX Swing-Arm PC edition; Видео увеличитель Topaz 24" XL стационарный электронный; Обучающая система для детей тактильно-речевая, либо для людей с ограниченными возможностями здоровья; Увеличитель ручной видео RUBY портативный – 2 шт.; Экран Samsung S23C200B; Маркер-диктофон Touch Мемо цифровой.</p>	<p>Server 2008/2012; - лицензия на право подключения к серверу Microsoft Exchange Server Enterprise; - лицензия на право подключения к внутренней информационной системе документооборота и порталу с возможностью поиска информации во множестве удаленных и локальных хранилищах, ресурсах, библиотеках информации, включая порталные хранилища, используемой в ДВФУ: Microsoft SharePoint; - лицензия на право подключения к системе централизованного управления рабочими станциями, используемой в ДВФУ: Microsoft System Center.</p>
--	---	--

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Механика сплошных сред» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Коллоквиум (УО-2)

Письменные работы:

1. Конспект (ПР-7).

2. Разноуровневые задачи и задания (ПР-11).

Устный опрос:

Коллоквиум (УО-2) - Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.

Письменные работы:

Конспект (ПР-7) - Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.

Разноуровневые задачи и задания (ПР-11) - Различают задачи и задания:

а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и

умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины;

б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей;

в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

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

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий: устного опроса, ведения конспекта, решения задач, контрольной работы.

Объектами оценивания выступают:

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

- степень усвоения теоретических знаний;

- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

- результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе повседневной учебной работы по курсу дисциплины. Данный вид контроля стимулирует обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины, овладению общими компетенциями.

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

Промежуточная аттестация обучающихся по учебной дисциплине осуществляется в рамках завершения изучения данной дисциплины и позволяет определить качество и уровень ее освоения. Предметом оценки освоения являются умения и знания.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена (устный опрос в форме ответов на вопросы экзаменационных

билетов) и позволяет определить развитие общих компетенций, предусмотренных для ОПОП. Условием допуска к экзамену является успешное освоение обучающимися всех элементов дисциплины.

Оценочные средства для промежуточной аттестации

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Уравнение непрерывности. Вывод уравнения. Вектор плотности потока жидкости и его физический смысл.
2. Уравнение Эйлера. Вывод уравнения. Адиабатическое движение идеальной жидкости. Граничные условия.
3. Гидростатика.
4. Условие отсутствия конвекции.
5. Уравнение Бернулли. Стационарное течение жидкости. Линии тока.
6. Поток энергии. Плотность потока энергии.
7. Поток импульса.
8. Сохранение циркуляции скорости.
9. Потенциальное движение жидкости. Свойства потенциального движения жидкости.
10. Несжимаемая жидкость. Условия, при которых жидкость можно считать несжимаемой.
11. Задача о двумерном течении несжимаемой жидкости. Функция тока.
12. Сила сопротивления при потенциальном обтекании несжимаемой идеальной жидкостью твердого тела. Сила сопротивления, подъемная сила.
13. Гравитационные волны.
14. Длинные гравитационные волны.
15. Внутренние волны в несжимаемой жидкости.
16. Волны во вращающейся жидкости.
17. Уравнения движения вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Граничные условия для вязкой жидкости. Сила, действующая на соприкасающуюся с жидкостью твердую поверхность.
18. Диссипация энергии в несжимаемой вязкой жидкости.
19. Движение жидкости между вращающимися цилиндрами. Момент силы трения, действующий на внутренний цилиндр.
20. Течение при малых числах Рейнольдса. Прямолинейное и равномерное движение шара в вязкой жидкости.
21. Тензор деформации. Тензор напряжений.

22. Закон Гука. Однородные деформации. Деформации с изменением температуры.
23. Уравнения равновесия изотропных тел.
24. Упругие свойства кристаллов.
25. Упругие волны в изотропной среде.
26. Упругие волны в кристаллах.
27. Поверхностные волны.
28. Колебания стержней и пластинок.
29. Ангармонические колебания.
30. Упругие деформации при наличии дислокации.
31. Действие поля напряжений на дислокацию.
32. Непрерывное распределение дислокаций. Распределение взаимодействующих дислокаций.
33. Уравнение теплопроводности в твердых телах. Теплопроводность кристаллов.
34. Вязкость твердых тел. Поглощение звука в твердых телах. Очень вязкие жидкости.
35. Статические деформации нематиков. Прямолинейные дисклинации в нематиках.
36. Несингулярное симметричное решение уравнений равновесия нематиков. Топологические свойства дисклинаций.
37. Уравнения движения нематиков. Диссипативные коэффициенты нематиков. Распространение малых колебаний в нематиках.
38. Упругие свойства смектиков. Дислокации в смектиках. Уравнения движения смектиков. Звук в смектиках.

Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Институт наукоемких материалов и передовых технологий

ООП 03.03.02-Физика

Дисциплина Механика сплошных сред

Форма обучения очная

Семестр 5 2023 - 2024 учебного года

Реализующий департамент Теоретической физики и интеллектуальных технологий

Экзаменационный билет № 1

1. Уравнение непрерывности. Вывод уравнения. Вектор плотности потока жидкости и его физический смысл.
2. Колебания стержней и пластинок.

Критерии оценки на экзамене по дисциплине «Механика сплошных сред»

Оценка **«отлично»** ставится, если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, 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.

Оценка **«хорошо»** ставится, если ответ обнаруживает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, 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.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если ответ свидетельствует в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличается 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.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если ответ обнаруживает незнание процессов изучаемой предметной области, 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.

Оценочные средства для текущей аттестации

Примеры задач и заданий.

1. Определить скорость распространения гравитационных волн на неограниченной поверхности жидкости, глубина которой равна h .
2. Определить связь между частотой и длиной волны для гравитационных волн, распространяющихся одновременно по поверхности раздела и верхней поверхности двух слоев жидкости, из которых нижняя (плотность ρ) бесконечно глубока, а верхняя (плотность ρ') имеет толщину h' и свободную верхнюю поверхность.
3. Определить движение в осесимметричной волне, распространяющейся вдоль оси вращающейся как целое несжимаемой жидкости.
4. Получить уравнение, описывающее произвольное малое возмущение давления во вращающейся жидкости.
5. Определить течение жидкости по трубе эллиптического сечения.
6. Слой жидкости (толщины h) ограничен сверху свободной поверхностью, а снизу неподвижной плоскостью, наклоненной под углом α к горизонту. Определить движение жидкости, возникающее под влиянием поля тяжести.
7. Две параллельные плоские круглые пластинки (радиуса R) расположены одна над другой на малом расстоянии друг от друга; пространство между ними заполнено жидкостью. Пластинки сближаются друг с другом с постоянной скоростью v , вытесняя жидкость. Определить испытываемое пластинками сопротивление.
8. Определить деформацию неравномерно нагретого шара со сферически симметричным распределением температуры.
9. Вывести уравнения равновесия изотропного тела (при отсутствии объемных сил), выраженные через компоненты тензора напряжений.
10. Определить деформацию неограниченной упругой среды, к малому участку которой приложена сила F .
11. Определить зависимость модуля растяжения кубического кристалла от направления в нем.
12. Определить деформацию круглой пластинки с заделанными краями, к центру которой приложена сила f .

Критерии оценки задач и заданий

Отметка "Отлично"

1. В решении и объяснении нет ошибок.
2. Ход решения рациональный.
3. Если необходимо, решение произведено несколькими способами.
4. Допущены ошибки по невнимательности (оговорки, описки).

Отметка "Хорошо"

1. Существенных ошибок нет.
2. Допущены 1-2 несущественные ошибки или неполное объяснение, или использование 1 способа при заданных нескольких.

Отметка "Удовлетворительно"

1. Допущено не более одной существенной ошибки, записи неполны, неточности.
2. Решение выполнено с ошибками в математических расчетах.

Отметка "Неудовлетворительно"

1. Решение осуществлено только с помощью учителя.
2. Допущены существенные ошибки.
3. Решение и объяснение построены не верно.