

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт технологий и инженерной механики
Кафедра физики**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института технологий и
инженерной механики



Могильная Е.П.
2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА. МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД»

По направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки «Физика»

Луганск 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретическая механика. механика сплошных сред» по направлению подготовки 03.03.02 Физика. – 26 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретическая механика. механика сплошных сред» составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 года №981.

СОСТАВИТЕЛЬ:

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры физики Харченко Е.И.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры физики «18» 04 2023 г., протокол № 9

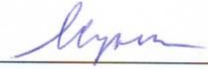
Заведующий кафедрой физики  Корсунов К.А.

Переутверждена: « » 20 г., протокол №

Директор института технологий и инженерной механики  Могильная Е.П.

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики

«18» 04 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии института технологий и инженерной механики  Ясуник С.Н.

© Харченко Е.И., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» – изложение основных положений теоретической механики и механики сплошных сред, а также методов решения механических и гидродинамических задач, в том числе и приближенных.

Задачи изучения учебной дисциплины «Теоретическая механика. Механика сплошных сред»:

сформировать у студентов механистические представления, позволяющие качественно анализировать поведение механических и гидродинамических систем в различных условиях;

сформировать у студентов общие и профессиональные компетенции в области теоретической физики.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» входит в модуль естественных дисциплин обязательной части учебного плана подготовки студентов по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Для овладения дисциплиной требуется знание таких дисциплин: «Математический анализ», «Теория функций комплексного переменного», «Дифференциальные уравнения», «Механика», «Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика» и служит основой для изучения следующих дисциплин: «Физика конденсированного состояния», «Введение в физику твердого тела», «Физика плазмы».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических и (или) естественных наук ОПК-1.2. Применяет базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности	Знать: основные понятия и законы механики; уравнения Лагранжа; движение твердого тела; движение относительно неинерциальных систем отсчета; теорию малых колебаний; канонические уравнения; основные понятия и законы механики сплошных сред; уравнения движения идеальной и вязкой жидкости; волны в жидкостях и газах. Уметь: самостоятельно ставить, решать и анализировать задачи теоретической механики и механики сплошных сред. Владеть: теоретическим материалом по основным разделам курса в объеме, достаточном для идентификации поставленной задачи; методами решения

		физических задач с использованием законов Ньютона, уравнений Лагранжа и Гамильтона; методами решения физических задач гидродинамики; методами решения физических задач теории упругости
ПК-1. Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-1.1. Знает теоретические основы физических методов исследования и методы анализа свойств физических систем разного уровня организации. ПК-1.2. Знает методы экспериментальных исследований в физике, возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения физических исследований. ПК-1.3. Умеет: осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование. ПК-1.4. Владеет навыками использования современных методов исследования в выбранной области.	Знать: теоретические основы физических методов исследования и методы анализа движения твердого тела; механики сплошной среды; движения вязкой жидкости; Знать: методы экспериментальных исследований в физике, возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения физических исследований волн в жидкостях и газах. Уметь: осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач теоретической механики и механики сплошной среды, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование. Владеть: навыками использования современных методов исследования в механике сплошной среды и теоретической механике.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	252	Не
	(7 зач. ед)	предусмотрена
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	136	
в том числе:		
Лекции	68	
Семинарские занятия	-	
Практические занятия	68	
Лабораторные работы	-	
Курсовая работа (курсовой проект)	-	
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	
Самостоятельная работа студента / форма контактной работы	44 / 72	
Форма аттестации	Экзамен, экзамен	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Семестр 4

Тема 1. Основные понятия и законы классической механики.

Кинематика материальной точки и твердого тела: Основные понятия механики. Кинематика материальной точки. Инвариантный метод описания движения материальной точки. Кинематика поступательного движения твердого тела. Вращение твёрдого тела. Скорость и ускорение материальной точки в различных системах отсчета. Теорема сложения скоростей и ускорений

Основные понятия и законы динамики: Законы динамики Ньютона. Принцип относительности Галилея. Понятие о силе и массе. Инерциальные системы отсчёта. Принцип относительности Галилея. Основные законы динамики Ньютона. Уравнение движения механической системы. Основная задача динамики и роль начальных условий. Принцип причинности классической механики.

Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем: Материальная точка во внешнем силовом поле. Полная потенциальная энергия механической системы. Классификация свободных механических систем.

Уравнения движения. Вариационный принцип в механике: Связи. Уравнения движения в декартовых координатах. Уравнения Лагранжа в обобщенных координатах. Принцип наименьшего действия

Тема 2. Применение законов сохранения и основных теорем динамики к интегрированию уравнений динамики.

Законы сохранения и свойства пространства и времени: Энергия. Импульс. Центр инерции. Момент импульса.

Интегрирование уравнений движения: Одномерное движение. Приведенная масса. Движение в центральном поле. Кеплерова задача.

Столкновение частиц: Упругие столкновения частиц. Рассеяние частицы. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.

Тема 3. Движение относительно неинерциальных систем отсчета.

Движение в неинерциальных системах отсчета: Функция Лагранжа частицы в неинерциальной системе отсчета. Импульс, момент импульса и энергия частицы в неинерциальных системах отсчета.

Тема 4. Движение твердого тела

Кинематика твердого тела: Угловая скорость. Эйлеровы углы

Тензоры инерции твердого тела: Кинетическая энергия твердого тела. Тензор инерции твердого тела.

Уравнения движения твердого тела: Момент импульса твердого тела. Свободные оси вращения. Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера.

Тема 5. Малые колебания.

Свободные одномерные колебания: Уравнение Лагранжа для одномерной колебательной системы. Решение уравнения Лагранжа для свободных одномерных колебаний.

Затухающие колебания: Уравнение затухающих колебаний. Аперриодическое затухание. Диссипативная функция.

Вынужденные колебания: Уравнение Лагранжа для вынужденных колебаний и его решение. Явление резонанса. Вынужденные колебания при произвольной действующей силе. Энергия системы, совершающей вынужденные колебания. Вынужденные колебания при наличии трения.

Колебания систем со многими степенями свободы: Уравнения Лагранжа системы со многими степенями свободы. Характеристическое уравнение и его решения. Собственные частоты системы. Нормальные координаты и нормальные колебания.

Параметрический резонанс: Уравнения движения систем с параметрами, зависящими от времени. Условия возникновения параметрического резонанса.

Связанные маятники: Уравнения движения системы связанных маятников. Ангармонические колебания.

Семестр 5

Тема 6. Метод канонических преобразований и уравнение Гамильтона-Якоби.

Канонические уравнения: Уравнения Гамильтона. Функция Рауса. Скобки Пуассона.

Уравнение Гамильтона-Якоби: Действие как функция координат. Принцип Мопертюи. Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби.

Адиабатические инварианты: Адиабатические инварианты. Канонические переменные действие – угол.

Тема 7. Основные понятия и законы механики сплошных сред

Основные понятия сплошной среды: Понятие сплошной среды. Поле скоростей и деформации среды.

Описание сплошной среды: Интегральные характеристики поля. Описание взаимодействия в сплошной среде.

Уравнения движения сплошной среды: Феноменология сплошной среды. Тензор локальных напряжений. Уравнение непрерывности. Уравнения Эйлера.

Законы сохранения для сплошной среды: Закон сохранения массы. Закон изменения импульса сплошной среды. Закон изменения кинетической энергии. Система уравнений движения.

Элементы термодинамики сплошной среды: Первое начало термодинамики. Идеальный газ. Уравнения термодинамики в переменных сплошной среды. Энтропия термодинамической системы и второе начало термодинамики. Термодинамические потенциалы. Потоки термодинамических величин. Балансные соотношения.

Тема 8. Идеальная жидкость.

Идеальная жидкость: Уравнения движения идеальной жидкости. Изэнтропические течения. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости. Интеграл Бернулли. Интеграл Коши. Теорема об изменении энергии.

Вихри в идеальной жидкости: Уравнение движения вихря. Теорема Томсона о циркуляции. Уравнение Гельмгольца. Необходимое и достаточное условие вмерзновенности поля вихря. Теоремы Гельмгольца.

Несжимаемая жидкость: Уравнение движения несжимаемой жидкости. Равновесие несжимаемой жидкости. Стационарное обтекание тела. Обтекание шара стационарным потоком. Присоединенная масса. Обтекание цилиндра стационарным потоком с циркуляцией.

Тема 9. Звуковые и ударные волны.

Линейные волны в идеальной жидкости: Звуковые волны. Плоские волны

Малые возмущения в газах: Распространение малых возмущений в среде. Излучение источника в движущейся среде.

Энергия монохроматической волны. Сильные волны: Объемная плотность полной энергии волнового движения. Теорема Пойнтинга. Вектор потока объемной плотности энергии. Сильные волны.

Сильные возмущения в идеальной жидкости. Ударные волны: Сверхзвуковой поток. Ударные волны. Ударная волна в идеальном газе.

Тема 10. Вязкая жидкость.

Вязкая жидкость: Приближение Навье-Стокса. Несжимаемая вязкая жидкость. Уравнения движения несжимаемой вязкой жидкости. Диссипация механической энергии в несжимаемой жидкости. Закон подобия. Движение вихрей в вязкой жидкости.

Энергия вязкой жидкости: Закон изменения энергии вязкой жидкости. Затухание звука в вязкой жидкости.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 4			
1	Кинематика материальной точки и твердого тела	2	-
2	Основные понятия и законы динамики	2	-
3	Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем	2	-
4	Уравнения движения. Вариационный принцип в механике	2	-
5	Законы сохранения и свойства пространства и времени	2	-
6	Интегрирование уравнений движения	2	-
7	Столкновение частиц	2	-
8	Движение в неинерциальных системах отсчета	2	-
9	Кинематика твердого тела	2	-
10	Тензоры инерции твердого тела	2	-
11	Уравнения движения твердого тела	2	-
12	Свободные одномерные колебания	2	-
13	Затухающие колебания	2	-
14	Вынужденные колебания	2	-
15	Колебания систем со многими степенями свободы	2	-
16	Параметрический резонанс	2	-
17	Связанные маятники	2	-
Семестр 5			
18	Канонические уравнения	2	-
19	Уравнение Гамильтона-Якоби	2	-
20	Адиабатические инварианты	2	-
21	Основные понятия сплошной среды	2	-
22	Описание сплошной среды	2	-
23	Уравнения движения сплошной среды	2	-

24	Законы сохранения для сплошной среды	2	-
25	Элементы термодинамики сплошной среды	2	-
26	Идеальная жидкость	2	-
27	Вихри в идеальной жидкости	2	-
28	Несжимаемая жидкость	2	-
29	Линейные волны в идеальной жидкости	2	-
30	Малые возмущения в газах	2	-
31	Энергия монохроматической волны. Сильные волны	2	-
32	Сильные возмущения в идеальной жидкости. Ударные волны	2	-
33	Вязкая жидкость. Энергия вязкой жидкости	2	-
34	Энергия вязкой жидкости	2	-
Итого		68	-

4.5. Лабораторные работы по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» не предполагаются учебным планом.

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
Семестр 4			
1	Кинематика материальной точки и твердого тела	2	-
2	Уравнения движения материальной точки	2	-
3	Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии материальной точки.	2	-
4	Движение в центрально-симметричном поле.	2	-
5	Движение под действием силы, обратно пропорциональной квадрату расстояния до центра силы	2	-
6	Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии системы материальных точек.	2	-
7	Задача двух тел и рассеяние частиц	2	-
8	Сечения рассеяния и захвата частиц.	2	-
9	Уравнения Лагранжа	2	-
10	Движение под действием обобщенно-потенциальных сил.	2	-
11	Движение относительно неинерциальных систем отсчета.	2	-
12	Тензор инерции.	2	-
13	Плоскопараллельное движение	2	-
14	Уравнения движения твердого тела	2	-
15	Собственные одномерные колебания	2	-
16	Затухающие колебания	2	-
17	Собственные колебания системы. Вынужденные колебания.	2	-
Семестр 5			
18	Канонические уравнения Гамильтона.	2	-
19	Уравнение Гамильтона-Якоби.	2	-
20	Канонические преобразования. Адиабатические инварианты	2	-
21	Лагранжево и эйлерово представления сплошной среды	2	-
22	Тензоры деформаций, скоростей деформаций, напряжений.	2	-
23	Кинематика, ортогональные криволинейные системы координат	2	-

24	Физические законы и постановка задач механики сплошной среды	2	-
25	Динамические уравнения Эйлера.	2	-
26	Интеграл Бернулли и его применения.	2	-
27	Установившиеся течения жидкости (газа).	2	-
28	Потенциальные течения жидкости	2	-
29	Плоские потенциальные течения идеальной жидкости	2	-
30	Пространственные установившиеся течения идеальной жидкости (газа).	2	-
31	Неустановившиеся течения идеальной жидкости (газа).	2	-
32	Вихревые движения идеальной жидкости.	2	-
33	Течение вязкой несжимаемой жидкости	2	-
34	Волны в идеальной жидкости. Дисперсия волн	2	-
Итого		68	-

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Основные понятия и законы классической механики	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	8	-
2	Применение законов сохранения и основных теорем динамики к интегрированию уравнений динамики	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
3	Движение относительно неинерциальных систем отсчета	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
4	Движение твердого тела	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
5	Малые колебания	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
6	Метод канонических преобразований и уравнение Гамильтона-Якоби	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
7	Основные понятия и законы механики сплошных сред	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
8	Идеальная жидкость	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
9	Звуковые и ударные волны	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
10	Вязкая жидкость	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям	4	-
Итого:			44	-

4.7. Курсовые работы по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» не предполагаются учебным планом.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной

дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Ольховский, И.И. Курс теоретической механики для физиков: учеб. пособие для студ. вузов. – Изд. 4-е, стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. – 574 с.

2. Яковенко Г.Н. Краткий курс аналитической динамики: учебное пособие / Г.Н. Яковенко. Издательство: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 238 с.

3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: учебное пособие для вузов: в 10 т. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц; под ред. Л.П. Питаевского. – Изд. 5-е, стереотип. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – (Теоретическая физика). Т.1: Механика, 2007. – 222 с.

4. Медведев, Б.В. Начала теоретической физики: Механика, теория поля, элементы квантовой механики: учебное пособие для вузов / Б. В. Медведев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 599 с.

5. Бороненко, Т.С. Задачи по классической механике: учебно-методическое пособие для вузов / Т.С. Бороненко, И.Л. Бухбиндер, В. В. Кругликов; МО РФ, ТГПУ. – Томск: Издательство ТГПУ, 2003. – 157 с.

б) дополнительная литература:

1. Павленко Ю.Г. Лекции по теоретической механике. Издательство Московского университета, 1991.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Наука, 1986, 736 с.

3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Наука, 1988, 216 с.

4. Ольховский И.И., Павленко Ю.Г., Кузьменков Л.С. Задачи по теоретической механике для физиков. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977, 395 с.

5. Хоперсков А.В. Задачи по теоретической механике и механике сплошных сред. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 1997, 60 с.

6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1987, 840 с.

7. Коткин Г.Л., Сербо В.Г. Сборник задач по классической механике. М.: Наука, 1977, 319 с.

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 5-х частях). Часть 1. «Механика материальной точки» / Сост.: Е.И. Харченко, К.А. Корсунов, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 83 с.

2. Конспект лекций по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 5-х частях). Часть 2. «Кинематика и динамика твердого тела» / Сост.: Е.И. Харченко, К.А. Корсунов, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 44 с.

3. Конспект лекций по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 5-х частях). Часть 3. «Малые колебания» / Сост.: Е.И. Харченко, К.А. Корсунов, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 46 с.

4. Конспект лекций по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» Часть 4. «Канонические уравнения» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 5-х частях). / Сост.: Е.И. Харченко, К.А. Корсунов, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 30 с.

5. Конспект лекций по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 5 частях). Часть 5. «Механика сплошных сред» / Сост.: Е.И. Харченко, К.А. Корсунов, А.В. Чаленко. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2018. – 108 с.

6. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 2-х частях), часть 1 «Теоретическая механика» / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко, К.А. Корсунов – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 70 с.

7. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (в 2-х частях), часть 2 «Механика сплошных сред» / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко, К.А. Корсунов – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 50 с.

8. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (в 2-х частях). Часть 1. «Теоретическая механика» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика») / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 44 с.

9. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» (в 2-х частях), часть 2 «Механика сплошных сред» (для студентов, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 «Физика») / Сост.: Е.И. Харченко, А.В. Чаленко – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 27 с.

г) Интернет-ресурсы:

•Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

•Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

•Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

•Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

•Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

•Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

• Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

• Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

• Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

• Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

• Электронный каталог Научно-технической библиотеки ЮРГПУ (НПИ) – <https://libweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>

• Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/register>

• Научная электронная библиотека eLibrary – <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

• Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

На лекционных занятиях используются комплекты электронных презентаций / слайдов, раздаточный материал, наглядные пособия в аудиториях, оснащенных презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические и лабораторные занятия проводятся в специальных лабораториях, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php

Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Оценочные средства по дисциплине «Теоретическая механика. Механика сплошных сред»

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Теоретическая механика. Механика сплошных сред»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1, ОПК-1.2	Тема 1. Основные понятия и законы классической механики	4
				Тема 2. Применение законов сохранения и основных теорем динамики к интегрированию уравнений динамики	4
				Тема 3. Движение относительно неинерциальных систем отсчета.	4
				Тема 4. Движение твердого тела	4
				Тема 5. Малые колебания	4
				Тема 6. Метод канонических преобразований и уравнение Гамильтона-Якоби	5
				Тема 7. Основные понятия и законы механики сплошных сред	5
				Тема 8. Идеальная жидкость.	5
				Тема 9. Звуковые и ударные волны.	5
				Тема 10. Вязкая жидкость.	5
2	ПК-1	Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Темы 1-5	4
				Темы 6-10	5

		информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта			
--	--	---	--	--	--

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-1 ОПК-1.1 ОПК-1.2	Знать: основные понятия и законы механики; уравнения Лагранжа; движение твердого тела; движение относительно неинерциальных систем отсчета; теорию малых колебаний; канонические уравнения: основные понятия и законы механики сплошных сред; уравнения движения идеальной и вязкой жидкости; волны в жидкостях и газах. Уметь: самостоятельно ставить, решать и анализировать задачи теоретической механики и механики сплошных сред. теоретическим материалом по основным разделам курса в объеме, достаточном для идентификации поставленной задачи; методами решения физических задач с использованием законов Ньютона, уравнений Лагранжа и Гамильтона; методами решения физических задач гидродинамики; методами решения физических задач теории упругости	Темы 1-10	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы.
2	ПК-1 ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4	Знать: теоретические основы физических методов исследования и методы анализа движения твердого тела; механики сплошной среды; движения вязкой жидкости; Знать: методы экспериментальных исследований в физике, возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения физических исследований волн в жидкостях и газах. Уметь: осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач теоретической механики и механики сплошной среды, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование. Владеть: навыками использования современных методов исследования в механике сплошной среды и теоретической механике.	Темы 1-10	Вопросы экзаменационных работ, контрольные работы

**Фонды оценочных средств по дисциплине «Теоретическая механика.
Механика сплошных сред»**

Вопросы к контрольным работам:

Теоретическая механика

Кинематика материальной точки и твердого тела

1. Сформулируйте основные понятия и постулаты о свойствах пространства и времени.
2. В чем заключается инвариантный метод описания движения материальной точки?
3. Что называется поступательным движением твердого тела, и каковы его свойства?
4. Какими величинами описывается вращательное движение твердого тела? Дайте им определения.
5. Напишите формулы для сложения скоростей и ускорений.

Основные понятия и законы динамики

1. Дайте определения силы и массы.
2. Сформулируйте принцип суперпозиции сил.
3. Какие системы отсчета называются инерциальными.
4. Сформулируйте принцип относительности Галилея.
5. Сформулируйте законы динамики Ньютона.
6. Запишите уравнения движения механической системы.
7. Сформулируйте основную задачу динамики.

Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем

1. Чему равна элементарная работа силы на бесконечно малых участках пути?
2. Какие силовые поля называются потенциальными?
3. Охарактеризуйте однозарядное, аксиально-симметрическое, центрально-симметрическое поле.
4. Какое поле называется нестандартным потенциальным полем. Приведите пример.
5. Как определяется полная потенциальная энергия механической системы?
6. Перечислите классы свободных механических систем.

Уравнения движения. вариационный принцип в механике

1. Какие связи называются голономными и неголономными?
2. Запишите уравнения движения в декартовых координатах.
3. Какие силы называются диссипативными?
4. Дайте определение диссипативной функции Релея. Объясните физический смысл функции Релея.
5. Запишите уравнения Лагранжа в обобщенных координатах.
6. Сформулируйте вариационный принцип механики.

Законы сохранения и свойства пространства и времени

1. Как определяется энергия системы через функцию Лагранжа?
2. Получите закон сохранения энергии и сохранения из однородности времени.

3. Что такое обобщенные импульсы и обобщенные силы?
4. Покажите, что закон сохранения импульса вытекает из однородности пространства.
5. Что такое момент импульса системы?

Интегрирование уравнений движения

1. Какое движение называется однородным, финитным, инфинитным?
2. Как определяется приведенная масса?
3. Охарактеризуйте характер движения частицы в центральном поле.
4. Что такое секториальная скорость и как она связана с моментом импульса.
5. Получите выражение для угла поворота радиус-вектора точки.

Столкновение частиц

1. Какие законы сохранения выполняются при упругих столкновениях?
2. В чем заключается геометрическая интерпретация столкновения частиц? Приведите примеры.
3. Что из себя представляет траектория частицы в центральном поле и какими параметрами она характеризуется?
4. Что называется эффективным сечением рассеяния и как оно определяется?
5. Получите формулу Резерфорда для рассеяния заряженных частиц в кулоновском поле.

Движение в неинерциальных системах отсчета

1. Запишите функцию Лагранжа для одной частицы.
2. Получите выражение для функции Лагранжа частицы в неинерциальной системе отсчета.
3. Напишите уравнения Лагранжа для частицы в неинерциальной системе
4. Получите общий вид функции Лагранжа частицы в произвольной неинерциальной системе отсчета.
5. Напишите функцию Лагранжа для случая равномерно вращающейся системы координат, не имеющей поступательного ускорения.
6. Найдите выражения импульса и момента импульса для частицы в неинерциальной системе отсчета.
7. Получите выражение для энергии частицы в неинерциальной системе отсчета.

Кинематика твердого тела

1. Сформулируйте основные понятия кинематики твердого тела.
2. Покажите, как определяются эйлеровы углы.
3. Как определяются проекции вектора угловой скорости на оси системы K' ?
4. Какими величинами описывается вращательное движение твердого тела? Дайте им определения.

Тензоры инерции твердого тела

1. Получите формулу для вращательной кинетической энергии твердого тела.
2. Запишите выражение для тензора инерции?
3. Что такое осевые моменты инерции?
4. Какие величины называются центробежными моментами инерции?

2. Дайте определение главных осей инерции тела?
3. Дайте определение главных моментов инерции.

Уравнения движения твердого тела

1. Напишите формулу для момента импульса тела относительно центра инерции.
2. Какие оси вращения называются свободными?
3. Запишите функцию Лагранжа для вращающегося твердого тела.
4. Запишите уравнение Лагранжа, соответствующее координатам центра инерции.
5. Получите уравнение движения твердого тела, вращающегося вокруг жестко связанной с ним оси, неподвижной в системе K .
6. Запишите уравнения Эйлера.

Свободные одномерные колебания

1. Запишите функцию Лагранжа для одномерного осциллятора.
2. Запишите уравнение Лагранжа для одномерного осциллятора.
3. Получите решение уравнения движения одномерного осциллятора.
4. Запишите уравнение энергии для системы, совершающей малые колебания.
5. Какими величинами характеризуются малые колебания? От чего они зависят?
6. Что называется комплексной амплитудой?

Затухающие колебания

1. Получите уравнение колебаний системы при наличии сил трения.
2. Получите решение уравнения затухающих колебаний.
3. Охарактеризуйте возможные решения уравнения затухающих колебаний.
4. Какое движение называется аperiодическим затуханием?
5. Назовите условия, при которых аperiодическое движение имеет тот или иной характер.
6. Что такое диссипативная функция?

Вынужденные колебания

1. Какие колебания называются вынужденными.
2. Запишите функцию Лагранжа для системы, совершающей вынужденные колебания.
3. Запишите уравнение Лагранжа для системы, совершающей вынужденные колебания.
4. Получите решения уравнения вынужденных колебаний для случая, когда вынуждающая сила является простой периодической функцией времени.
5. В чем заключается явление резонанса?
6. Рассмотрите вынужденные колебания при наличии трения. Какой вид имеет резонансная кривая в этом случае?

Колебания систем со многими степенями свободы

1. Получите лагранжеву функцию системы с несколькими степенями свободы, совершающей свободные малые колебания.
2. Получите уравнения Лагранжа для малых колебаний системы с несколькими степенями свободы.

3. Что такое характеристическое уравнение?
4. Что называется нормальными координатами и нормальными колебаниями?
5. Какие частоты называются собственными.

Параметрический резонанс

1. Какой вид имеет уравнение движения одномерной системы, у которой параметры зависят от времени?
2. В чем заключается явление параметрического резонанса?
3. Назовите условия возникновения параметрического резонанса.

Связанные маятники

1. Напишите выражение для потенциальной энергии системы из двух одинаковых математических маятников, связанных невесомой пружиной.
2. Напишите выражение для кинетической энергии системы из двух одинаковых математических маятников, связанных невесомой пружиной.
3. Получите дифференциальные уравнения для системы из двух связанных математических маятников.
4. Получите общее решение системы уравнений связанных маятников. Запишите выражения для нормальных и обобщенных координат системы связанных маятников.
5. Запишите функцию Лагранжа с учетом в разложении членов третьего порядка. Какие частоты называются комбинационными?

Канонические уравнения

1. Запишите выражение для гамильтоновой функции системы.
2. Что из себя представляют уравнения Гамильтона?
3. Дайте определение функции Рауса.
4. Получите выражение для энергии системы через функцию Рауса.
5. Запишите выражение для скобок Пуассона.
6. Перечислите свойства скобок Пуассона.
7. Запишите тождество Якоби.

Уравнение Гамильтона-Якоби

1. Сформулируйте принцип наименьшего действия.
2. Что такое укороченное действие?
3. Сформулируйте принцип Мопертюи.
4. Примените вариационный принцип для определения длины траектории.
5. Что такое точечные преобразования?
6. Какие преобразования называются каноническими?
7. Запишите уравнения Гамильтона-Якоби.

Адиабатические инварианты

1. Какая величина называется адиабатическим инвариантом?
2. Определите адиабатический инвариант для одномерного осциллятора.
3. Дайте определение переменной действия.
4. Дайте определение угловой переменной.
5. Покажите, что угловая переменная является линейной функцией времени.

Механика сплошных сред

Основные понятия сплошной среды

1. В чем заключается сущность описания Лагранжа?
2. Опишите подход Эйлера к описанию сплошной среды.
3. Какое движение среды является деформацией?
4. Получите дифференциальное условие для поля скоростей, описывающего движение без деформаций.
5. Получите формулу Коши-Гельмгольца.

Описание сплошной среды

1. Приведите примеры интегральных характеристик поля.
2. Как определяется поток вектора поля $\vec{A}$ через элементарную поверхность $d\vec{S}$?
3. Что называется трубкой тока? Элементарной трубкой тока?
4. Как определяются объемные силы?
5. Как определяются поверхностные силы?

Уравнения движения сплошной среды

1. Какая величина называется тензором локальных напряжений.
2. Какая среда называется идеальной?
3. Что называется субстанциальной производной?
4. Какая модель сплошной среды называется линейной изотропной вязкой жидкостью?
5. Запишите уравнение непрерывности.
6. Запишите уравнение Эйлера в дифференциальной форме.
7. Запишите уравнение Эйлера в векторной форме.

Законы сохранения для сплошной среды

1. Дайте определение плотности потока массы.
2. Получите уравнение непрерывности из закона сохранения массы.
3. Запишите формулу для суммарного импульса элемента сплошной среды.
4. Чем определяется изменение суммарного импульса элемента сплошной среды?
5. Запишите закон изменения импульса сплошной среды.
6. Покажите, что тензор напряжения симметричен.
7. Запишите закон изменения кинетической энергии для сплошной среды.
8. Запишите систему уравнений движения сплошной деформируемой среды.

Элементы термодинамики сплошной среды

1. Какое уравнение называется термическим? Запишите термическое уравнение для идеального газа.
2. Какое уравнение называется калорическим.
3. Запишите первое начало термодинамики в переменных сплошной среды.
4. Сформулируйте второе начало термодинамики.
5. Что такое диссипативная функция?
6. Запишите уравнение Пуассона в переменных сплошной среды.
7. Выразите внутреннюю энергию как функцию двух переменных – энтропии и давления.
8. Перечислите термодинамические потенциалы.
9. Какое движение называется изэнтропическим?

Идеальная жидкость

1. Дайте определение идеальной жидкости.
2. Какие движения идеальной жидкости называются бароклинными? Баротропными?
3. Запишите уравнение движения идеальной жидкости.
4. Получите выражение для приращения энтальпии для изэнтропического течения жидкости.
5. Запишите уравнение Эйлера для баротропного движения в форме Громеки-Лэмба.
6. Запишите интегралы уравнений движения идеальной жидкости.
7. Как определяется вектор плотности потока энергии идеальной жидкости (вектор Умова)?

Вихри в идеальной жидкости

1. Запишите уравнение движения вихря.
2. Запишите уравнения вихревых линий.
3. Как определяется поток вихря?
4. Сформулируйте теорему Томсона о циркуляции скорости.
5. Получите уравнение движения вихря в идеальной среде.
6. Запишите уравнение Гельмгольца.
7. Сформулируйте необходимые и достаточные условия вмерзновенности вихря.
8. Сформулируйте и докажите первую теорему Гельмгольца.
9. Сформулируйте и докажите вторую теорему Гельмгольца (теорему Гельмгольца-Фридмана).
10. Сформулируйте третью теорему Гельмгольца.

Несжимаемая жидкость

1. Запишите уравнения движения несжимаемой жидкости.
2. Запишите уравнение Эйлера для потенциальных течений несжимаемой жидкости под действием потенциальных объемных сил.
3. Рассмотрите равновесие несжимаемой жидкости.
4. Рассмотрите обтекание шара стационарным потоком.
5. В чем заключается парадокс Даламбера?
6. Как определяется кинетическая энергия возмущения?

Линейные волны в идеальной жидкости

1. Дайте определение волны.
2. Какое состояние среды называется равновесным?
3. Запишите линеаризованные уравнения непрерывности и Эйлера по малым возмущениям.
4. Получите волновое уравнение для отклонений плотности от ее равновесного значения.
5. Докажите потенциальность связанного с линейными возмущениями поля скоростей.
6. Запишите волновое уравнение для поля потенциала и поля скоростей.
7. Запишите волновое уравнение плоской волны и его решение.
8. Запишите основные характеристики волны.

Малые возмущения в газах

1. Запишите уравнение непрерывности и уравнение Эйлера в линейном

приближении по возмущениям.

2. Получите систему дифференциальных уравнений для возмущений плотности и скорости.

3. Запишите уравнение для возмущения плотности среды.

4. Запишите дисперсионное уравнение.

5. Как зависит величина фазовой скорости монохроматической среды от скорости среды V и направления распространения волны.

Энергия монохроматической волны. Сильные волны

1. Запишите выражение для изменения объемной плотности кинетической энергии элементарного объема среды?

2. Чем определяется изменение внутренней энергии заданной массы при изэнтропическом процессе?

3. Запишите соотношение для массовой плотности внутренней энергии в адиабатическом изэнтропическом процессе.

4. Получите выражение для изменения объемной плотности внутренней энергии.

5. Запишите выражение объемной плотности полной энергии волнового движения.

6. Сформулируйте теорему Пойнтинга.

7. Как определяется вектор потока объемной плотности энергии?

Сильные возмущения в идеальной жидкости. Ударные волны

1. Дайте определение числу Маха?

2. Какие волны называются ударными?

3. Запишите условия непрерывности для ударной волны.

4. Запишите выражения для адиабаты Гюгонио.

5. Получите адиабату Гюгонио для идеального газа.

6. Запишите отношения температур, плотностей и скоростей за фронтом ударной волны и их значением перед фронтом этой волны.

7. Запишите выражение разности энтропий за фронтом ударной волны и перед фронтом ударной волны.

Вязкая жидкость

1. Запишите общее уравнение движения изотропной линейной вязкой жидкости.

2. Запишите уравнение Навье-Стокса.

3. Запишите уравнение движения несжимаемой вязкой жидкости.

4. Какая физическая величина называется кинематической вязкостью.

5. Как определяется диссипация механической энергии в несжимаемой вязкой жидкости?

6. Какие тела и потоки называются подобными?

7. Сформулируйте закон подобия Рейнольдса.

Энергия вязкой жидкости.

1. Запишите полную систему уравнений вязкой жидкости.

2. Запишите уравнение Навье-Стокса.

3. Запишите уравнения, которые выражают закон изменения внутренней энергии и энтропии вязкой жидкости.

4. Как определяется диссипация механической энергии в несжимаемой вязкой жидкости?

5. Запишите решение уравнений для продольных и поперечных волн.

Магнитная гидродинамика.

1. Запишите уравнения движения проводящей жидкости в магнитном поле.

2. Получите выражение для максвелловского тензора магнитных напряжений.

3. Получите выражение магнитогидродинамического тензора напряжений.

4. Запишите закон изменения энергии замагниченной жидкости.

5. Получите условие вмороженности силовых линий магнитного поля.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Контрольная работа выполнена на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% вопросов/задач)
хорошо (4)	Контрольная работа выполнена на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% вопросов/задач)
удовлетворительно (3)	Контрольная работа выполнена на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% вопросов/задач)
неудовлетворительно (2)	Контрольная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50%)

Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретические вопросы

4 семестр

1. Кинематика материальной точки и твердого тела.
2. Основные понятия и законы динамики.
3. Законы сохранения.
4. Потенциальная энергия и классификация свободных механических систем.
5. Интегрирование уравнений движения.
6. Задача двух тел.
7. Столкновение частиц.
8. Движение в центральном поле.
9. Обобщенные координаты и силы. Связи. Уравнения движения в декартовых координатах.
10. Уравнения Лагранжа в обобщенных координатах.
11. Принцип наименьшего действия.
12. Энергия и функция Лагранжа. Интегралы движения.
13. Однородность времени и закон сохранения энергии. Консервативные системы.
14. Однородность пространства и закон сохранения импульса.
15. Изотропия пространства и закон сохранения момента импульса. Теорема вириала.
16. Усреднение по времени. Связь между средней кинетической и потенциальной энергиями.

17. Лагранжиан материальной точки в неинерциальной системе отсчета.
18. Уравнение движения материальной точки в неинерциальной системе отсчета.
19. Законы изменения и сохранения импульса, момента импульса и энергии относительно произвольных неинерциальных систем отсчета.
20. Кинематика твердого тела.
21. . Тензор инерции. Физический смысл тензора инерции. Тензор инерции для непрерывно распределенной массы.
22. Тензор инерции в главных осях. Теорема Гюйгенса - Штейнера.
23. Способ описания движения твердого тела. Движение центра инерции.
24. . Вращение вокруг мгновенной оси. Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения.
25. Момент импульса твердого тела. Уравнения движения твердого тела.
26. Свободные колебания одномерной системы без трения.
27. Затухающие колебания.
28. Вынужденные колебания. Параметрический резонанс.
29. Колебания системы со многими степенями свободы.
30. Связанные маятники.
31. Ангармонические колебания.

5 семестр

1. Уравнения Гамильтона.
2. Функция Рауса.
3. Скобки Пуассона.
4. Свойства скобок Пуассона. Тождество Якоби.
5. Действие как функция координат.
6. Принцип Мопертюи.
7. Канонические преобразования.
8. Уравнение Гамильтона–Якоби.
9. Адиабатические инварианты.
10. Канонические переменные действие – угол.
11. Основные понятия сплошной среды. Поле скоростей и деформаций среды.
12. Интегральные характеристики поля. Описание взаимодействия в сплошной среде.
13. Уравнения движения сплошной среды. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера.
14. Законы сохранения для сплошной среды.
15. Элементы термодинамики сплошной среды. Уравнения термодинамики в переменных сплошной среды.
16. Потоки термодинамических величин. Балансные соотношения.
17. Уравнения движения идеальной жидкости. Интегралы уравнений движения идеальной жидкости.
18. Вихри в идеальной жидкости. Уравнение движения вихря. Теорема Томсона о циркуляции.
19. Уравнение Гельмгольца. Необходимое и достаточное условие вмерзженности поля вихря. Теоремы Гельмгольца.

20. Уравнение движения несжимаемой жидкости. Равновесие несжимаемой жидкости.

21. Стационарное обтекание тела. Обтекание шара стационарным потоком.

22. Линейные волны в идеальной жидкости. Звуковые волны.

23. Сильные возмущения в идеальной жидкости. Ударные волны.

24. Вязкая жидкость. Приближение Навье-Стокса.

25. Несжимаемая вязкая жидкость. Уравнения движения несжимаемой вязкой жидкости.

26. Диссипация механической энергии в несжимаемой жидкости. Закон подобия.

27. Движение вихрей в вязкой жидкости.

28. Энергия вязкой жидкости. Закон изменения энергии вязкой жидкости.

29. Уравнения движения проводящей жидкости в магнитном поле.

30. Закон изменения энергии замагниченной жидкости

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству промежуточный контроль (экзамен)

Шкала оценивания	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)