

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП
А.М. Лихтер
«5» июня 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой физики
С.А. Тишкова
«6» июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретическая механика. Механика сплошных сред»

Составитель(-и)	Исмухамбетова А.С., доцент, к.п.н., доцент Дергунова О.Ю., доцент, к.п.н., доцент Водолазская И.В., доцент, к. ф-м. н., доцент
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Направленность (профиль) ОПОП	Инженерная физика
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приема	2022
Курс	2, 3
Семестр	4, 5

Астрахань – 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. **Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика. Механика сплошных сред»** является овладение студентами основными понятиями, моделями и методами исследования теоретической механики.

1.2. **Задачи освоения дисциплины:** рассмотреть основные физические модели, используемые для объяснения поведения механических систем; дать понятие о теоретических методах исследования в области механических систем; способствовать формированию у студентов научного мировоззрения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. **Учебная дисциплина «Теоретическая механика. Механика сплошных сред»** относится к Базовой части и осваивается в 4 и 5 семестрах.

2.2. **Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:**

- *Математический анализ, Общая физика*

Знания: знать терминологию и основные законы физики.

Умения: умение использовать законы физики и математический аппарат для решения физических задач.

Навыки: иметь навыки построения и математического расчета физических моделей.

Для успешного изучения дисциплины студенты должны владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации; уметь логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

2.3. **Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:**

- *Теоретическая физика.*

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) *общепрофессиональной(ых) (ОПК-1). Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;*

б) *профессиональной(ых) (ПК - 5). Способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин.*

Таблица 1 - Декомпозиция результатов обучения

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1	ОПК-1.1. Знать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и	ОПК-1.2. Уметь использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы мате-	ОПК-1.3 Владеть навыками использования знаний естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, приме-

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования	математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-5	ПК-5.1 знать фундаментальные понятия, законы и теории, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5.2 уметь применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	ПК-5.3 владеть фундаментальными понятиями и законами, полученными при освоении профильных физических дисциплин

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины 6 зачетных единиц или 216 часов, из них 111 часа (37 часов лекций и 74 часов практических занятий) отводится на аудиторную работу и 105 часов отводится на самостоятельную работу обучающихся.

Таблица 2 - Структура и содержание дисциплины

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самостоят. работа		Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
		Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
Раздел 1. Уравнения Движения частиц. Тема 1. Основные понятия механики.	4	4	9			13	Устные ответы на вопросы КР 1
Тема 2. Принцип наименьшего действия.	4	4	9			13	Устные ответы на вопросы КР 1
Тема 3. Законы сохранения.	4	4	9			13	Устные ответы на вопросы КР 2
Тема 4. Движение в центральном поле.	4	6	9			15	Устные ответы на вопросы КР 2
Итого за 4 семестр		18	36			54	Экзамен
Тема 5. Столкновения частиц Тема 6. Малые колебания	5	3	5			7	Устные ответы на вопросы КР 3
Тема 7. Движение твердого тела.	5	3	5			7	Устные ответы на вопросы КР 3
Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета.	5	3	5			7	Устные ответы на вопросы КР 4
Тема 9. Каноническое уравнение	5	3	5			7	Устные ответы на вопросы КР 4

Тема 10. Релятивистская механика.	5	3	5			7	Устные ответы на вопросы КР 5
Раздел 2. Основы механики сплошных сред. Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость.	5	3	5			7	Устные ответы на вопросы КР 6
Тема 12. Вязкая среда Тема 13. Пограничный слой.	5	1	8			9	Устные ответы на вопросы КР 6
Итого за 5 семестр		19	38			51	Экзамен
Итого:		37	74			105	

Условные обозначения:

Л – занятия лекционного типа; ПЗ – практические занятия, ЛР – лабораторные работы; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа по отдельным темам

Таблица 3 - Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		1	2	
Раздел 1. Уравнения Движения частиц. Тема 1. Основные понятия механики.	26	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 2. Принцип наименьшего действия.	26	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 3. Законы сохранения.	26	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 4. Движение в центральном поле.	30	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 5. Столкновения частиц Тема 6. Малые колебания	15	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 7. Движение твердого тела.	15	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета.	15	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 9. Каноническое уравнение	15	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 10. Релятивистская механика.	15	ПК-5	ОПК-1	2
Раздел 2. Основы механики сплошных сред. Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость.	15	ПК-5	ОПК-1	2
Тема 12. Вязкая среда Тема 13. Пограничный слой.	18	ПК-5	ОПК-1	2
Итого	216			

Краткое содержание каждой темы дисциплины

Тема 1. Основные понятия механики. Механическое движение. Объект исследования: материальная точка и частица, тело, абсолютно твердое тело, абсолютно упругое тело. Система отсчёта. Система координат: Декартова, полярная, сферическая, цилиндрическая, естественная. Радиус-вектор, траектория, путь, перемещение. Скорость. Ускорение. Угловая скорость и угловое ускорение. Виды движения. Уравнение движения.

Тема 2. Принцип наименьшего действия. Число степеней свободы. Функция Лагранжа. Действие. Принцип наименьшего действия. Свойства функции Лагранжа. Инерциальные системы отсчёта. Закон инерции. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Функция Лагранжа свободной частицы и системы невзаимодействующих частиц. Функция Лагранжа системы взаимодействующих частиц (с примерами). Кинетическая и потенциальная энергии. Сила. Второй закон Ньютона. Функция Лагранжа частицы во внешнем поле. Однородное поле. Связи. Законы сохранения. Интегралы движения. Однородность пространства. Закон сохранения импульса. Третий закон Ньютона. Центр масс механической системы. Изотропность пространства.

Тема 3. Закон сохранения момента импульса. Однородность времени. Закон сохранения энергии. Консервативные системы. Внутренняя энергия.

Тема 4. Движение в центральном поле. Задача двух тел. Приведенная масса. Центральное поле. Секториальная скорость. Второй закон Кеплера. Эффективная потенциальная энергия. Кеплерова задача. Уравнение конического сечения. Первый и третий законы Кеплера.

Тема 5. Столкновения частиц. Распад частиц. Л и ц-системы отсчета. Диаграмма скоростей. Связь между углами вылета частицы в л- и ц-системах. Распределение распавшихся частиц по углам и кинетическим энергиям. Упругие столкновения частиц. Диаграмма скоростей. Связь между углами отклонения частиц после столкновения и углом поворота первой частицы в системе центра инерции. Движение в поле отталкивания. Рассеяние частиц. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.

Тема 6. Малые колебания. Финитное и инфинитное движения. Свободные одномерные колебания. Период, частота, циклическая частота, циклическая частота, фаза, амплитуда колебаний. Гармонический осциллятор. Вынужденные колебания. Периодическая вынуждающая сила. Резонанс. Параметрический резонанс. Параметры. Затухающие колебания. Сила трения. Коэффициент затухания. Вынужденные колебания при наличии трения. Колебания систем со многими степенями свободы. Характеристическое уравнение. Собственные колебания. Ангармонические колебания. Колебания молекул.

Тема 7. Движение твердого тела. Твердое тело. Поступательное и вращательное движения. Угловая скорость. Тензор инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Теорема Штейнера. Волчок. Ротатор. Момент импульса твердого тела. Уравнение движения твёрдого тела. Момент силы. Соприкосновение твердых тел. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Движение в неинерциальной системе отсчёта.

Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета. Сила Кориолиса и центробежная сила. Случай равномерно вращающейся системы координат. Принцип Даламбера. Канонические уравнения. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона.

Тема 9. Канонические уравнения. Скобки Пуассона. Свойства скобок Пуассона. Тожество Якоби. Теорема Пуассона. Действие как функция координат. Принцип Мопертьюи. Канонические преобразования. Теорема Лиувилля.

Тема 10. Релятивистская механика. Специальная теория относительности. Интервал. Преобразования Лоренца и их кинематические следствия. Собственное время и собственная длина. Четырехмерный вектор скорости. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Релятивистский импульс и энергия. Масса. Энергия покоя. Кинетическая энергия. Дефект масс и энергия связи. Распад частиц. Инвариантное сечение. Упругие столкновения частиц. Момент импульса.

Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость. Полевое описание физических величин. Переменные Лагранжа и переменные Эйлера. Идеальная жидкость. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Гидростатика. Уравнение Бернулли. Несжимаемая жидкость.

Тема 12. Вязкая жидкость. Уравнение движения вязкой жидкости. Течение по трубе. Закон подобия.

Тема 13. Пограничный слой. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Профиль скоростей. Хорошо обтекаемые тела. Подъемная сила тонкого крыла. Турбулентность. Устойчивость стационарного, вращательного движения жидкости и движения по трубе.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

№	Раздел/Тема	Семестр	Форма контроля	Методическое обеспечение (см. раздел Основная литература)
1	Раздел 1. Уравнения Движения частиц. Тема 1. Основные понятия механики.	4	Устные ответы на вопросы П.Р. 1	[1] §1 стр. 9-10, [5] §2 стр. 18
2	Тема 2. Принцип наименьшего действия.	4	Устные ответы на вопросы П.Р. 1	[1] §1-5 стр. 9-24
3	Тема 3. Законы сохранения.	4	Устные ответы на вопросы П.Р. 2	[1] §6-9 стр. 9-24
4	Тема 4. Движение в центральном поле.	4	Устные ответы на вопросы П.Р. 2	[1] §13-16 стр. 44-62
			Экзамен	
5	Тема 5. Столкновения частиц Тема 6. Малые колебания	5	Устные ответы на вопросы П.Р. 3	[1] §16-19 стр. 58-7 [1] §11 стр. 39-42, §21-28 стр. 78-116
6	Тема 7. Движение твердого тела.	5	Устные ответы на вопросы П.Р. 3	[1] §31-34 стр. 126-143, §38 стр. 158-163
7	Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета.	5	Устные ответы на вопросы П.Р. 4	[1] §39 стр. 163-169
8	Тема 9. Каноническое уравнение	5	Устные ответы на вопросы П.Р. 4	[1] §40-46 стр. 169-190
9	Тема 10. Релятивистская меха-	5	Устные ответы	[1] §1-14 стр. 13-69

	ника.		на вопросы П.Р. 5	
10	Раздел 2. Основы механики сплошных сред. Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость.	5	Устные ответы на вопросы П.Р. 6	[2] §1-2 стр. 13-19, §3, 5, 10 стр. 19-36
11	Тема 12. Вязкая среда Тема 13. Пограничный слой.	5	Устные ответы на вопросы П.Р. 6	[2] §15-19 стр. 71-89 [2] §26, 27 стр. 137-147, §39-48 стр. 223-269.
	Итого		Экзамен	

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Формы работы
Раздел 1. Уравнения Движения частиц. Тема 1. Основные понятия механики.	13	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 2. Принцип наименьшего действия.	13	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 3. Законы сохранения.	13	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 4. Движение в центральном поле.	15	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 5. Столкновения частиц Тема 6. Малые колебания	7	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 7. Движение твердого тела.	7	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета.	7	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 9. Каноническое уравнение	7	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 10. Релятивистская механика.	7	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Раздел 2. Основы механики сплошных сред. Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость.	7	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>
Тема 12. Вязкая среда Тема 13. Пограничный слой.	9	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе</i>

		работе
--	--	--------

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Не предусмотрены.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Возможно применение электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме чат, форума, выполнения лабораторных работ.

Формы учебных занятий:

- 1) лекция, с использованием компьютерных и технических средств, направленная на приобретение студентами новых теоретических знаний;
- 2) практическое занятие по расчету физических задач на основании теоретических знаний, направленное на приобретение умений по расчету физических моделей;
- 3) контрольная работа, направленная на определение уровня освоения дисциплины.

Образовательные технологии: интерактивные лекции, анализ ситуаций, равный обучает равного, тематические дискуссии.

Таблица 5 - Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Основные понятия механики.	Обзорная лекция	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 2. Принцип наименьшего действия.	Лекция-диалог	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 3. Законы сохранения.	Лекция-презентация	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 4. Движение в центральном поле.	Лекция	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 5. Столкновения частиц Тема 6. Малые колебания	Лекция-диалог	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 7. Движение твердого тела.	Лекция-презентация	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета.	Лекция-диалог	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено

Тема 9. Каноническое уравнение	Видеолекция	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 10. Релятивистская механика.	Обзорная лекция	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость.	Лекция-диалог	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено
Тема 12. Вязкая среда Тема 13. Пограничный слой.	Лекция-презентация	устный опрос, решение типовых задач	Не предусмотрено

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей Интернета в учебном процессе: рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление учащихся с оценками и т.д.;
- использование электронных учебников и различных сайтов как источников информации;
- использование электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации: электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.;
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы;
- использование виртуальной обучающей среды (или системы управления обучением LMS Moodle) или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
MathCad 14	Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования, ориентированная на подготовку интерактивных документов с вычислениями и визуальным сопровождением
Moodle	Образовательный портал ФГБОУ ВО «АГУ»
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
VLC Player	Медиапроигрыватель

WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
Maple 18	Система компьютерной алгебры
MATLAB R2014a	Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

2. Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС». <http://dlib.eastview.com>. Имя пользователя: AstrGU. Пароль: AstrGU

3. Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов. www.polpred.com.

4. Электронный каталог «Научные журналы АГУ» <https://journal.asu.edu.ru/>.

5. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. [Сводный каталог периодики библиотек России \(arbiticon.ru\)](http://arbiticon.ru).

6. Справочная правовая система КонсультантПлюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. <http://www.consultant.ru>.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Теоретическая механика. Механика сплошных сред» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 - Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Раздел 1. Уравнения Движения частиц. Тема 1. Основные понятия механики.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 1

Тема 2. Принцип наименьшего действия.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 1
Тема 3. Законы сохранения.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 2
Тема 4. Движение в центральном поле.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 2 Экзамен
Тема 5. Столкновения частиц Тема 6. Малые колебания	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 3
Тема 7. Движение твердого тела.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 3
Тема 8. Движение в неинерциальной системе отсчета.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 4
Тема 9. Каноническое уравнение	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 4
Тема 10. Релятивистская механика.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 5
Раздел 2. Основы механики сплошных сред. Тема 11. Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость.	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 6
Тема 12. Вязкая среда Тема 13. Пограничный слой..	ПК-5 ОПК-1	Устные ответы на вопросы П.Р. 6 Экзамен

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Типы контроля для оценивания результатов обучения.

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются устные ответы на вопросы, контрольные работы, экзамен.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений** и **владений** используются контрольные работы, экзамен.

Таблица 7 - Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	-демонстрируются знания теоретического материала и умение их применять; -студент способен обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	-демонстрируются знания теоретического материала; -возможны единичные ошибки при ответах на вопросы, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; - студент способен обоснованно излагать свои мысли.
3 «удовлетворительно»	-демонстрируются слабые знания теоретического материала; -возможны множественные ошибки при ответах на вопросы; - студент способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
2 «неудовлетворительно»	-демонстрируется отсутствие знаний теоретического материала; -возможны грубые ошибки при ответах на вопросы, которые студент не в состоянии исправить после замечания преподавателя; -студент не способен излагать свои мысли, делать необходимые выводы.

Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	- дается комплексная оценка предложенной ситуации; - демонстрируется умение применять теоретические знания; - последовательное, правильное выполнение всех заданий;
4 «хорошо»	- демонстрируется умение применять теоретические знания; - последовательное, правильное выполнение всех заданий с единичными ошибками;
3 «удовлетворительно»	- выполнение не всех заданий; - в заданиях допущены множественные ошибки;
2 «неудовлетворительно»	- невыполнение всех заданий.

7.3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков обучающихся

Тема 1. Основные понятия механики

Задачи для решения

1.1. По заданным уравнениям движения точки найти уравнение её траектории:

- 1) $x = 4t + 4, \quad y = -4/(t + 1);$
- 2) $x = 4t - 2t^2, \quad y = 3t - 1,5t^2;$
- 3) $x = 5 + 3\cos t, \quad y = 4\sin t;$
- 4) $x = at^2, \quad y = bt;$
- 5) $x = 5\cos(\pi t/2), \quad y = 3 - 5\sin(\pi t/2);$
- 6) $x = A\cos(2\omega t), \quad y = A\cos(\omega t).$

1.2. Определить уравнение траектории точки, совершающей одновременно два гармонических колебания равной частоты, если колебания происходят по двум взаимно перпендикулярным осям: $x = a \sin(kt + \alpha), \quad y = b \sin(kt + \beta).$

1.3. Движение точки задано уравнениями $x = a(e^{kt} + e^{-kt}), \quad y = a(e^{kt} - e^{-kt}),$ где a и k – заданные постоянные величины. Найти уравнение траектории и скорость точки как функции радиус-вектора $r = \sqrt{x^2 + y^2}.$

1.4. Найти касательное и нормальное ускорения точки, движение которой выражается уравнениями: $x = \alpha t, \quad y = \beta t - gt^2/2.$

1.5. Найти величину и направление ускорения, а также радиус кривизны траектории точки колеса, катящегося без скольжения по горизонтальной оси Ox , если точка описывает циклоиду согласно уравнениям: $x = 20t - \sin 20t, \quad y = 1 - \cos 20t.$

1.6. Найти при $x = y = 0$ радиус кривизны траектории точки, описывающей фигуру Лиссажу согласно уравнениям: $x = -a \sin(2\omega t), \quad y = -a \sin(\omega t).$

1.7. Частица массы m движется в однородном поле силы тяжести с ускорением $\vec{g} = \text{const}.$ Составьте уравнения движения и решите их при начальных условиях: $\vec{r}(0) = \vec{r}_0, \quad \vec{p}(0) = \vec{p}_0.$ Сила сопротивления среды прямо пропорциональна скорости частицы. Найдите уравнение траектории частицы.

1.8. Тело сброшено с высоты h и движется согласно уравнениям: $x = 40t, \quad y = 4,9t^2$ (ось Ox горизонтальна, ось Oy направлена вертикально вниз). Найти уравнение траектории тела и определить время падения и дальность его полёта по горизонтальному направлению.*

1.9. Тело брошено под углом α к горизонту со скоростью $v_0.$ Найти радиус кривизны траектории в наивысшей точке траектории.*

1.10. Определить кривую безопасности, точки которой не могут быть достигнуты снарядом при данной начальной скорости v_0 и произвольном угле бросания $\alpha.$

Тема 2. Одномерное движение. Малые колебания

Задачи для решения

- 2.1. Найти период колебаний математического маятника длины l .
- 2.2. Определить период свободных колебаний груза массы m , зажатого между двумя пружинами с коэффициентами жесткости k_1 и k_2 .°
- 2.3. Определить период колебаний груза массы m , подвешенного на двух параллельно включённых пружинах с коэффициентами жесткости k_1 и k_2 , если груз расположен так, что удлинения обеих пружин одинаковы.*
- 2.4. Определить период колебаний груза массы m , подвешенного на двух последовательно соединённых пружинах с коэффициентами жесткости k_1 и k_2 .°
- 2.5. Частица массой m , способная двигаться по прямой, прикреплена к пружине, другой конец которой закреплен в точке A на расстоянии l от прямой. Найти частоту колебаний частицы, если пружина, имея длину l , натянута с силой F .
- 2.6. Частица массой m , способная двигаться по окружности радиуса r , прикреплена к пружине, другой конец которой закреплен в точке A на расстоянии l от верхней точки окружности. Найти частоту колебаний частицы, если пружина, имея длину l , натянута с силой F .
- 2.7. Тело массой m находится на гладкой наклонной плоскости, составляющей угол α с вертикалью. К телу прикреплена параллельно плоскости пружина, препятствующая движению вниз, жесткость которой равна k . Найти уравнение движения тела.
- 2.8. Жесткий стержень длиной l , расположенный горизонтально и несущий на одном конце шар массой m , может свободно качаться на шаровом шарнире около другого конца и удерживается в горизонтальном положении посредством нерастяжимого вертикального шнура длиной h , расположенного на расстоянии a от шарнира. Если шарик оттянуть перпендикулярно плоскости чертежа и затем отпустить, то система начнет колебаться. Пренебрегая массой стержня, определить период малых колебаний системы.*

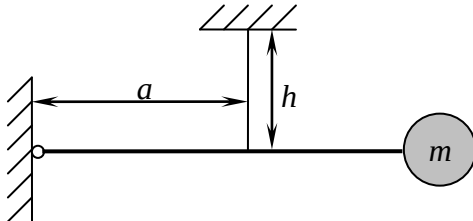


Рис. к зад. 2.9

- 2.9. Определить период колебаний шара массы m , подвешенного на невесомом стержне длины l . К стержню на расстоянии a от точки подвеса с обеих сторон прикреплены пружины жесткостью k .
- 2.10. Определить период колебаний маятника, который состоит из невесомого стержня длины l , несущего на конце массу m , расположенную выше точки подвеса и зажатую между двумя горизонтальными пружинами жесткостью k , с закрепленными концами.*
- 2.11. На два вращающихся в противоположные стороны цилиндра одинакового радиуса R свободно положен однородный стержень. Цилиндры расположены горизонтально, расстояние между осями цилиндров $2l$. Коэффициент трения между цилиндрами и стержнем равен f . Определить период колебаний системы.
- 2.12. Однородный цилиндр высоты l плавает в жидкости так, что его образующая остается перпендикулярной поверхности воды. Определить частоту малых колебаний цилиндра.
- 2.13. U-образная трубка с поперечным сечением S содержит несжимаемые жидкости с плотностями ρ_1 и ρ_2 . Определить период колебаний жидкостей в трубке.°

- 2.14. Для определения сопротивления воды движению при очень малых скоростях модель судна пустили плавать в сосуде, привязав нос и корму посредством двух одинаковых пружин. Результаты наблюдений показали, что отклонения модели от положения равновесия после каждого размаха уменьшаются, составляя геометрическую прогрессию со знаменателем 0,9. А продолжительность каждого размаха $t_1 = 0,5$ с. Определить силу сопротивления воды, отнесенную к весу модели, при её скорости, равной 1 см/с, предполагая, что сопротивление воды пропорционально первой степени скорости.
- 2.15. Для определения вязкости жидкости Кулон употреблял следующий метод: подвесив на пружинке тонкую пластинку массы m , он заставлял её колебаться сначала в воздухе, а затем в жидкости, и находил продолжительность одного размаха: T_1 – в первом случае и T_2 – во втором. Сила трения между пластинкой и жидкостью может быть выражена формулой $2S\kappa v$, где $2S$ – поверхность пластинки, v – её скорость, κ – коэффициент вязкости. Определить коэффициент κ .*
- 2.16. Тело массой $m = 5$ кг подвешено на пружине, коэффициент жесткости которой равен 20 Н/м. Сопротивление среды пропорционально скорости. Амплитуда после четырех колебаний уменьшилась в 12 раз. Определить период колебаний и коэффициент затухания.*
- 2.17. Найти наибольшую скорость свободно падающего шара, принимая, что сопротивление воздуха $F = kSv^2$, S – площадь проекции тела на плоскость, $k = 0,24 \text{ Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^2$ – коэффициент сопротивления, $m = 10$ кг, $x = 8$ см.°
- 2.18. Найти отношение частот ω и ω' колебаний двух двухатомных молекул, состоящих из атомов различных изотопов; массы атомов равны соответственно m_1 , m_2 и m_1' , m_2' .

Тема 3. Движение в центральном поле

Задачи для решения

- 3.1. Найти потенциальную энергию тела, поднятого над землей на высоту $h \ll R$, используя формулу для гравитационной энергии.
- 3.2. Найти I космическую скорость, т.е. скорость, которую необходимо сообщить телу в горизонтальном направлении, чтобы оно стало искусственным спутником Земли.
- 3.3. Найти II космическую скорость, т.е. скорость, которую необходимо сообщить телу, чтобы оно вылетело за пределы тяготения Земли и стало спутником Солнца.
- 3.4. Найти III космическую скорость, т.е. скорость, которую необходимо сообщить телу, чтобы оно вылетело за пределы тяготения Солнца.°
- 3.5. Найти IV космическую скорость, т.е. скорость, которую необходимо сообщить телу, чтобы оно покинуло галактику (упало на Солнце).°
- 3.6. Определить, с какой скоростью метеорит войдет в атмосферу, если он летит из бесконечности со скоростью 10^4 м/с.
- 3.7. Определить полезную работу, которую должен совершить двигатель ракеты, чтобы поднять космический корабль на высоту h над поверхностью планеты и сообщить на этой высоте первую космическую скорость.
- 3.8. Найти выражения для $r_{\min}$ и $r_{\max}$ частицы при движении в поле $U = -\alpha/r$ с энергией $E < 0$ (по эллипсу).
- 3.9. Найти зависимость координат частицы от времени при движении частицы в поле $U = -\alpha/r$ с энергией $E = 0$ (по параболе).*
- 3.10. Найти среднее расстояние от частицы до фокуса при движении в поле $U = -\alpha/r$ с энергией $E < 0$ (по эллипсу).*
- 3.11. Проинтегрировать уравнение движение сферического маятника – материальной точки m , движущейся по поверхности сферы радиуса l в поле тяжести.
- 3.12. Определить время обращения частицы по эллиптической орбите в поле $U = -\alpha/r$ (с энергией $E < 0$).

- 3.13. Проинтегрировать уравнения движения материальной точки в центральном поле $U = -\alpha/r^2$, $\alpha > 0$.*
- 3.14. При добавлении к потенциальной энергии $U = -\alpha/r$ малой добавки δU траектории финитного движения перестают быть замкнутыми, и при каждом обороте перигелий орбиты смещается на малую величину $\delta\phi$. Определить $\delta\phi$ для случая $\delta U = \beta/r^2$.*
- 3.15. При добавлении к потенциальной энергии $U = -\alpha/r$ малой добавки δU траектории финитного движения перестают быть замкнутыми, и при каждом обороте перигелий орбиты смещается на малую величину $\delta\phi$. Определить $\delta\phi$ для случая $\delta U = \gamma/r^3$.*

Тема 4. Столкновения частиц. Распад частиц. Рассеяние частиц.

Формула Резерфорда

Задачи для решения

- 4.1. Найти связь между углами вылета распадной частицы θ_0 и θ в ψ - и $\mathcal{L}$ -системах.
- 4.2. Найти распределение распадных частиц по направлениям вылета в $\mathcal{L}$ -системе.*
- 4.3. Определить интервал значений, который может иметь угол α между направлениями вылета обеих распадных частиц в $\mathcal{L}$ -системе.*
- 4.4. Доказать, что при абсолютно упругом нелобовом ударе двух частиц одинаковой массы m , одна из которых первоначально покоилась, угол между направлениями разлета составляет 90° .*
- 4.5. Определить эффективное сечение рассеяния частиц от абсолютно твёрдого шарика радиуса a т.е. при законе взаимодействия
- $$U = \begin{cases} \infty, & r < a, \\ 0, & r > a. \end{cases}$$
- 4.6. Определить эффективное сечение для «падения» частиц на центр поля $U = -\alpha/r^2$.*
- 4.7. Найти эффективное сечение рассеяния в поле $U = \alpha/r^2$.*

Тема 5. Принцип наименьшего действия. Функция Лагранжа

Задачи для решения

- 5.1. Найти функцию Лагранжа свободной частицы в сферических координатах.
- 5.2. Найти функцию Лагранжа плоского математического маятника с массой m и длиной нити l , находящегося в однородном поле силы тяжести (ускорение силы тяжести g). Записать уравнение движения.
- 5.3. Найти функцию Лагранжа пружинного маятника с массой m и жёсткостью пружины k , совершающего колебания по вертикали в однородном поле силы тяжести (ускорение силы тяжести g).
- 5.4. Найти функцию Лагранжа двойного плоского маятника с массами m_1 и m_2 , находящегося в однородном поле силы тяжести (ускорение силы тяжести g).
- 5.5. Найти функцию Лагранжа плоского маятника с массой m_2 , находящегося в однородном поле силы тяжести, точка подвеса которого с массой m_1 в ней может совершать движение по горизонтальной прямой.
- 5.6. Найти функцию Лагранжа и уравнение движения плоского маятника, находящегося в однородном поле силы тяжести, точка подвеса которого:
- совершает горизонтальные колебания по закону $a \cdot \cos \gamma t$;
 - совершает вертикальные колебания по закону $a \cdot \cos \gamma t$;
 - равномерно движется по вертикальной окружности радиуса r с постоянной частотой γ .
- 5.7. Тело массы m скользит по гладкой наклонной плоскости с высоты H . Угол наклона плоскости равен α . Найти функцию Лагранжа тела и записать уравнение его движения.
- 5.8. Тело массой m находится на гладкой наклонной плоскости, составляющей угол α с вертикалью. К телу прикреплена параллельно плоскости пружина, препятствующая

- движению вниз, жесткость которой равна k . Найти функцию Лагранжа тела и записать уравнение его движения.
- 5.9. Найти функцию Лагранжа и записать уравнения движения маятника с массой m , подвешенного на пружине жесткостью k и совершающего колебания в вертикальной плоскости.
 - 5.10. Найти функцию Лагранжа и записать уравнения движения частицы, движущейся по поверхности конуса с углом при вершине, равным 2α .
 - 5.11. Тяжелая точка может двигаться по гладкому эллиптическому параболоиду $z = ax^2 + by^2$ ($a > 0$, $b > 0$, ось Oz направлена вертикально вверх). Составить уравнения Лагранжа.*
 - 5.12. Две точечные массы m_1 и m_2 , связанные пружиной жесткости k , могут двигаться без трения по сторонам прямого угла $\angle xOy$, сторона Oy которого вертикальна. Длина пружины в ненапряженном состоянии равна l_0 . Составить уравнения Лагранжа.*
 - 5.13. В качестве модели двухатомной молекулы можно взять систему из двух материальных точек массы m_1 и m_2 , упруго связанных между собой. Сила взаимодействия точек равна $F = -c(r - r_0)$, где r – расстояние между точками, $c = \text{const}$, а r_0 соответствует положению, в котором упругая сила равна нулю. Найти функцию Лагранжа и составить уравнения движения системы.*
 - 5.14. Найти функцию Лагранжа и составить уравнения движения двух материальных точек с массами m_1 и m_2 , притягивающихся одна к другой по закону Ньютона. За обобщенные координаты принять декартовы координаты x, y, z центра масс системы, расстояние между точками r и углы θ и φ (широты и долготы), которые определяют направление прямой, соединяющей точки.*
 - 5.15. Два однородных стержня длины l каждый образуют плоский двойной маятник. Составить уравнения движения в форме Лагранжа.*
 - 5.16. Тяжелая точка может двигаться без трения в вертикальной плоскости xOz по кривой $z = f(x)$. Составить уравнения Лагранжа и найти его первый интеграл.*
 - 5.17. Проинтегрировать уравнения движения плоского маятника, точка подвеса которого (с массой m_1 в ней) способна совершать движение в горизонтальном направлении.
 - 5.18. Прямоугольная призма с углом наклона $\alpha = 30^\circ$ может скользить по горизонтальной плоскости. На наклонной грани призмы помещен цилиндр, на который намотана нить через блок, к концу прикреплен груз массой m . Принимая массу цилиндра $2m$, а массу призмы $3m$, найти функцию Лагранжа и определить уравнения движения системы, если в начальный момент она находилась в покое. Размерами и массой блока пренебречь.
 - 5.19. Тележка скатывается без скольжения по наклонной плоскости с углом наклона α , масса тележки m_1 , масса всех колес m . Считая колеса сплошными однородными дисками. Найти функцию Лагранжа и с помощью уравнений движения определить ускорение тележки.
 - 5.20. Груз m_1 спускается вниз по гладкой неподвижной наклонной плоскости с углом наклона α . При этом он приводит в движение с помощью невесомой нити идеальный блок массой m_3 , радиуса r , и груз m_2 . С помощью функции Лагранжа и уравнений движения определить угловое ускорение блока, считая его сплошным диском.
 - 5.21. Груз m прикреплен к пружине k к платформе, по которой он может двигаться без трения. Платформа имеет четыре колеса, принимаемые за однородные диски радиуса r . Масса платформы M , масса каждого колеса $m/2$. Считая, что нет скольжения, найти функцию Лагранжа системы и определить уравнение движения платформы, если груз в начальный момент времени был наклонен на расстояние s и отпущен без начальной скорости.

Тема 6. Законы сохранения

Задачи для решения

- 6.1. Частица с массой m , движущаяся со скоростью $\vec{v}_1$, переходит из полупространства, в котором её потенциальная энергия постоянна и равна U_1 , в полупространство, где эта энергия тоже постоянна, но равна U_2 . Определить изменение направления движения частицы.
- 6.2. Найти закон преобразования действия при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой.
- 6.3. Найти выражения для декартовых компонент и абсолютной величины момента импульса частицы в цилиндрических координатах r, φ, z .

Тема 7. Канонические уравнения. Скобки Пуассона

Задачи для решения

- 7.1. Найти функцию Гамильтона математического маятника длиной l .
- 7.2. Найти функцию Гамильтона пружинного маятника с жёсткостью k и массы m .
- 7.3. Составить канонические уравнения движения свободной материальной точки массы m в однородном поле силы тяжести с ускорением свободного падения $\vec{g}$.*
- 7.4. Найти функцию Гамильтона и канонические уравнения для тела массы m , скользящего с наклонной плоскости с длиной основания l и высотой h .
- 7.5. Найти функцию Гамильтона частицы, равномерно вращающейся с угловой скоростью ω в потенциально поле U .
- 7.6. Материальная точка массы m движется в поле притяжения к неподвижному центру. Составить канонические уравнения движения точки, если притягивающая сила является функцией ее расстояния от центра.*
- 7.7. Найти гамильтониан и составить уравнения движения плоского математического маятника.*
- 7.8. Тяжелое колечко массы m скользит по гладкой проволочной окружности массы M и радиуса R , которая может вращаться вокруг своего вертикального диаметра. Найти гамильтониан и составить канонические уравнения движения системы.*
- 7.9. Найти гамильтониан и составить канонические уравнения движения системы двух материальных точек с массами m_1 и m_2 , притягивающихся по закону всемирного тяготения. За обобщенные координаты принять декартовы координаты x, y, z центра масс системы, расстояние между точками r и углы θ и φ (широты и долготы), которые определяют направление прямой, соединяющей точки.*
- 7.10. Составить канонические уравнения движения материальной точки массы m по гладкой сфере радиуса R в однородном поле силы тяжести (сферический маятник).*
- 7.11. Вычислить скобки Пуассона, составленные из декартовых компонент радиус-вектора $\vec{r}$ и импульса $\vec{p}$ материальной точки.
- 7.12. Вычислить скобки Пуассона, составленные из декартовых компонент радиус-вектора $\vec{r}$ и момента импульса $\vec{M} = (\vec{r} \times \vec{p})$ материальной точки.*
- 7.13. Вычислить скобки Пуассона, составленные из декартовых компонент импульса $\vec{p}$ и момента импульса $\vec{M} = (\vec{r} \times \vec{p})$ материальной точки.
- 7.14. Вычислить скобки Пуассона, составленные из компонент $\vec{M} = (\vec{r} \times \vec{p})$.
- 7.15. Вычислить скобки Пуассона, составленные из компонент $\vec{M} = (\vec{r} \times \vec{p})$ и M^2 .*
- 7.16. Показать, что $\{\varphi, M_z\} = 0$, где $\varphi = \varphi(\vec{r}, \vec{p})$ – любая скалярная функция координат и импульса частицы.
- 7.17. Показать, что $\{\vec{f}, \vec{M}\} = \{\vec{f}, \vec{n}\}$, где $\vec{f} = \vec{f}(\vec{r}, \vec{p})$ – векторная функция координат и импульса частицы, а $\vec{n}$ – единичный вектор, направленный вдоль оси z .

Тема 8. Движение твердого тела

Задачи для решения

- 8.1. Определить главные моменты инерции для молекулы, состоящей из трех атомов, лежащих на одной прямой.

- 8.2. Определить главные моменты инерции для молекулы в виде равнобедренного треугольника, с массами атомов m_1 и m_2 .
- 8.3. Определить момент инерции однородного стержня массы m и длины l относительно оси, проходящей через центр стержня перпендикулярно ему.
- 8.4. Определить момент инерции однородного диска массы m и радиуса R относительно оси, проходящей: а) через центр диска перпендикулярно его плоскости; б) через его диаметр.
- 8.5. Найти момент инерции однородного прямоугольного параллелепипеда со сторонами a , b , c относительно оси, проходящей через центры граней со сторонами a и b .
- 8.6. Найти момент инерции однородного цилиндра массы m и радиуса R относительно осей, проходящих через центр инерции цилиндра.
- 8.7. Найдите момент инерции однородного цилиндра массы m и радиуса R относительно оси, проходящей через образующую цилиндра.*
- 8.8. Найти момент инерции однородного шара радиуса R и массы m .
- 8.9. Найти момент инерции шара радиуса R и массы m , плотность которого изменяется по закону $\rho = \rho_0 \exp(-2r/a)$, где a – некоторая постоянная.*
- 8.10. Два однородных шара массами M и m и радиусами R и r соответственно вращаются вокруг центра масс системы. Найти момент инерции системы, если расстояние между центрами шаров равно l .*
- 8.11. Определить момент инерции однородного конуса высотой h , массой m и радиусом при основании R .
- 8.12. Определить момент инерции усеченного однородного конуса высотой h , массой m и радиусами при основании R_1 и R_2 .
- 8.13. Определить момент инерции сферы радиуса R и массы m .*
- 8.14. Определить момент инерции полусферы радиуса R и массы m относительно оси, проходящей через её центр перпендикулярно сечению полусферы.
- 8.15. Определить момент инерции пластинки массы m в виде равнобокой трапеции высотой h относительно оси, проходящей через центры параллельных сторон a и b .*
- 8.16. По наклонной плоскости скатываются без проскальзывания шар и цилиндр с одинаковыми радиусами R и массами m . Определить, какое из тел скатится быстрее
- 8.17. Найти кинетическую энергию однородного цилиндра радиуса a , катящегося по внутренней стороне цилиндрической поверхности радиуса R .
- 8.18. Однородный диск катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Найти кинетическую энергию и записать его уравнения движения.
- 8.19. Однородный цилиндр с горизонтальной осью скатывается под действием силы тяжести по шероховатой плоскости с коэффициентом трения μ . Определить угол наклона плоскости и ускорение оси цилиндра.

Тема 9. Движение в неинерциальной системе отсчёта

Задачи для решения

- 9.1. Небольшое тело падает без начальной скорости на Землю на экваторе с высоты $h = 10$ м. В какую сторону и на какое расстояние x отклонится тело от вертикали за время падения? Сопротивлением воздуха пренебречь.
- 9.2. Найдите силу Кориолиса, действующую из-за суточного вращения Земли на тело массой m , движущееся в северном полушарии вдоль меридиана на широте φ в южном направлении со скоростью v .
- 9.3. Теплоход массой 7000 т движется по реке со скоростью 29 км/ч на север. Река течет в южном полушарии вдоль меридиана на север на широте 30° со скоростью 7 км/ч. Определите направление и значение силы Кориолиса, действующей на теплоход из-за суточного вращения Земли.*
- 9.4. Определите отклонение от вертикальной плоскости тела, брошенного с поверхности Земли с начальной скоростью $\vec{v}_0$, горизонтальная составляющая которой направлена на запад.

- 9.5. На широте 45° из ружья, закрепленного в горизонтальной плоскости меридиана, произведён выстрел по мишени, установленной на расстоянии $l = 100$ м от дула ружья. Центр мишени находится на оси ружейного ствола. Считая, что пуля летит с постоянной скоростью $v = 500$ м/с, определить, на какое расстояние и в какую сторону отклонится пуля от центра мишени, если выстрел был произведен на юг.*
- 9.6. Винтовку навели на вертикальную черту мишени, находящуюся точно в северном направлении, и выстрелили. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти, насколько сантиметров и в какую сторону пуля, попав в мишень, отклонится от черты. Выстрел произведен в горизонтальном направлении на широте 30° со скоростью 900 м/с, расстояние до мишени 1,0 км.*

Тема 10. Релятивистская механика

Задачи для решения

- 10.1. Найдите отношение продолжительностей существования нестабильной частицы (по часам неподвижного наблюдателя), когда она покоится и когда движется со скоростью, составляющей 99% скорости света?
- 10.2. В лабораторной системе отсчёта мюон, движущийся со скоростью $v = 0,990 \cdot c$, пролетел от места своего рождения до точки распада расстояние $l = 3,0$ км. Определить собственное время жизни этого мюона и расстояние, которое пролетел мюон с «его точки зрения».*
- 10.3. Ракета движется в межзвездном пространстве со скоростью v , близкой к скорости света. С ракеты излучается фотон в направлении ее движения. Найти скорость фотона относительно неподвижной системы отсчета.
- 10.4. В состав космических лучей входят мюоны, кинетическая энергия которых, оцениваемая по треку, составляет величину, которая в 7 раз больше энергии покоя частицы, а время существования в лабораторных условиях до фиксируемого распада на электрон и нейтрино составляет $\tau_0 = 1,6 \cdot 10^{-5}$ с. Определите «время жизни» мюона. Какой путь в атмосфере Земли успевает пролететь частица за время своего существования, если она летит со скоростью, близкой к скорости света в вакууме?
- 10.5. Электроны, вылетающие из циклотрона, обладают кинетической энергией 0,67 МэВ. Какую долю скорости света составляет скорость этих электронов?
- 10.6. Частица массы m движется вдоль оси Ox со скоростью $v = ct^2 / \sqrt{b^2 + c^2 t^2}$. Найти силу, действующую на частицу.
- 10.7. Частица массы m движется вдоль оси Ox по закону $x = \sqrt{d^2 + c^2 t^2}$, где d – некоторая постоянная. Найти силу, действующую на частицу.*
- 10.8. Покоящаяся частица массой m распадается на три части с одинаковыми массами покоя m_1 . Найти верхний предел кинетической энергии вторичной частицы.*
- 10.9. Мощность излучения Солнца $3,8 \cdot 10^{23}$ кВт. Вычислите уменьшение массы Солнца за сутки. Скорость света в вакууме 300 Мм/с.*
- 10.10. Фотон с энергией ε поглощается покоящимся атомом массой m_0 . Найдите скорость атома после поглощения фотона. Рассмотрите также случай, когда $\varepsilon \ll m_0 c^2$.*
- 10.11. Выведите формулу изменения длины волны рентгеновского излучения при комптоновском рассеянии на угол θ на первоначально покоящемся электроне.

Тема 11. Концепция сплошной среды

Задачи для решения

- 11.1. Получить уравнение гидростатики.
- 11.2. Получить уравнение жидкости в однородном поле силы тяжести.
- 11.3. Получить уравнение равновесия большой массы жидкости.
- 11.4. Определить форму поверхности жидкости в поле силы тяжести в цилиндрическом сосуде, вращающемся вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω .

- 11.5. Найти угловую скорость, при которой поверхность жидкости, вращающейся вместе с содержащим её цилиндрическим сосудом вокруг его оси, коснется дна сосуда (объём жидкости V и радиус цилиндрического сосуда R).*
- 11.6. Несжимаемая жидкость массой m вращается в невесомости с постоянной угловой скоростью вокруг неподвижной оси. Найти форму свободной поверхности, если частицы жидкости притягиваются к центру оси вращения с силой, пропорциональной расстоянию до него.*
- 11.7. Определить скорость на свободной поверхности жидкости, перетекающей через вертикальную стенку в однородном поле силы тяжести.*
- 11.8. Из несжимаемой жидкости, занимаемой объём V , внезапно удаляется сферический объём радиуса a . Определить время, в течение которого полость заполнится жидкостью.*
- 11.9. На столе стоит цилиндрический стакан высоты H , наполненный доверху водой. Пренебрегая вязкостью воды, определить высоту h , на которой нужно сделать в сосуде отверстие, чтобы вытекающая из него струя попадала на стол на наибольшем удалении от сосуда.
- 11.10. Цилиндрический сосуд высоты $h = 0,5$ м и радиуса $R = 10$ см, наполненный доверху водой, имеет на дне отверстие радиуса $r = 1$ мм. Определить:
 - а) время, за которое вся вода вытечет из сосуда;
 - б) скорость перемещения уровня воды в сосуде от времени.*
- 11.11. Шприц, применяемый для заправки, заполнили керосином. Радиус поршня шприца $R = 2$ см, длина $l = 25$ см, радиус выходного отверстия $r = 2$ мм, сила давления $F = 5$ Н, плотность керосина $\rho = 800$ кг/м³. Определить время, за которое будет вытеснен керосин из шприца.*
- 11.12. С мостика, переброшенного через канал, по которому течёт вода, опущена узкая изогнутая трубка, обращенная открытым концом против течения. Вода в трубке поднялась на высоту $h = 150$ мм. Определить скорость течения воды.
- 11.13. В высокий широкий сосуд налит глицерин $\rho_1 = 1,21 \cdot 10^3$ кг/м³, вязкость $\eta = 0,350$ Па·с. В глицерин помещают свинцовый шарик $r = 1$ мм, $\rho_2 = 10 \cdot 10^3$ кг/м³. Первоначальная высота шарика над дном сосуда $h = 0,5$ м. Найти время τ , за которое шарик достигнет дна сосуда. Найти время t , по истечении которого скорость шарика будет от начальной скорости отличаться не более на 1%.*
- 11.14. Жидкость, уравнение состояния которой имеет вид $p = \lambda \rho^k$, вытекает из большого закрытого сосуда под давлением в N атмосфер через гладкую тонкую трубку. Определить скорость истечения жидкости.*
- 11.15. На широкий участок поверхности установился стационарный поток воздуха, направленный вертикально вверх и движущийся с постоянной скоростью $u = 20$ см/с. Плотность воздуха $\rho_1 = 1,29$ кг/м³, вязкость $\eta = 1,72 \cdot 10^{-5}$ Па·с. В потоке находится шарообразная пылинка $\rho_2 = 5 \cdot 10^3$ кг/м³, движущаяся со скоростью $v = 4$ см/с. Определить радиус пылинки.*
- 11.16. Определить зависимость высоты жидкости в капилляре от времени после того, как капилляр опущен в жидкость.*
- 11.17. Найти гравитационное давление внутри земного шара в модели однородной несжимаемой жидкости плотности ρ .*
- 11.18. Жидкость, уравнение состояния которой имеет вид $p = \lambda \rho^k$, находится в однородном поле силы тяжести. Найти глубину, на которой давление будет в N раз превышать атмосферное.*
- 11.19. Найти соотношение между скоростями и давлениями несжимаемой идеальной жидкости, стационарно текущей в горизонтальной трубе переменного сечения, в поперечных сечениях с площадями S_1 и S_2 .*
- 11.20. В опыте Милликена по определению элементарного заряда капельки масла распылены в воздухе между двумя горизонтальными пластинами конденсатора. Заряд от-

дельной капли равен ne , $n = 0, 1, 2$, e – абсолютная величина заряда электрона. Потенциал пластин подобран так, что при $n = 1$ капля неподвижна. Найти скорость $v(t)$ движения капли а) при $n = 0$, б) при $n = 2$. Поле включается в момент $t = 0$.

11.21. Оценить сплюснутость Земли, обусловленную её осевым вращением, рассматривая Землю как однородный шар несжимаемой жидкости.*

11.22. Широкий сосуд с несжимаемой жидкостью движется с постоянным ускорением $\vec{a} = 5\vec{i} + 3\vec{j}$ в однородном поле силы тяжести $\vec{g} = -g\vec{k}$. Найти наклон свободной поверхности жидкости.*

11.23. В несжимаемую жидкость помещен шар переменного радиуса $R = R_0 e^{-\alpha t}$. Определить закон, по которому изменяется давление жидкости на поверхность шара.*

11.24. Вязкая жидкость движется между двумя неподвижными параллельными плоскостями при наличии постоянного градиента давления. Найти профиль скорости, среднюю скорость и силу, действующую на единицу площади плоскости.

Перечень контрольных работ

Основные понятия механики. Принцип наименьшего действия.

Практическая работа № 1

1. Тело сброшено с высоты h и движется согласно уравнениям: $x = 40t$, $y = 4,9t^2$ (ось Ox горизонтальна, ось Oy направлена вертикально вниз). Найти уравнение траектории тела и определить время падения и дальность его полёта по горизонтальному направлению.
2. Тяжелая точка может двигаться по гладкому эллиптическому параболоиду $z = ax^2 + by^2$ ($a > 0$, $b > 0$, ось Oz направлена вертикально вверх). Составить уравнения Лагранжа.

Законы сохранения. Движение в центральном поле.

Практическая работа № 2

1. Проинтегрировать уравнения движения материальной точки в центральном поле $U = -\alpha/r^2$, $\alpha > 0$.
2. Найти абсолютную величину скорости точки, движущейся по кеплеровой орбите, как функцию полярного угла φ , параметра p и эксцентриситета орбиты e .

Столкновения частиц. Малые колебания. Движение твердого тела

Практическая работа № 3

1. Найдите момент инерции однородного цилиндра массы m и радиуса R относительно оси, проходящей через образующую цилиндра.
2. Жесткий стержень длиной l , расположенный горизонтально и несущий на одном конце шар массой m , может свободно качаться на шаровом шарнире около другого конца и удерживается в горизонтальном положении посредством нерастяжимого вертикального шнура длиной h , расположенного на расстоянии a от шарнира. Если шарик оттянуть перпендикулярно плоскости чертежа и затем отпустить, то система начнет колебаться. Пренебрегая массой стержня, определить период малых колебаний системы.

Движение в неинерциальной системе отсчёта. Канонические уравнения.

Практическая работа № 4

1. Найти функцию Гамильтона пружинного маятника с массой m и жёсткостью пружины k , совершающего колебания по вертикали в однородном поле силы тяжести (ускорение силы тяжести g).
2. Вычислить скобки Пуассона, составленные из декартовых компонент радиус-вектора $\mathbf{r}$ и импульса $\mathbf{p}$ материальной точки.
3. Винтовку навели на вертикальную черту мишени, находящуюся точно в северном направлении, и выстрелили. Пренебрегая сопротивлением воздуха, найти, насколько сантиметров и в какую сторону пуля, попав в мишень, отклонится от черты. Выстрел произведен в горизонтальном направлении на широте 30° со скоростью 900 м/с, расстояние до мишени $1,0$ км.

Релятивистская механика

Практическая работа № 5

1. В лабораторной системе отсчёта мюон, движущийся со скоростью $v = 0,990 c$, пролетел от места своего рождения до точки распада расстояние $l = 3,0$ км. Определить собственное время жизни этого мюона и расстояние, которое пролетел мюон с «его точки зрения».
2. Используя четырехвектор скорости частицы, получить формулы преобразования ее компонент при переходе из одной ИСО в другую ИСО.

Концепция сплошной среды. Идеальная жидкость. Вязкая среда. Пограничный слой.

Практическая работа № 6

1. Широкий сосуд с несжимаемой жидкостью движется с постоянным ускорением $\mathbf{a} = a_1 \mathbf{n}_x + a_2 \mathbf{n}_z$ однородном поле тягест $\mathbf{g} = -g \mathbf{n}_z$. Найти наклон свободной поверхности жидкости.
2. Шприц, применяемый для заправки, заполнили керосином. Радиус поршня шприца $2 R$ см, длина 25 см, радиус выходного отверстия $r = 2$ мм, сила давления $F = 200$ Н, плотность керосина $\rho = 800$ кг/м³. Определить время, за которое будет вытеснен керосин из шприца.

Перечень экзаменационных вопросов:

1. Основные понятия механики. Механическое движение. Объект исследования: материальная точка, тело, абсолютно твердое тело, абсолютно упругое тело. Система отсчёта. Система координат: декартова, полярная, сферическая, цилиндрическая, естественная.
2. Радиус-вектор, траектория, путь, перемещение. Скорость, ускорение. Кинематические характеристики в декартовой системе координат. Уравнения движения.
3. Кинематические характеристики в полярной системе координат. Угловая скорость, угловое ускорение. Радиальная и тангенциальная скорость и ускорение. Ускорение Кориолиса.
4. Кинематические характеристики при естественном способе задания движения на плоскости. Нормальное и касательное ускорение. Кривизна и радиус кривизны траектории.
5. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
6. Функция Лагранжа. Свойства функции Лагранжа. Примеры функций Лагранжа.
7. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
8. Однородность времени. Закон сохранения энергии.
9. Однородность пространства. Закон сохранения импульса.
10. Центр инерции механической системы. Полная механическая энергия в системе отсчёта центра инерции.
11. Изотропность пространства. Закон сохранения момента импульса.
12. Одномерное движение. Фinitное и инфинитное движения. Период колебаний.
13. Задача двух тел. Приведенная масса. Центральное поле.
14. Движение в центральном поле. Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа частицы, движущейся в центральном поле. Секториальная скорость (второй закон Кеплера).
15. Уравнения движения частицы, движущейся в центральном поле в полярных координатах.
16. Задача Кеплера. Уравнение траектории частицы, движущейся в центральном поле.
17. Период вращения по эллиптической орбите.
18. Малые колебания. Свободные одномерные колебания. Амплитуда. Частота. Гармонический осциллятор.
19. Вынужденные колебания. Периодическая вынуждающая сила. Резонанс.
20. Колебания систем со многими степенями свободы. Характеристическое уравнение. Собственные колебания.

21. Затухающие колебания. Сила трения. Коэффициент затухания. Вынужденные колебания при наличии трения.
22. Параметрический резонанс. Ангармонические колебания.
23. Распад частиц. Л- и ц-системы отсчета. Диаграмма скоростей. Связь между углами вылета частицы в л- и ц-системах. Распределение распадных частиц по углам и кинетическим энергиям.
24. Упругие столкновения частиц. Диаграмма скоростей. Связь между углами отклонения частиц после столкновения и углом поворота первой частицы в системе центра инерции.
25. Движение частицы в поле отталкивания. Рассеяние частиц. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.
26. Функция Гамильтона. Канонические уравнения.
27. Скобки Пуассона. Свойства. Тождество Якоби. Теорема Пуассона.
28. Движение твердого тела. Угловая скорость. Кинетическая энергия твердого тела.
29. Тензор инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Волчки. Ротатор. Теорема Штейнера.
30. Момент импульса твердого тела. Момент импульса шарового волчка, ротатора и симметрического волчка.
31. Уравнения движения твердого тела. Момент силы.
32. Движение в неинерциальной системе отсчета. Сила Кориолиса и центробежная сила. Случай равномерно вращающейся системы координат.
33. Постулаты Эйнштейна. Интервал и его инвариантность.
34. Преобразования Лоренца и их кинематические следствия. Собственное время и собственная длина.
35. Релятивистский импульс и энергия. Масса. Энергия покоя. Кинетическая энергия. Дефект масс и энергия связи.
37. Гидродинамика. Сплошная среда и «частица» жидкости. Величины, определяющие состояние движущейся жидкости.
38. Уравнение непрерывности. Плотность потока жидкости.
39. Уравнение Эйлера. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера для жидкости в поле силы тяжести.
40. Адиабатическое движение идеальной жидкости. Уравнение, выражающее адиабатичность движения идеальной жидкости. Плотность потока энтропии.
41. Уравнение Эйлера для изэнтропического движения жидкости.
42. Гидростатика. Уравнение, описывающее механическое равновесие жидкости. Давление столба жидкости. Формула Больцмана.
43. Стационарное движение жидкости. Уравнение Бернулли. Линии тока.
44. Несжимаемая жидкость. Уравнение Эйлера для несжимаемой жидкости.
45. Форма записи уравнения Эйлера, в котором оно содержит только скорость.
46. Циркуляция скорости. Закон сохранения циркуляции скорости (Теорема Томсона). Завихрённость.
47. Потенциальное течение жидкости. Потенциал скорости. Закон Бернулли для стационарного движения идеальной несжимаемой жидкости. Подъёмная сила.

Таблица 9 - Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК -5: способность применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин				
1	Задание закрытого типа	Что изучает теоретическая механика? 1. Наиболее общие законы механического взаимодействия и механи-	1	1

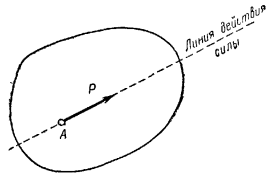
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		ческого движения материальных тел 2. Наиболее общие законы взаимодействия и движения молекул и воды 3. Наиболее общие законы и теории электрического взаимодействия 4. Наиболее общие законы механических колебаний и их свойства		
2		Основная задача статики: 1) определить условия равновесия сил; 2) определить силу; 3) определить сил реакции опор; 4) найти равнодействующую силу.	1	1
3		Абсолютно твердым телом называется, такое тело 1) расстояние между любыми двумя точками которого остаются всегда неизменными; 2) размеры каждого очень мало по сравнению другими телами; 3) форма тела остается постоянной; 4) в котором можно пренебречь формой;	1	1
4		Что называется связью? Выберите правильный ответ и обоснуйте его. 1. Материальный объект, который ограничивает свободу перемещения рассматриваемого твердого тела или материальной точки 2. Объект действия сил или материального тела 3. Материальное тело, которое приобретает направление под действием силы 4. Связь между силой и телом, на которые действует эта сила, выражающая некоторой формулой.	1 Материальный объект, который ограничивает свободу перемещения рассматриваемого твердого тела или материальной точки.	1
5		Из каких разделов состоит теоретическая механика? 1. Статика, кинематика, динамика 2. Электродинамика, динамика, статика	1	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		3. Статика, кинематика, электромагнетизм 4. Статика, динамика, оптика		
6	Задание открытого типа	Что такое поступательное движение тела?	Поступательным движением твердого тела называется такое его движение, при котором любая прямая, проведенная в теле, остается во все время движения параллельной своему первоначальному положению.	1
7		Что является вращательным движением тела?	Вращательным движением называют такое движение твердого тела, при котором все его точки, лежащие на некоторой прямой, называемой осью вращения, все время остаются неподвижными.	1
8		В чем заключается основная задача кинематики?	Кинематика изучает механические явления и движения материальных объектов без учета причин, вызывающих изменения в их состоянии. Основной задачей кинематики является нахождение кинематических параметров движущегося тела (или любой его точки) в любой момент времени.	2
9		В чем состоит цель изучения теоретической механики?	Цель изучения теоретической механики (физики) состоит в овладении совокупностью общих идей, законов и принципов о строении, движении и взаимодействии объектов окружающего нас материального мира. Предметом теоретической механики являются модели, заменяющие реальные физические объекты.	2
10		Какие кинематические способы задания движения точки существуют и в чем состоит каждый из этих способов?	<i>Кинематика</i> изучает движение материальных тел. <i>Движением</i> называется изменение положения тела в пространстве и времени по отношению к другому телу. Совокупность тела отсчета, связанной с ним системы координат и часы составляют <i>систему отсчета</i> . В кинематике движение точки по отношению к избранной системе отсчета считается заданным, если известен способ, при помощи которого можно определить положение точки на траектории в любой момент времени. Существуют три способа задания движения точки: векторный, координатный и естественный способы.	3
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности				
1	Задание закрытого типа	Тело весом $P = 2 \text{ кН}$ установлено на горизонтальной поверхности. К телу приложена горизонтально направленная сдвигающая сила $Q = 100 \text{ Н}$. Коэффициент трения скольжения $f = 0,2$. Сила трения по опорной поверхности равна: 1) $100 \text{ Н} +$	1	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		2) 500 Н 3) 400 Н 4) 200 Н		
2		Для однозначного определения положения материальной точки в пространстве необходимо задать следующее количество независимых координат: 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4	3	1
3		Под связями, наложенными на механическую систему, понимается следующее (выберите правильный ответ и обоснуйте его): 1) ограничения, накладываемые на ускорения точек механической системы, которые должны выполняться при любом ее движении; 2) ограничения, накладываемые на скорости точек механической системы, которые должны выполняться при любом ее движении; 3) ограничения, накладываемые на взаимное расположение точек механической системы; 4) любые условия, ограничивающие свободу перемещения точек механической системы.	4 Под связями, наложенными на механическую систему, понимаются любые условия, ограничивающие свободу перемещения точек механической системы.	1
4		Один конец стержня постоянного сечения жестко заделан в неподвижном основании, а другой свободен. Если длину стержня увеличить в 4 раза, то его первая частота свободных продольных колебаний: 1) уменьшится в 16 раз 2) уменьшится в 2 раза 3) уменьшится в 4 раза + 4) не изменится	3	2
5		К ротору электродвигателя приложен крутящим момент $M=20\text{Н}\cdot\text{м}$. Момент инерции ротора относительно оси вращения $J_x=10\text{кг}\cdot\text{м}^2$. Мощность, которую развивает крутящий момент через 10 с после начала движения, равна:	2	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1) 40 Вт 2) 400 Вт + 3) 2000 Вт 4) 500 Вт		
6	Задание открытого типа	Какие основные задачи рассматривает динамика?	Динамика изучает механические явления и движения материальных объектов с учетом взаимодействия тел. Содержание динамики составляют следующие основные задачи: - прямая задача динамики. Нахождение равнодействующей сил, приложенных к точке, при условии, что заданы масса точки и уравнения её движения. - обратная задача динамики. Записать уравнение движения точки, зная силы, действующие на материальную точку её массу, а также начальное положение и начальную скорость точки. - нахождение скорости точки или приложенных к ней сил с применением теоремы об изменении количества движения. - нахождение параметров движущегося тела или точки с применением энергетического метода.	2
7		Что такое силовое поле?	Силовым полем называется физическое пространство, удовлетворяющее тому условию, что на точки механической системы, находящейся в этом пространстве, действуют силы, зависящие от положения этих точек или от положения точек и времени (но не от их скоростей). Силовое поле, силы которого не зависят от времени, называется стационарным. Примерами силового поля могут служить поле силы тяжести, электростатическое поле, поле силы упругости. Стационарное силовое поле называется потенциальным, если работа сил поля, действующих на механическую систему, не зависит от формы траекторий ее точек и определяется только их начальным и конечным положениями. Эти силы называются силами, имеющими потенциал, или консервативными силами.	3
8		В чем суть закона сохранения и преобразования энергии?	Таким образом, при движении механической системы под действием сил, имеющих потенциал, полная механическая энергия системы за все время движения остается неизменной. В реальных условиях на механическую систему могут действовать не только потенциальные силы, и полная механическая энергия системы может изменяться. Это происходит, когда часть энергии механической системы расходуется на преодоление различных сопротивлений или наблюдается приток энергии от других систем. Расход механической энергии движущейся механической системы обычно означает превращение ее в теплоту, электричество, звук или свет, а приток механической энергии связан с обратным процессом превращения различных видов энергии в механическую энергию.	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
9		Что изучает статика?	Статика – раздел теоретической механики, изучающий условия равновесия твердых тел, находящихся под действием приложенных к ним сил. Равновесие твердого тела – это состояние покоя твердого тела по отношению к системе координат, принимаемой за неподвижную. Обычно за такую систему координат в статике принимают систему жестко связанную с Землей. Система сил называется совокупностью сил, действующих на данное тело. Сами силы, входящие в состав данной системы называются составляющими этой системы. Если система сил такова, что под действием её свободное тело не изменяет своего положения, то такая система называется уравновешенной.	3

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
10		Что понимается под понятием «сила»?	Важнейшим понятием теоретической механики является понятие силы. Взаимодействие двух тел, способное изменить их кинематическое состояние, называется <i>механическим взаимодействием</i>. <i>Сила</i> — это мера механического взаимодействия тел, определяющая интенсивность и направление этого взаимодействия. <i>Сила определяется тремя элементами: числовым значением (модулем), направлением и точкой приложения.</i> Сила изображается вектором. Прямая, по которой направлена данная сила,  называется <i>линией действия силы</i>. Совокупность нескольких сил, действующих на данное тело или систему тел, называется <i>системой сил</i>. Системы сил, под действием каждой из которых твердое тело находится в одинаковом кинематическом состоянии, называются <i>эквивалентными</i>.	3

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Таблица 10 - Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	<i>Ответ на занятия</i>		20	
2.	<i>Выполнение практического задания</i>		20	
3.	...			
Всего			40	-
Блок бонусов				

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
4.	Посещение занятий		5	
5.	Своевременное выполнение всех заданий		5	
6.	...			
Всего			10	-
Дополнительный блок**				
7.	Экзамен		50	
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 - Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-...1
Нарушение учебной дисциплины	-...1
Неготовность к занятию	-...1
Пропуск занятия без уважительной причины	-...1
...	-...1

Таблица 12 - Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Зачтено (модуль)		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

Преподаватель, реализующий дисциплину (модуль), в зависимости от уровня подготовленности обучающихся может использовать иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Бутенин, Н. В. Курс теоретической механики / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 732 с. — ISBN 978-5-507-47194-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. I Механика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. VI Гидродинамика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2019.
3. Мещерский И.В.. Задачи по теоретической механике.— С.Пб.: Изд-во «Лань», 2020.

4. Учайкин В.В. Механика. Основы механики сплошных сред. Задачи и упражнения. М.- Ижевск: Институт компьютерных технологий, 2020.

5. Димитриенко Ю.И., Механика сплошной среды. В 4 т. Т. 1. Тензорный анализ : учеб.пособие / Ю.И. Димитриенко - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. - 463 с. - ISBN 978-5-7038-3437-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703834374.html>

8.2. Дополнительная литература

1. Петкевич В.В. Основы механики сплошных сред. М.:УРСС, 2001.
2. Седов Л.И. Механика сплошных сред. М.: Наука, 1983.
3. Ландау Л.Д., Теоретическая физика. Том I. Механика [Электронный ресурс]: Учеб. пособ.: Для вузов. / Ландау Л. Д., Лифшиц Е.М. - 5-е изд., стереот. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-0819-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html> (ЭБС «Консультант студента»).
4. Ламб Г. Гидродинамика. М.:УРСС, 2004.
5. Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Г.Н. Сборник задач по аналитической механике. М.: Физматлит, 2002.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог в настоящее время содержит около 15000 наименований. www.studentlibrary.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В дисциплине современные информационные технологии представляются как инструмент, например, программные средства MatLab, MatCad, Excel и др. – как средство выполнения расчетов, анализа, принятия решения; PowerPoint как средство для чтения лекций, проведения практических занятий и др.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).