

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

/ Турищев С.Ю./

02.06.2023



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.10 Механика**

1. Шифр и наименование направления подготовки: 03.03.03 Радиофизика
2. Профиль подготовки: Радиофизика и электроника
3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр
4. Форма образования: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0801 общей физики
6. Составители программы: Голицына Ольга Михайловна,  
кандидат физико-математических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол №6 от 20.06.2022
8. Учебный год: 2023/2024 Семестр(-ы): 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- сформировать у студентов научную картину мира и дать им основные понятия о научном методе познания;
- привить представления о механике – разделе общей физики, моделирующей механическое движение реальных механических систем на основе простейших абстрактных моделей с использованием математического аппарата;
- изложить студентам классическую теорию механики и специальной теории относительности.

Задачи дисциплины:

- обучить студентов основным понятиям и методам решения типовых задач по механике в объёме, достаточном для изучения физических дисциплин на современном научном уровне;
- развить навыки физического мышления;
- сформировать у студентов навыки решения задач механики;
- научить студентов эффективно использовать основные представления механики при изучении других физических дисциплин.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Механика» относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика». Для освоения дисциплины «Механика» необходимы знания, умения и компетенции, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Информатика» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

В результате прохождения данной дисциплины обучающийся должен приобрести знания, умения, навыки общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для обеспечения трудовых функций А/01.5 «Осуществление проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований» и А/02.5 «Осуществление выполнения экспериментов и оформления результатов исследований и разработок» профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

Данная дисциплина является предшествующей для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин, таких как «Теория колебаний», «Астрофизика», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Распространение радиоволн», «Физика волновых процессов», «Беспроводные системы связи». Знания, полученные при освоении дисциплины «Механика», необходимы при прохождении производственных практик и выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы в области радиофизики и электроники.

- **Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:**

Код	Наименование компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности			
ОПК-2	Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные			

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.** 7/252.

**Форма промежуточной аттестации** экзамен

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам 1 семестр
Аудиторные занятия		136	136
в том числе:	лекции	34	34
	практические	34	34
	лабораторные	68	68
Самостоятельная работа		80	80
Форма промежуточной аттестации - экзамен		36	36
Итого:		252	252

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Предмет и задачи механики	Предмет и задачи механики. Материя и движение. Пространство- время; пространство и геометрия; время, часы, синхронизация часов. Системы отсчета. Симметрия законов физики относительно пространственно-временных преобразований. Предмет и задачи механики. Абстракция и физические модели; физические величины и их измерение	<a href="#">Курс: <u>Общая физика. Механика 2021 (vsu.ru)</u></a>
1.2	Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела	Способы задания движения материальной точки. Криволинейное движение: векторы скорости и ускорения. Траектория. Разложение ускорения на касательную и нормальную составляющую. Движение по окружности: векторы угловой скорости и углового ускорения. Число степеней свободы абсолютно твердого тела. Поступательное движение твердого тела, вращательное движение относительно неподвижной оси. Плоское движение абсолютно твердого тела. Мгновенные центры скоростей и ускорений	
1.3.	Механический принцип относительности	Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразование Галилея. Первый закон Ньютона как определение и способ нахождения инерциальных систем отсчета. Теорема сложения ускорений. Инварианты преобразований Галилея.	
1.4.	Основы специальной теории относительности (кинематика Лоренца)	Кинематические следствия из преобразований Лоренца: относительный характер понятия одновременности событий и принцип причинности; сокращение длины и изменение формы движущихся тел. Замедление темпа хода движущихся часов. Принцип относительности Эйнштейна. Постоянство скорости света. Преобразования Лоренца. Инварианты преобразований Лоренца: пространственно-	

		временной интервал между событиями. Пространственно-подобный и времени подобный интервалы. Собственное время. Релятивистское сложение скоростей. Коллоквиум 1.	
1.5.	Динамика материальной точки	Второй закон Ньютона. Силы и взаимодействия. Принцип независимости действия сил. Масса как мера инертности тел. Уравнение движения. Роль начальных условий. Третий закон Ньютона. Момент импульса, момент силы. Уравнение моментов. Импульс и момент импульса системы материальных точек, уравнение моментов для системы материальных точек. Центр масс системы материальных точек, теорема о движении центра масс. Релятивистское уравнение движения. Релятивистский импульс и релятивистская масса. Продольная и поперечная масса.	
1.6.	Энергия, работа силы, мощность	Силовые поля. Энергия. Работа силы и ее вычисление. Кинетическая энергия материальной точки. Работа в поле консервативных сил. Потенциальные силовые поля и потенциальная энергия (энергия взаимодействия). Нормировка потенциальной энергии. Мощность силы. Энергия системы материальных точек.	
1.7.	Законы сохранения в механике	Законы сохранения импульса и момента импульса. Аддитивность массы и закон сохранения массы. Закон сохранения механической энергии. Диссипативные системы. Законы сохранения и симметрия пространства-времени. Процессы столкновения. Запись законов сохранения импульса, момента импульса и энергии при столкновениях. Упругие и неупругие столкновения. Замедление нейтронов как пример упругих столкновений. Физические примеры неупругих столкновений. Закон сохранения энергии в релятивистском случае. Релятивистская энергия, энергия покоя. Соотношение между массой и энергией. Кинетическая энергия. Экспериментальная проверка соотношения Эйнштейна: а) аннигиляция пары; б) энергия связи; дефект массы.	

1.8.	Динамика абсолютно твердого тела	Уравнение движения твердого тела. Динамика тела, закрепленного в точке. Понятие о тензоре инерции. Главные оси и главные моменты. Примеры вычисления осевых моментов инерции. Теорема Гюйгенса- Штейнера. Кинетическая энергия тела, совершающего произвольное движение (теорема Кенига). Пример движения тела, закрепленного в точке: гироскопы, прецессия и нутация; гироскопические силы.	
1.9.	Движение тел с переменной массой	Уравнение Мещерского, Формулы Циолковского. Многоступенчатые ракеты. Общая характеристика реактивных двигателей и перспективы их использования.	
1.10.	Поле тяготения	Закон всемирного тяготения. Напряженность и потенциал поля тяготения. Поле, создаваемое материальной точкой, как пример центрального и сферически симметричного силового поля. Движение тел в центральном силовом поле. Законы движения планет и комет. Искусственные спутники Земли. Первая, вторая и третья космические скорости. Проблема двух тел.	
1.11.	Неинерциальные системы отсчета	Неинерциальные системы отсчета. Кинематика относительных движений: теорема сложения скоростей и ускорений (теорема Кориолиса). Силы инерции: переносная сила инерции, кориолисова сила инерции.	
1.12.	Колебания	Колебательное движение. Гармонический осциллятор: уравнение движения и его решение. Энергия гармонического осциллятора. Сложение гармонических колебаний. Биения, фигуры Лиссажу. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Случай большого требования. Вынужденные колебания. Переходный режим. Резонанс. Амплитудная и фазовая резонансные кривые. Добротность системы и полуширина резонансной кривой. Методика решения задач на колебательные движения частицы в школе. Коллоквиум 2.	
1.13.	Волны в упругой среде	Волновое движение в сплошной среде; продольные и поперечные волны; фазовая скорость волны.	

		Волновое уравнение, бегущая волна. Интерференция когерентных волн. Стоячие волны. Дифракция волн. Звуковые волны. Эффект Доплера (нерелятивистский случай). Энергия волны. Распространение смещений и деформаций в бегущей волне. Течение энергии, вектор Умова.	
1.14.	Заключительная	Границы применимости классической механики	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Предмет и задачи механики. Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела	Практическое занятие 1. Кинематика частицы и кинематика твердого тела. Задачи кинематики. Пространство и геометрия. Время. Синхронизация часов. Параметры движения частиц и твёрдого тела.	
2.2	Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела	Практическое занятие 2. Преобразования Галилея. Методика решения задач по кинематике частицы в школе.	<a href="#">Курс: Общая физика. Механика 2021 (vsu.ru)</a>
2.3.	Механический принцип относительности	Практическое занятие 3. Динамика частицы и системы частиц. Понятие инерциальной системы отсчёта. Законы Ньютона. Применение законов Ньютона для решения физических задач. Принцип независимости действия сил. Момент импульса, момент инерции, момент силы относительно точки и оси.	
2.4.	Основы специальной теории относительности (кинематика Лоренца)	Практическое занятие 4. Основы специальной теории относительности	
2.5.	Динамика материальной точки	Практическое занятие 5. Движение системы частиц. Практическое занятие 6. Центр масс. Уравнение движения центра масс. Методика решения динамических задач (законы Ньютона) для частицы и системы частиц в школе.	
2.6.	Энергия, работа силы, мощность	Практическое занятие 7. Работа и энергия. Законы сохранения. Понятие силового поля. Консервативные силы. Потенциальное силовое поле. Потенциальная энергия. Нормировка. Кинетическая энергия. Теорема Кёнига. Мощность. Собственный момент импульса. Практическое занятие 8. Методика решения задач на законы сохранения импульса, механической энергии для системы частиц в школе.	

2.7.	Законы сохранения в механике	Практическое занятие 9. Законы сохранения и симметрия пространства и времени Практическое занятие 10. Законы сохранения импульса, массы, момента импульса, механической энергии. Преобразование энергии при столкновении тел.	
2.8.	Динамика абсолютно твёрдого тела	Практическое занятие 11 Уравнения движения твёрдого тела. Условия равновесия твёрдого тела. Пара сил. Тензор инерции. Вычисление момента инерции твёрдого тела относительно оси и точки. Теорема Гюйгенса – Штейнера. Кинетическая энергия твёрдого тела. Динамика плоского движения. Гироскоп и его свойства	
2.9.	Движение тел с переменной массой	Практическое занятие 12	
2.10.	Поле тяготения	Практическое занятие 13 Движение в поле тяготения. Закон всемирного тяготения. Напряжённость и потенциал гравитационного поля. Гравитационная энергия. Движение в центральном силовом поле.	
2.11	Неинерциальные системы отсчета	Практическое занятие 14 Неинерциальные системы отсчета. Кинематика движения в неинерциальных системах отсчёта. Сложение скоростей. Теорема Кориолиса. Уравнение движения частицы в неинерциальной системе отсчёта. Силы инерции. Принцип эквивалентности.	
2.12.	Колебания	Практическое занятие 15 Колебательное движение. Модель гармонического осциллятора. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Сложение гармонических колебаний. Битания. Методика решения задач по колебательному движению в школе.	
2.13.	Волны в упругой среде	Практическое занятие 16 Волны в сплошной среде и элементы акустики. Возникновение и распространение волн в сплошной среде. Уравнение и интенсивность волны. Интерференция волн. Стоячие волны. Дифракция волн	
2.14.	Заключительное	Практическое занятие 17	
<b>3. Лабораторные занятия</b>			



3.1	Вводное занятие	Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по механике	<a href="#">Курс: Общая физика. Механика 2021 (vsu.ru)</a>
3.2	Теория погрешностей	Лабораторная работа 1. Освоение методики расчета погрешностей прямых и косвенных измерений на примере определения плотности тела правильной геометрической формы	
3.3.	Лабораторная работа 1	Определение плотности твёрдого тела, имеющего правильную геометрическую форму.	
3.4	Лабораторная работа 2	Измерение скорости пули методом баллистического маятника.	
3.5	Лабораторная работа 3	Изучение движения маятника Максвелла.	
3.6	Лабораторная работа 4	Изучение вращательного движения тела	
3.7	Лабораторная работа 5	Определение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.	
3.8	Лабораторная работа 6	Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера	
3.8	Лабораторная работа 7	Изучение гироскопа.	
3.9	Лабораторная работа 8	Исследование колебательного движения физического и математического маятника.	
3.10	Лабораторная работа 9	Определение модуля упругости методом изгиба.	
3.11	Лабораторная работа 10	Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.	
3.12	Лабораторная работа 11	Изучение колебаний связанных систем.	
3.13	Лабораторная работа 12	Изучение затухающих колебаний.	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практически	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Предмет и задачи механики	2	2		2	6
2	Кинематика материальной точки и абсолютно твёрдого тела	2	2		10	14
3	Механический принцип относительности	2	2		6	10
4	Основы специальной теории относительности	2	2		4	8

	(кинематика Лоренца)					
5	Динамика материальной точки	2	4	4	10	16
6	Энергия, работа силы, мощность	2	4	12	8	14
7	Законы сохранения в механике	4	4	12	10	18
8	Динамика абсолютно твердого тела	4	2	16	10	16
9	Движение тел с переменной массой	2	2		2	6
10	Поле тяготения	2	2		2	6
11	Неинерциальные системы отсчета	2	2		2	6
12	Колебания	4	2	8	10	16
13	Волны в упругой среде	2	2	8	2	6
14	Деформация сплошных сред (Заключительная)	2	2	8	4	8
	Итого:	34	34	68	80	216

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Работа с конспектами лекций, чтение литературы по предмету; решение задач по курсу; выполнение и оформление лабораторных работ в течение семестра; постепенное освоение математических пакетов (например, *Maxima* и др.).

Самостоятельная работа студентов в течение семестра включает следующие формы работы и виды контроля:

- подготовка к практическим занятиям;

при подготовке к практическим занятиям необходимо проработать теоретические вопросы занятия с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры решения задач, разобранных на лекциях, выполнить домашние задания по данной теме;

- подготовка к коллоквиуму по лекционному курсу;

при подготовке к коллоквиуму по лекционному курсу необходимо проработать теоретические вопросы данного модуля с использованием материала лекций и рекомендуемой литературы, подробно разобрать примеры, разобранные на лекциях, выполнить домашние задания по данному модулю;

Показателем успешной текущей работы студента является еженедельное выполнение заданий на практических занятиях. Методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по курсу включает:

- конспект лекций;
- основную литературу;
- дополнительную литературу;
- учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

### а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Сивухин Д.В. Общий курс физики : учебное пособие для студ. физ. специальностей вузов : в 5 т. Т.1: Механика/ Д.В. Сивухин. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 560 с.
2	Савельев И.В.. Курс общей физики : учебное пособие для студ. вузов, Т.1: Механика. Молекулярная физика .— 2005 .— 432 с. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности : учебник для студентов вузов / А. Н. Матвеев .— 3-е изд. — М. : Оникс 21 век : Мир и образование, 2003 .— 431 с.

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Иродов И.Е. Задачи по общей физике / И.Е. Иродов. – М.: Лаборатория базовых знаний. 2009 г. 432 с.
2	Трофимова Т.И. Курс физики : учебное пособие для инженерно- техн. специальностей вузов / Т.И.Трофимова .— 11-е изд., стер. — М. : АCADEMIA, 2006 .— 557,[1] с.

### в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Ресурс
1	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
2.	<a href="http://www.edu.vsu.ru">www.edu.vsu.ru</a> – образовательный портал ВГУ

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Стрелков С.П. Сборник задач по общему курсу физики : в 5 кн. Кн. 1: Механика / С.П. Стрелков [и др.]; под ред. И.А. Яковлева – М. : Физматлит : Лань, 2006. – 240 с.
2	Детлаф А.А. Курс физики : учеб. пособие для студ. вузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2015. – 719 с.
3	Стрелков С.П. Механика : учебник / С.П. Стрелков .— Изд. 4-е, стер. — СПб. : Лань, 2005 .— 559 с.
4	Лабораторный практикум по курсу общей физики : Механика / О.М. Голицына, И.Е. Занин, А.Ф. Клиньских, А.В. Меремьянин, Н.П. Стадная ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 161 с.

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Для реализации учебной дисциплины используются следующие информационные технологии: элементы программирования (для обработки результатов экспериментов в лабораторных работах), работа с электронными ресурсами на порталах [www.edu.vsu.ru](http://www.edu.vsu.ru) (лекции на образовательных платформах, выкладывание электронных вариантов задачников, учебных пособий на личных страницах

преподавателей в образовательном портале), [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru) (работа с электронной базой данных библиотеки ВГУ); использование в подготовке материалов лекций и в работе со студентами различных программных математических продуктов, таких как Maxima и др.

### **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория, доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве. Лабораторные работы по механике проводятся в лаборатории кафедры общей физики №145 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек.

Лаборатория оснащена необходимым количеством рабочих мест (28 столов, из них стол для преподавателя, стол для лаборанта, 4 стола без оборудования, 22 стола с оборудованием для выполнения лабораторных работ по курсам «Механика, 45 стульев), компьютером для обработки результатов вычислений, комплектами для выполнения лабораторных работ по механике:

- комплект физических приборов КФП (маятник Обербека, Гироскоп, Универсальный маятник, Крутильный маятник, маятник Максвелла);
- баллистический маятник;
- установка для определения моментов инерции тел и проверки теоремы Гюйгенса-Штейнера (трифилярный подвес, электронный секундомер) – 2 установки;
- крутильный маятник;
- установка для определения моментов инерции твёрдых тел;
- установка для определения модуля упругости;
- штангенциркули (5 инструментов), весы рычажные с разновесами (3 прибора);
- модульный учебный комплекс МУК-М1-ПО «Механика 1» (2 шт);
- модульный учебный комплекс МУК-М2-ПО «Механика 2» (2 шт);
- установка для изучения биений (колебаний связанных систем);
- установка для исследования затухающих колебаний.

Аудитория для самостоятельной работы студентов кафедры общей физики №134 (г. Воронеж, Университетская площадь, д.1). Компьютеры DELL – 4 шт., Подключение к сети Интернет и с обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ВГУ; Microsoft Windows 7, договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019.

### **19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций**

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
-------	--	----------------	-------------------------------------	--------------------

1.	Предмет и задачи механики			Практическое занятие 1.
2.	Кинематика материальной точки и абсолютно твердого тела			Практическое занятие 2. Отчет по лабораторной работе 2,3,4 Контрольная работа 1.
3.	Механический принцип относительности			Практическое занятие 3.
4	Основы специальной теории относительности (кинематика Лоренца)			Практическое занятие 4. Коллоквиум 1.
5	Динамика материальной точки			Практические занятия 5-6. Отчет по лабораторной работе 2-4.
6	Энергия, работа силы, мощность			Практические занятия 7-8. Отчет по лабораторной работе 2,3,8,11.
7	Законы сохранения в механике			Практические занятия 9-10. Отчет по лабораторной работе 2,3.
8	Динамика абсолютно твердого тела			Практические занятия 11. Контрольная работа 2 Отчет по лабораторной работе 5-7.
9	Движение тел с переменной массой			Практическое занятие 12.
10	Поле тяготения			Практическое занятие 13.
11	Неинерциальные системы отсчета			Практическое занятие 14.
12	Колебания			Практическое занятие 15. Коллоквиум 2.

				Отчет по лабораторной работе 8,11,12.
13	Волны в упругой среде			Практическое занятие 16.
14	Деформация сплошных сред (Заключительная)			Практическое занятие 17.
Текущая аттестация форма контроля — зачет				Перечень вопросов
Промежуточная форма контроля — экзамен				Комплект КИМ

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

#### Контрольные работы:

Контрольная работа № 1 . Кинематика и динамика частицы и системы частиц

Вариант 1

Задание 1. Точка движется по окружности радиуса  $R = 20$  см с постоянным тангенциальным ускорением  $a_t = 5$  см/с<sup>2</sup>. Через какое время после начала движения нормальное ускорение  $a_n$  точки будет: 1) равно тангенциальному, 2) вдвое больше тангенциального?

Задание 2. Камень брошен горизонтально. Через 0,5 с после начала движения численное значение скорости камня стало в 1,5 раза больше его начальной скорости. Найти начальную скорость камня. Сопротивление воздуха не учитывать.

Задание 3. Точка движется по плоскости так, что ее тангенциальное ускорение  $a_t = \alpha$ , нормальное ускорение  $a_n = \beta t^4$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - положительные постоянные. В момент  $t = 0$  точка покоилась. Найти радиус кривизны  $R$  траектории точки как функцию пройденного пути  $S$ .

Вариант 2

Задание 1. Колесо радиусом  $R = 10$  см вращается так, что зависимость линейной скорости точек, лежащих на ободе колеса, от времени движения дается уравнением

$v = At + Bt^2$ ,  $A = 3$  см/с<sup>2</sup> и  $B = 1$  см/с<sup>3</sup>. Найти угол, составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса в моменты времени  $t = 0, 1, 2, 3, 4$  и  $5$  с после начала движения.

Задание 2. Радиус-вектор частицы меняется со временем по закону  $r = bt(1 - \alpha t)$ , где  $b$  - постоянный вектор,  $\alpha$  - положительная постоянная. Найти: а) скорость

частицы и ускорение как функцию  $t$ ; б) время, через которое частица вернется в исходную точку, и пройденный при этом путь.

Задание 3. Под каким углом к горизонту надо бросить шарик, чтобы: а) радиус кривизны начала его траектории был в  $n = 8, 0$  раз больше, чем в вершине; б) центр кривизны вершины траектории находился на земной поверхности?

## Контрольная работа № 2 Динамика материальной точки и абсолютно твёрдого тела Вариант 1

Задание 1. Найти момент инерции тонкой однородной пластинки массой  $m = 200$  г, имеющей форму равнобедренного прямоугольного треугольника, относительно оси, совпадающей с одним из катетов, длина которого  $a = 200$  мм.

Задание 2. Частица совершает гармонические колебания вдоль оси  $x$  около положения равновесия  $x = 0$ . Частота колебаний  $\omega = 4, 00$  с<sup>-1</sup>. В некоторый момент времени координата частицы  $x_0 = 25, 0$  см и её скорость  $v_{x0} = 100$  см/с. Найти координату  $x$  и проекцию скорости  $v_x$  частицы через  $t = 2, 40$  с после этого момента.

Задание 3. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармонические колебания, будет иметь смещение от положения равновесия, равное половине амплитуды? Период колебаний  $T = 24$  с, начальная фаза отсутствует.

Задание 4. На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой  $m = 640$  г, закрепленный на пружине жесткостью  $k = 0, 4$  кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью  $1$  м/с.

Задание 5. Как соотносятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершает 20, а второй 40 колебаний?

## Вариант 2

Задание 1. Найти момент инерции тонкой однородной прямоугольной пластинки относительно оси, проходящей через одну из вершин пластинки перпендикулярно к её плоскости, если стороны пластинки равны  $a = 5$  мм и  $b = 7$  мм, а её масса  $m = 100$  г. Задание 2. Найти угловую частоту и амплитуду гармонических колебаний частицы, если на расстояниях  $x_1$  и  $x_2$  от положения равновесия её скорость равна соответственно  $v_1$  и  $v_2$ .

Задание 3. Спустя какую часть периода после прохождения колеблющейся точки через положение равновесия её скорость равна  $1/2$  от максимальной? На каком расстоянии от положения равновесия будет находиться точка в этот момент?

Амплитуда колебаний  $6$  см.

Задание 4. Груз, подвешенный к пружине, колеблется с амплитудой  $2$  см. Жесткость пружины  $10$  кН/м. Чему равна максимальная кинетическая энергия груза?

Задание 5. За одно и то же время один математический маятник делает 50 колебаний, а другой 30 колебаний. Найти их длины, если один из маятников на  $32$  см короче другого.

## Критерии оценки:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, указав и пояснив решения с помощью соответствующих законов и зависимостей.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он верно решил все задачи, но допустил неточности, либо если он верно решил и пояснил решение двух задач.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он решил задачи, но не пояснил решение, либо же если он верно решил одну задачу с указанием и пояснением решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту в случае, если ни одна задача не решена верно

### **Коллоквиумы**

Коллоквиум 1. Кинематика и динамика частицы и системы частиц. Основы специальной теории относительности

Список вопросов

- Предмет и задачи механики. Методы исследования. Понятие размерности
- Основные модели кинематики. Одномерное движение
- Криволинейное движение
- Движение частицы по окружности
- Нормальное и тангенциальное ускорения
- Параметры траектории и кинематические характеристики
- Виды движения твёрдого тела. Поступательное движение
- Вращательное движение твёрдого тела
- Связь между угловыми и линейными величинами
- Плоское движение твёрдого тела
- Мгновенная ось вращения
- Вращение системы координат
- Скорость частицы в полярных координатах
- Преобразование Галилея
- Классический закон сложения скоростей
- Понятие состояния механической системы
- Принцип инерции Галилея
- Понятие инертной массы
- Понятие силы
- Гравитационное взаимодействие
- Понятие импульса
- Основная задача динамики
- Законы Ньютона
- Основные понятия СТО
- Постулат СТО
- Опыт Майкельсона-Морли
- Диаграммы Минковского
- Преобразования Лоренца
- Релятивистский закон сложения скоростей
- Относительность одновременности
- Сокращение движущихся масштабов длины
- Замедление хода движущихся часов
- Энергия и импульс в СТО
- Преобразования Лоренца для энергии и импульса

Коллоквиум №2 Работа. Энергия. Импульс. Динамика твёрдого тела. Колебательное движение.

Список вопросов

- Интегралы движения
- Закон сохранения импульса



- Понятие центра масс (центра инерции). Закон движения центра масс (центра инерции)
- Реактивное движение
- Момент импульса и момент силы
- Уравнение моментов
- Динамика системы частиц
- Закон сохранения импульса для системы частиц
- Закон сохранения момента импульса для системы частиц
- Работа и кинетическая энергия
- Работа и потенциальная энергия
- Теорема Кёнига
- Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальное силовое поле
- Закон сохранения механической энергии
- Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского
- Формула Циолковского
- Динамика твёрдого тела. Уравнения движения
- Уравнение моментов относительно оси
- Основное уравнение динамики вращательного движения
- Теорема Гюйгенса-Штейнера
- Кинематика вращательного движения твёрдого тела
- Момент инерции относительно оси вращения
- Вычисление осевых моментов инерции
- Движение тел по наклонной плоскости
- Кинематика гармонических колебаний
- Модель гармонического осциллятора
- Уравнение движения осциллятора и закон движения
- Динамика гармонических колебаний
- Энергия осциллятора
- Сложение гармонических колебаний
- Затухающие колебания
- Характеристики затухающих колебаний
- Вынужденные колебания. Резонанс

#### Критерии оценки:

Оценка «отлично»: даны полные, развёрнутые ответы на четыре вопроса коллоквиума. Ответы должны отличаться логической последовательностью, чёткостью, умением делать выводы. Ответ структурирован. Допускаются незначительные недочёты со стороны обучающегося, исправленные им в процессе ответа.

Оценка «хорошо»: дан полный аргументированный ответ на три вопроса коллоквиума, при ответе на один вопрос имеются существенные недочёты. Возможны некоторые упущения в ответах, однако в целом содержание вопроса раскрыто полно.

Оценка «удовлетворительно»: даны неполные ответы на вопросы коллоквиума, либо дан ответ лишь на два вопроса из четырёх. Слабо аргументированный ответ, свидетельствующий об элементарных знаниях по дисциплине.

Оценка «неудовлетворительно»: отмечено незнание и непонимание поставленных вопросов, слабые ответы на вопросы из предоставленных обучающемуся.

Отсутствие аргументации при ответе.

## Лабораторные работы

### Перечень лабораторных работ

(12 лабораторных работ)

Лабораторная работа 1. Освоение методики расчета погрешностей прямых и косвенных измерений на примере определения плотности тела правильной геометрической формы

Лабораторная работа 2. Измерение скорости пули методом баллистического маятника.

Лабораторная работа 3. Изучение движения маятника Максвелла.

Лабораторная работа 4. Изучение вращательного движения тела.

Лабораторная работа 5. Определение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.

Лабораторная работа 6. Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера

Лабораторная работа 7. Изучение гироскопа.

Лабораторная работа 8. Исследование колебательного движения физического и математического маятника.

Лабораторная работа 9. Определение модуля упругости методом изгиба.

Лабораторная работа 10. Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.

Лабораторная работа 11. Изучение колебаний связанных систем.

Лабораторная работа 12. Изучение затухающих колебаний.

Комплект вопросов к работам лабораторного практикума.

Лабораторная работа № 1 Освоение методики расчета погрешностей прямых и косвенных измерений на примере определения плотности тела правильной геометрической формы

1. Что называется измерением? Какие виды измерений Вам известны?
2. Перечислите основные характеристики измерений.
3. Что называется систематической погрешностью?
4. Что называется гистограммой? От чего зависит ширина гистограммы: от точности измерительного прибора или от совершенства метода? Ответ обосновать.
5. Как влияет точность измерительного прибора на форму гистограммы? Что называется вероятностью и плотностью вероятности? Как точность метода влияет на ширину доверительного интервала?
6. Изложить методику оценки случайной погрешности при прямых равноточных измерениях.
7. Как оценить и учесть инструментальную погрешность?
8. Изложить методику оценки случайной погрешности косвенных измерений. Привести примеры. Вывести формулу для расчёта случайной погрешности (для указанной преподавателем формулы).
9. Что называется промахом? Как выявляют промахи?
10. Как устроен нониус? Изложить методику его расчёта.
11. Как устроен штангенциркуль? Изложить методику измерений с помощью штангенциркуля.

12. Как устроен микрометр? Изложить методику измерений с помощью микрометра.
13. Что называется случайной погрешностью и как оценить случайную погрешность прямых равноточных измерений?
14. Изложить методику оценки и учёта инструментальной погрешности.
15. Изложить устройство и правила определения массы тела на рычажных весах.
16. Вывести формулу расчёта случайной погрешности косвенного определения плотности цилиндра и прямоугольного параллелепипеда методом точного измерения массы и объёма тела.
17. Изложить правила построения графиков.

Лабораторная работа № 3. Измерение скорости пули методом баллистического маятника.

1. Какие силы называются консервативными? Приведите примеры таких сил. Какое поле называется потенциальным?
2. Получить и сформулировать закон сохранения механической энергии. Обосновать возможность его применения в данной работе.
3. Какая система называется изолированной? Получить закон сохранения импульса, исходя из свойств однородности пространства.
4. Сформулировать и записать закон сохранения импульса для вектора импульса и отдельных его проекций. Получить законы сохранения импульса и механической энергии как первые интегралы движения.
5. Рассмотреть виды удара, особенности неупругого удара.
6. Вывести рабочую формулу для определения скорости пули.

Лабораторная работа № 4. Изучение вращательного движения тела.

1. Основное уравнение динамики вращательного движения для тела, вращающегося вокруг закрепленной оси.
2. Дать определение момента инерции тела относительно оси.
3. Описание экспериментальной установки. Методика определения осевых моментов инерции твёрдого тела при помощи крутильного маятника.

Лабораторная работа № 5. Изучение движения маятника Максвелла.

1. Что называется абсолютно твёрдым телом, числом степеней свободы? Сколько степеней свободы имеет абсолютно твёрдое тело?
2. Охарактеризуйте плоское движение тела абсолютно твёрдого тела. Сформулируйте и докажите теорему Эйлера для плоского движения.
3. Получите выражение кинетической энергии твёрдого тела при плоском движении.
4. Выведите рабочую формулу для определения момента инерции маятника Максвелла, используя закон сохранения механической энергии.
5. Выведите рабочую формулу для определения момента инерции маятника Максвелла, используя уравнения движения системы.
6. Каковы возможные погрешности при определении момента инерции маятника Максвелла?
7. Выведите формулу для расчёта погрешности определения момента инерции маятника Максвелла.

Лабораторная работа № 5. Определение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.

1. Получить выражение вектора момента импульса  $L$  твёрдого тела относительно произвольной точки. Сопоставить в общем случае направление вектора  $L$  и угловой скорости.
2. Вывести выражение осевых и центробежных моментов инерции твёрдого тела.
3. Дать определение главных осей инерции и главных центральных осей инерции твёрдого тела.
4. Найти главные центральные оси инерции симметричных тел: а) однородного прямоугольного параллелепипеда; б) цилиндра; в) шара.
5. Установить связь между величинами моментов инерции твёрдого тела относительно осей вращения, пересекающихся в одной точке.

#### Лабораторная работа № 6. Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера

1. Что называется моментом импульса? Как он направлен? В каких единицах он измеряется?
2. Вывести уравнение моментов.
3. Получить выражение импульса момента силы.
4. Что называется моментом силы? Как он направлен? В каких единицах он измеряется?
5. Вывести основное уравнение динамики вращательного движения.
6. Привести описание прибора. Вывести рабочие формулы.
7. Вывести формулы для расчёта погрешностей результатов измерений, выполненных в данной работе.

#### Лабораторная работа № 7. Изучение гироскопа.

1. Дать определение гироскопа. Какой гироскоп называется уравновешенным?
2. Сформулировать свойства гироскопа. При каких условиях они выполняются?
3. Как устроен гироскоп? Начертить карданов подвес.
4. На примере волчка проанализировать свойства гироскопа.
5. Что называется прецессией? Вывести формулу угловой скорости прецессии. От чего она зависит?
6. Начертить экспериментальную установку. С помощью векторных построений объяснить возникновение прецессии.

#### Лабораторная работа № 8 Исследование колебательного движения физического и математического маятника.

1. Что такое физический маятник?
2. Составьте уравнение движения физического маятника, запишите закон движения, подстановкой докажете, что он является решением уравнения движения.
3. Что называется приведённой длиной физического маятника?
4. Докажите, что приведённая длина всегда больше расстояния между центром масс и точкой подвеса.
5. В чём состоит свойство обратимости физического маятника? Докажите его.
6. Как определить ускорение свободного падения при помощи оборотного маятника?
7. Как зависит ускорение свободного падения от широты местности и высоты над уровнем моря?

#### Лабораторная работа № 9. Определение модуля упругости методом изгиба.

1. Дать определение момента инерции относительно оси вращения: а) материальной точки; б) системы материальных точек; в) сплошного твёрдого тела.

2. Установить связь моментов инерции тела относительно оси и относительно точки.
3. Вывести формулу момента инерции тонкого сплошного диска относительно оси вращения, проходящей через его центр: а) перпендикулярно плоскости диска; б) расположенной в плоскости диска.
4. Доказать теорему Гюйгенса-Штейнера. Как проверить её экспериментально?
5. Вывести формулу момента инерции тонкого стержня относительно оси, перпендикулярной оси симметрии стержня, проходящей: а) через его центров; б) через один из его концов.
6. Какие физические законы применяются при выводе рабочей формулы для определения момента инерции? Обосновать возможность их применения.
7. Вывести рабочие формулы для расчёта момента инерции.
8. Вывести формулы для вычисления погрешностей определения момента инерции.

Лабораторная работа № 10 Определение модуля сдвига методом крутильных колебаний.

1. Что называется деформацией, упругой, остаточной деформацией?
2. Записать и сформулировать закон Гука. От чего зависит модуль Юнга? Сформулировать его физический смысл и указать размерность.
3. Изобразить график зависимости напряжения, возникающего в твёрдом теле, от относительной деформации твёрдого тела. Отметить характерные точки этой зависимости и пояснить их смысл.
4. Построить график зависимости  $\sigma(\epsilon)$  при постепенном сжатии напряжения с образца, предварительно деформированного до напряжения, превышающего предел пропорциональности.
5. Что называется коэффициентом Пуассона?
6. Проанализировать природу упругой и пластической деформации монокристалла.
7. Вывести расчётную формулу для определения модуля упругости по изгибу стержня.
8. Вывести формулу для расчёта погрешности модуля Юнга. Какие величины следует измерять наиболее точно и почему?

Лабораторная работа № 11. Изучение колебаний связанных систем.

1. Дать определение сдвига и относительного сдвига. Как связан относительный сдвиг с касательным напряжением?
2. Изложить физический смысл модуля сдвига.
3. Рассмотрев деформацию кручения, вывести формулу, связывающую модуль сдвига и модуль кручения.
4. Изложить теорию метода и вывести формулы для расчёта модуля кручения и модуля сдвига.
5. Изобразить график зависимости напряжения, возникающего в твёрдом теле, от относительной деформации твёрдого тела. Отметить характерные точки этой зависимости и пояснить их смысл.
6. Построить график зависимости  $\sigma(\epsilon)$  при постепенном сжатии напряжения с образца, предварительно деформированного до напряжения, превышающего предел пропорциональности.
7. Что называется коэффициентом Пуассона?
8. Проанализировать природу упругой и пластической деформации монокристалла.

9. Вывести расчётную формулу для определения модуля упругости по изгибу стержня.
10. Вывести формулу для расчёта погрешности модуля Юнга. Какие величины следует измерять наиболее точно и почему?

#### Лабораторная работа 12. Изучение затухающих колебаний.

1. Колебания при наличии сил вязкого трения.
2. Частота и период затухающих колебаний.
3. Записать уравнение затухающих колебаний в вязкой среде и его решение.
4. Основные величины, характеризующие процесс затухания. Физический смысл коэффициента затухания и логарифмического декремента затухания.
5. Методика выполнения лабораторной работы.

#### Критерии оценки- сдача лабораторных работ

«Зачтено»: лабораторная работа выполнена. К ней оформлен отчёт. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: лабораторная работа не выполнена, либо при выполнении работы не оформлен отчёт. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

#### **Перечень вопросов к текущей аттестации (зачет):**

1. Кинематика материальной точки; кинематика твердого тела.
2. Динамика частицы. Законы Ньютона.
3. Динамика системы частиц
4. Работа. Энергия. Импульс. Законы сохранения.
5. Динамика твердого тела.
6. Колебательное движение.
7. Основы механики деформируемых тел.

#### Критерии оценки обучающихся на текущей аттестации (зачёт)

«Зачтено»: сдано не менее 90% лабораторных работ по курсу. Оформлены отчёты по работам. При ответе на вопросы к лабораторной работе обучающийся даёт содержательные ответы, которые отличаются логической последовательностью, чёткостью и умением делать выводы. Обучающийся демонстрирует знания принципа действия и устройства оборудования, на котором выполнялась лабораторная работа.

«Незачтено»: сдано менее 90% лабораторных работ по курсу. В случае выполнения работы и готового отчёта работа не зачитывается, если обучающийся не способен рассказать о методике выполнения работы и принципе работы оборудования.

**Комплект вопросов для контрольно-измерительных материалов  
к промежуточной аттестации (экзамен)**

1. Предмет и задачи механики. Методы исследования. Понятие размерности
2. Волны в упругих средах. Волновое уравнение
3. Основные модели кинематики. Одномерное движение
4. Упругие деформации. Закон Гука
5. Криволинейное движение
6. Элементы гидродинамики
7. Движение частицы по окружности
8. Вынужденные колебания. Резонанс
9. Нормальное и тангенциальное ускорения
10. Затухающие колебания
11. Параметры траектории и кинематические характеристики
12. Физический маятник
13. Виды движения твёрдого тела. Поступательное движение
14. Гармонические колебания. Энергия гармонического осциллятора
15. Вращательное движение твёрдого тела
16. Поле тяготения. Принцип эквивалентности
17. Связь между угловыми и линейными величинами
18. Динамика свободного гироскопа
19. Закон всемирного тяготения
20. Законы Ньютона
21. Закон Гука
22. Работа и потенциальная энергия
23. Теорема Гюйгенса-Штейнера
24. Вращательное движение твёрдого тела
25. Неинерциальные системы отсчёта
26. Кинематика твёрдого тела
27. Звуковые волны
28. Закон сохранения момента импульса
29. Закон сохранения механической энергии
30. Момент инерции
31. Основная задача механики
32. Момент силы
33. Момент импульса
34. Законы сохранения в механике
35. Силы инерции
36. Принцип инерции Галилея
37. Теорема Кёнига
38. Элементы гидродинамики
39. Понятие центра масс (центра инерции). Закон движения центра масс (центра инерции)
40. Понятия инертной массы и силы
41. Закон сохранения момента импульса для системы частиц
42. Момент инерции относительно оси вращения
43. Преобразования Галилея
44. Кинематика вращательного движения твёрдого тела
45. Скорость частицы в полярных координатах
46. Вращение системы координат
47. Движение тел по наклонной плоскости
48. Мгновенная ось вращения
49. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского

50. Плоское движение твёрдого тела
51. Формула Циолковского





**Пример контрольно-измерительных материалов**  
**к промежуточной аттестации (экзамен)**

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

\_\_\_\_\_ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 03.03.03 Радиофизика

Дисциплина Механика

Форма обучения очная

Вид контроля экзамен

Вид аттестации промежуточная

**Контрольно-измерительный материал №**

- Предмет и задачи механики. Методы исследования. Понятие размерности
- Волны в упругих средах. Волновое уравнение

Составитель \_\_\_\_\_ Голицына О.М.  
*подпись* *расшифровка подписи*

Промежуточная аттестация по дисциплине – экзамен. В приложение к диплому вносится оценка *отлично/хорошо/удовлетворительно*. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Критерии оценки (экзамен по теоретическому курсу «Механика»):

Оценка *«отлично»*: уровень сформированности компетенций – высокий (углубленный). Полное соответствие ответа студента на предлагаемый вопрос четырём вышеуказанным показателям и осваиваемым компетенциям. Компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень.

Оценка *«хорошо»*: уровень сформированности компетенций – повышенный (продвинутый). Ответ студента выявляет недостаточное владение необходимыми теоретическими и практическими навыками. Компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком (углубленном) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.

Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных вышепоказателей пороговый (базовый) уровень.

Оценка *«удовлетворительно»*: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформирована в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично, что выражается в допускаемых неточностях и существенных ошибках при ответе, нарушении логики изложения, неумении аргументировать и обосновывать суждения и профессиональную позицию. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу.

Оценка *«неудовлетворительно»*: компетенции не сформированы, что выражается в разрозненных, бессистемных, отрывочных знаниях, допускаемых грубых профессиональных ошибках, неумении выделять главное и второстепенное, связывать теорию с практикой, устанавливать межпредметные связи, формулировать выводы по ответу, отсутствию собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Механика» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

## Фонд оценочных средств сформированности компетенций

### Код и наименование компетенции:

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - Б1.О.10 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; **в)  $v=-1$  м/с**; г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: **а)  $t=1,5$  с**; б)  $t=2,5$  с; в)  $t=0,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д)  $t=4,5$  с.

3. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение  $2$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; **д)  $m=1$  кг**.

4. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; **в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>**; г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

5. Под действием постоянной силы  $10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: **а)  $m=5$  кг**; б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

6. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ? Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $l=0,45$  м; б)  $l=1,45$  м; в)  $l=1,95$  м; **г)  $l=2,45$  м**;

7. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью  $250$  Н/м совершает  $100$  полных колебаний за  $80$  с.

Ответ: а)  $m=5$  кг; **б)  $m=4$  кг**; в)  $m=3$  кг; г)  $m=2$  кг; д)  $m=1$  кг.

8. К пружине, жесткость которой равна  $1,0$  кН/м, подвешен груз массой  $3$  кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

Ответ: а)  $y=5,3 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $y=5,5 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $y_{10}=5,7 \cdot 10^{-3}$  м;

г)  $y=5,9 \cdot 10^{-3}$  м; д)  $y=6,1 \cdot 10^{-3}$  м.

9. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой 4 кг на высоту 3 м с ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ ?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 120 Дж; б) 180 Дж; в) 190 Дж; г) 220 Дж

10. Тело массой 10 кг съезжает по наклонной плоскости с высоты 6 м. Найдите работу силы тяжести.  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ .

а) 488 Дж; б) 500 Дж; в) 588 Дж; г) 600 Дж

11. Какая горизонтальная сила приложена к телу массой 8 кг, если под действием этой силы оно равномерно движется по столу при коэффициенте трения 0,3?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 12 Н; б) 24 Н; в) 18 Н; г) 42 Н

12. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3 м/с каждое, после соударения стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Найдите отношение их масс.

а) 1 б) 2 в) 3 г) 5

13. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы, прошло за первую секунду путь 15 м. Определите величину силы.

а) 150 Н; б) 210 Н; в) 180 Н; г) 60 Н

14. Момент силы,  $M$ , действующий на тело, равен 9,8 Н м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

Ответ: а)  $I=4,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ; в)  $I=24,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$

15. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2) \pi t$ .

Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ: а)  $t=0,2$  с; б)  $t=0,3$  с; в)  $t=0,4$  с; г)  $t=0,5$  с; д)  $t=0,6$  с.

## 2) задачи:

1. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний  $T=24$  с, начальная фаза  $\varphi_0=0$ .

Ответ:  $t=2$  с **2 балла**

2. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается  $\varphi(t) = A+2t+t^3$  уравнением. Найти угловое ускорение в момент времени  $t=0,5$  с.

Ответ: 3 рад/с<sup>2</sup> **2 балла**

3. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое

расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Решение:

$$M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0; M\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_2}{M}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \mu MgS$$

$$S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v_2^2}{2M^2 \mu g} \approx 0,3 \text{ м}$$

Ответ: S=0,3 м **5 баллов**

4. Камень массой  $m=20$  г, выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $l=20$  см, поднялся на высоту  $h=40$  м. Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.  $g=10$  м/с.

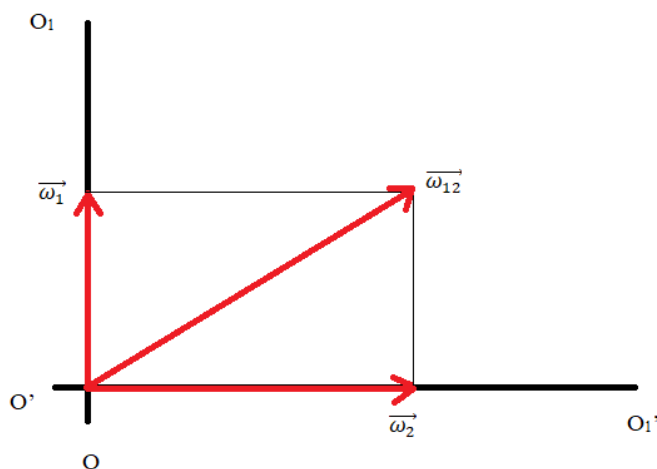
Ответ:  $k=400$  Н/м **2 балла**

5. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на Землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха  $A$ . Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ:  $A=4,6$  Дж; **2 балла**

6. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1=3$  рад/с и  $\omega_2=4$  рад/с. Найти угловую скорость одного тела относительно другого.

Решение:



$$\omega_{12} = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5 \text{ рад/с}$$

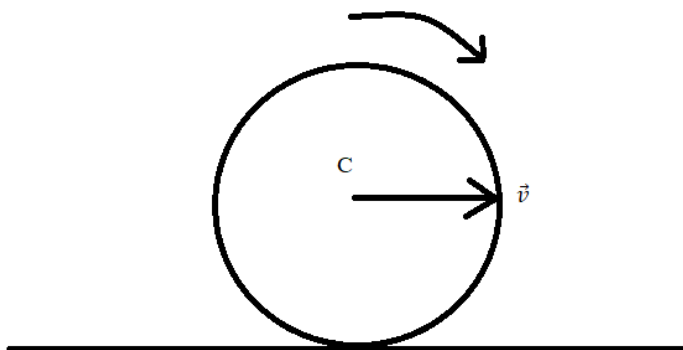
Ответ:  $\omega = 5$  рад/с **5 баллов**

7. Начальная фаза гармонического колебания  $\varphi_0=0$ . Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ:  $t=T/6$ . **2 балла**

8. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

Решение:



$$W_k = W_{k \text{ пост}} + W_{k \text{ вращ}}$$

$$W_{k \text{ пост}} = \frac{mv^2}{2}; W_{k \text{ вращ}} = \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}; I_C = \frac{mR^2}{2};$$

$$W_{k \text{ вращ}} = \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{4}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2 = 37,5 \text{ Дж}$$

Ответ:  $W_k=37,5$  Дж; **5 баллов**

9. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi=10+20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

Решение:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \omega R = (20 - 4t)R$$

$$a_{\tau} = \frac{d}{dt}(20 - 4t)R = -4R = -0,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_{\tau} = -0,4 \text{ м/с}^2$       **5 баллов**

10. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x = 0,04 \cos(2t + 0,8)$ ?  $g = 10 \text{ м/с}^2$

Ответ:  $l = 2,5 \text{ м}$       **2 балла**



## Код и наименование компетенции:

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - Б1.О.10 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

**1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):**

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; **в)  $v=-1$  м/с;** г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: **а)  $t=1,5$  с;** б)  $t=2,5$  с; в)  $t=0,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д)  $t=4,5$  с.

3. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение  $2$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; **д)  $m=1$  кг.**

4. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; **в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>;** г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

5. Под действием постоянной силы  $10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: **а)  $m=5$  кг;** б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

6. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ? Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $l=0,45$  м; б)  $l=1,45$  м; в)  $l=1,95$  м; **г)  $l=2,45$  м;**

7. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью  $250$  Н/м совершает  $100$  полных колебаний за  $80$  с.

Ответ: а)  $m=5$  кг; **б)  $m=4$  кг;** в)  $m=3$  кг; г)  $m=2$  кг; д)  $m=1$  кг.

8. К пружине, жесткость которой равна  $1,0$  кН/м, подвешен груз массой  $3$  кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

Ответ: а)  $y=5,3 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $y=5,5 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $y_{10}=5,7 \cdot 10^{-3}$  м;

**г)  $y=5,9 \cdot 10^{-3}$  м;** д)  $y=6,1 \cdot 10^{-3}$  м.

9. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой  $4$  кг на высоту  $3$  м с ускорением  $5$  м/с<sup>2</sup>?  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

а) 120 Дж; **б)** 180 Дж; в) 190 Дж; г) 220 Дж

10. Тело массой 10 кг съезжает по наклонной плоскости с высоты 6 м. Найдите работу силы тяжести.  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

а) 488 Дж; б) 500 Дж; **в)** 588 Дж; г) 600 Дж

11. Какая горизонтальная сила приложена к телу массой 8 кг, если под действием этой силы оно равномерно движется по столу при коэффициенте трения 0,3?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 12 Н; **б)** 24 Н; в) 18 Н; г) 42 Н

12. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3 м/с каждое, после соударения стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Найдите отношение их масс.

а) 1 б) 2 **в)** 3 г) 5

13. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы, прошло за первую секунду путь 15 м. Определите величину силы.

а) 150 Н; б) 210 Н; **в)** 180 Н; г) 60 Н

14. Момент силы,  $M$ , действующий на тело, равен 9,8 Н м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

Ответ: а)  $I=4,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; **в)**  $I=24,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$

15. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2) \square t$ .

Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ: **а)**  $t=0,2 \text{ с}$ ; б)  $t=0,3 \text{ с}$ ; в)  $t=0,4 \text{ с}$ ; г)  $t=0,5 \text{ с}$ ; д)  $t=0,6 \text{ с}$ .

## 2) задачи:

1. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний  $T=24\text{с}$ , начальная фаза  $\square_0=0$ .

Ответ:  $t=2 \text{ с}$  **2 балла**

2. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается  $\square(t) = A+2t+t^3$  уравнением. Найти угловое ускорение в момент времени  $t= 0,5\text{с}$ .

Ответ:  $3 \text{ рад/с}^2$  **2 балла**

3. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое

расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Решение:

$$M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0; M\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_2}{M}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \mu MgS$$

$$S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v_2^2}{2M^2 \mu g} \approx 0,3 \text{ м}$$

Ответ: S=0,3 м **5 баллов**

4. Камень массой  $m=20$  г, выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $\Delta l=20$  см, поднялся на высоту  $h=40$  м. Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.  $g=10$  м/с.

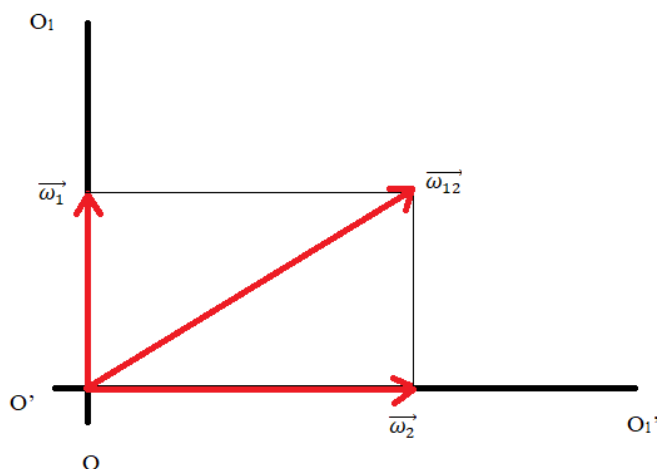
Ответ:  $k=400$  Н/м **2 балла**

5. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на Землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха  $A$ . Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ:  $A=4,6$  Дж; **2 балла**

6. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1=3$  рад/с и  $\omega_2=4$  рад/с. Найти угловую скорость одного тела относительно другого.

Решение:



$$\omega_{12} = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5 \text{ рад/с}$$

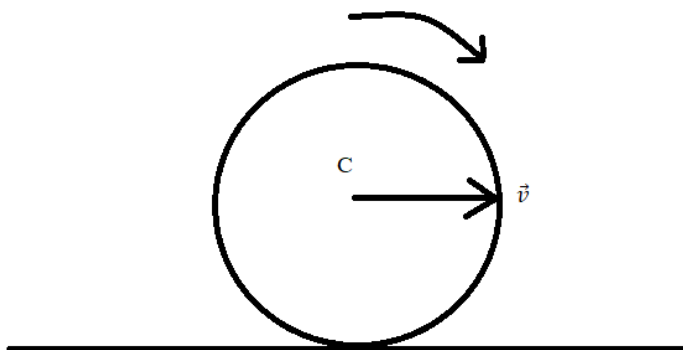
Ответ:  $\omega = 5$  рад/с **5 баллов**

7. Начальная фаза гармонического колебания  $\varphi_0=0$ . Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ:  $t=T/6$ . **2 балла**

8. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

Решение:



$$W_k = W_{k \text{ пост}} + W_{k \text{ вращ}}$$

$$W_{k \text{ пост}} = \frac{mv^2}{2}; W_{k \text{ вращ}} = \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}; I_C = \frac{mR^2}{2};$$

$$W_{k \text{ вращ}} = \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{4}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2 = 37,5 \text{ Дж}$$

Ответ:  $W_k=37,5$  Дж; **5 баллов**

9. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi=10+20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

Решение:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \omega R = (20 - 4t)R$$

$$a_{\tau} = \frac{d}{dt}(20 - 4t)R = -4R = -0,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_{\tau} = -0,4 \text{ м/с}^2$       **5 баллов**

10. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x = 0,04 \cos(2t + 0,8)$ ?  $g = 10 \text{ м/с}^2$

Ответ:  $l = 2,5 \text{ м}$       **2 балла**

### Код и наименование компетенции:

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - Б1.О.10 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

#### 1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; **в)  $v=-1$  м/с;** г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: **а)  $t=1,5$  с;** б)  $t=2,5$  с; в)  $t=0,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д)  $t=4,5$  с.

3. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение  $2$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; **д)  $m=1$  кг.**

4. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; **в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>;** г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

5. Под действием постоянной силы  $10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: **а)  $m=5$  кг;** б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

6. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ? Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $l=0,45$  м; б)  $l=1,45$  м; в)  $l=1,95$  м; **г)  $l=2,45$  м;**

7. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью  $250$  Н/м совершает  $100$  полных колебаний за  $80$  с.

Ответ: а)  $m=5$  кг; **б)  $m=4$  кг;** в)  $m=3$  кг; г)  $m=2$  кг; д)  $m=1$  кг.

8. К пружине, жесткость которой равна  $1,0$  кН/м, подвешен груз массой  $3$  кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

Ответ: а)  $y=5,3 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $y=5,5 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $y_{10}=5,7 \cdot 10^{-3}$  м;

**г)  $y=5,9 \cdot 10^{-3}$  м;** д)  $y=6,1 \cdot 10^{-3}$  м.

9. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой  $4$  кг на высоту  $3$  м с ускорением  $5$  м/с<sup>2</sup>?  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

а) 120 Дж; **б)** 180 Дж; в) 190 Дж; г) 220 Дж

10. Тело массой 10 кг съезжает по наклонной плоскости с высоты 6 м. Найдите работу силы тяжести.  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

а) 488 Дж; б) 500 Дж; **в)** 588 Дж; г) 600 Дж

11. Какая горизонтальная сила приложена к телу массой 8 кг, если под действием этой силы оно равномерно движется по столу при коэффициенте трения 0,3?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 12 Н; **б)** 24 Н; в) 18 Н; г) 42 Н

12. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3 м/с каждое, после соударения стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Найдите отношение их масс.

а) 1 б) 2 **в)** 3 г) 5

13. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы, прошло за первую секунду путь 15 м. Определите величину силы.

а) 150 Н; б) 210 Н; **в)** 180 Н; г) 60 Н

14. Момент силы,  $M$ , действующий на тело, равен 9,8 Н м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

Ответ: а)  $I=4,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; **в)**  $I=24,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$

15. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2) \square t$ .

Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ: **а)**  $t=0,2 \text{ с}$ ; б)  $t=0,3 \text{ с}$ ; в)  $t=0,4 \text{ с}$ ; г)  $t=0,5 \text{ с}$ ; д)  $t=0,6 \text{ с}$ .

## 2) задачи:

1. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний  $T=24\text{с}$ , начальная фаза  $\square_0=0$ .

Ответ:  $t=2 \text{ с}$  **2 балла**

2. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается  $\square(t) = A+2t+t^3$  уравнением. Найти угловое ускорение в момент времени  $t= 0,5\text{с}$ .

Ответ:  $3 \text{ рад/с}^2$  **2 балла**

3. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое

расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Решение:

$$M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0; M\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_2}{M}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \mu MgS$$

$$S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v_2^2}{2M^2 \mu g} \approx 0,3 \text{ м}$$

Ответ: S=0,3 м **5 баллов**

4. Камень массой  $m=20$  г, выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $l=20$  см, поднялся на высоту  $h=40$  м. Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.  $g=10$  м/с.

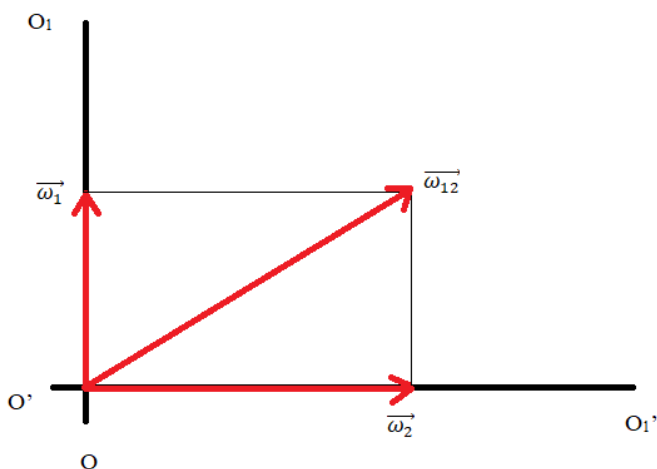
Ответ:  $k=400$  Н/м **2 балла**

5. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на Землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха  $A$ . Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ:  $A=4,6$  Дж; **2 балла**

6. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1=3$  рад/с и  $\omega_2=4$  рад/с. Найти угловую скорость одного тела относительно другого.

Решение:



$$\omega_{12} = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5 \text{ рад/с}$$

Ответ:  $\omega = 5$  рад/с **5 баллов**

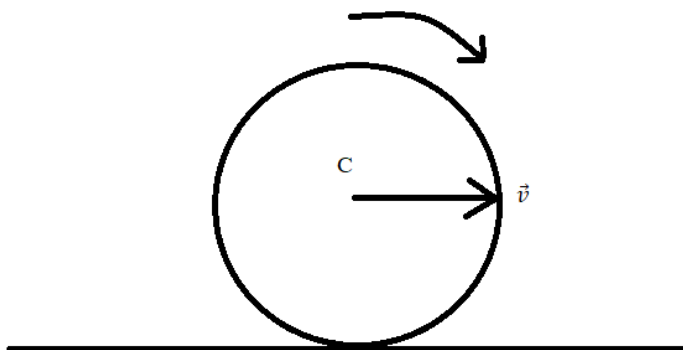


7. Начальная фаза гармонического колебания  $\varphi_0=0$ . Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ:  $t=T/6$ . **2 балла**

8. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

Решение:



$$W_k = W_{k \text{ пост}} + W_{k \text{ вращ}}$$

$$W_{k \text{ пост}} = \frac{mv^2}{2}; W_{k \text{ вращ}} = \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}; I_C = \frac{mR^2}{2};$$

$$W_{k \text{ вращ}} = \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{4}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2 = 37,5 \text{ Дж}$$

Ответ:  $W_k=37,5$  Дж; **5 баллов**

9. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi=10+20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

Решение:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \omega R = (20 - 4t)R$$

$$a_{\tau} = \frac{d}{dt}(20 - 4t)R = -4R = -0,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_{\tau} = -0,4 \text{ м/с}^2$       **5 баллов**

10. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x = 0,04 \cos(2t + 0,8)$ ?  $g = 10 \text{ м/с}^2$

Ответ:  $l = 2,5 \text{ м}$       **2 балла**

### Код и наименование компетенции:

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - Б1.О.10 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

#### 1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; **в)  $v=-1$  м/с**; г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: **а)  $t=1,5$  с**; б)  $t=2,5$  с; в)  $t=0,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д)  $t=4,5$  с.

3. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение  $2$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; **д)  $m=1$  кг**.

4. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; **в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>**; г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

5. Под действием постоянной силы  $10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: **а)  $m=5$  кг**; б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

6. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ? Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $l=0,45$  м; б)  $l=1,45$  м; в)  $l=1,95$  м; **г)  $l=2,45$  м**;

7. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью  $250$  Н/м совершает  $100$  полных колебаний за  $80$  с.

Ответ: а)  $m=5$  кг; **б)  $m=4$  кг**; в)  $m=3$  кг; г)  $m=2$  кг; д)  $m=1$  кг.

8. К пружине, жесткость которой равна  $1,0$  кН/м, подвешен груз массой  $3$  кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

Ответ: а)  $y=5,3 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $y=5,5 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $y_{10}=5,7 \cdot 10^{-3}$  м;

**г)  $y=5,9 \cdot 10^{-3}$  м**; д)  $y=6,1 \cdot 10^{-3}$  м.

9. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой  $4$  кг на высоту  $3$  м с ускорением  $5$  м/с<sup>2</sup>?  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

а)  $120$  Дж; **б)  $180$  Дж**; в)  $190$  Дж; г)  $220$  Дж

10. Тело массой 10 кг съезжает по наклонной плоскости с высоты 6 м. Найдите работу силы тяжести.  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

а) 488 Дж; б) 500 Дж; **в) 588 Дж**; г) 600 Дж

11. Какая горизонтальная сила приложена к телу массой 8 кг, если под действием этой силы оно равномерно движется по столу при коэффициенте трения 0,3?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 12 Н; **б) 24 Н**; в) 18 Н; г) 42 Н

12. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3 м/с каждое, после соударения стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Найдите отношение их масс.

а) 1 б) 2 **в) 3** г) 5

13. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы, прошло за первую секунду путь 15 м. Определите величину силы.

а) 150 Н; б) 210 Н; **в) 180 Н**; г) 60 Н

14. Момент силы,  $M$ , действующий на тело, равен 9,8 Н м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

Ответ: а)  $I=4,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; **в)  $I=24,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$**

15. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2) \square t$ .

Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ: **а)  $t=0,2 \text{ с}$** ; б)  $t=0,3 \text{ с}$ ; в)  $t=0,4 \text{ с}$ ; г)  $t=0,5 \text{ с}$ ; д)  $t=0,6 \text{ с}$ .

## 2) задачи:

1. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний  $T=24\text{с}$ , начальная фаза  $\varphi_0=0$ .

Ответ:  $t=2 \text{ с}$  **2 балла**

2. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается  $\varphi(t) = A+2t+t^3$  уравнением. Найти угловое ускорение в момент времени  $t= 0,5\text{с}$ .

Ответ:  $3 \text{ рад/с}^2$  **2 балла**

3. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое

расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Решение:

$$M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0; M\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_2}{M}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \mu MgS$$

$$S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v_2^2}{2M^2 \mu g} \approx 0,3 \text{ м}$$

Ответ: S=0,3 м **5 баллов**

4. Камень массой  $m=20$  г, выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $\Delta l=20$  см, поднялся на высоту  $h=40$  м. Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.  $g=10$  м/с.

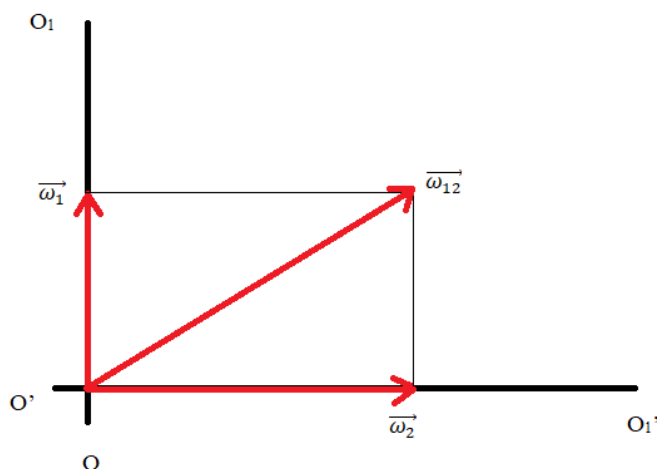
Ответ:  $k=400$  Н/м **2 балла**

5. Тело массой 100 г, брошенное вертикально вниз с высоты 20 м со скоростью 10 м/с, упало на Землю со скоростью 20 м/с. Найти работу по преодолению сопротивления воздуха  $A$ . Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ:  $A=4,6$  Дж; **2 балла**

6. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1=3$  рад/с и  $\omega_2=4$  рад/с. Найти угловую скорость одного тела относительно другого.

Решение:



$$\omega_{12} = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5 \text{ рад/с}$$

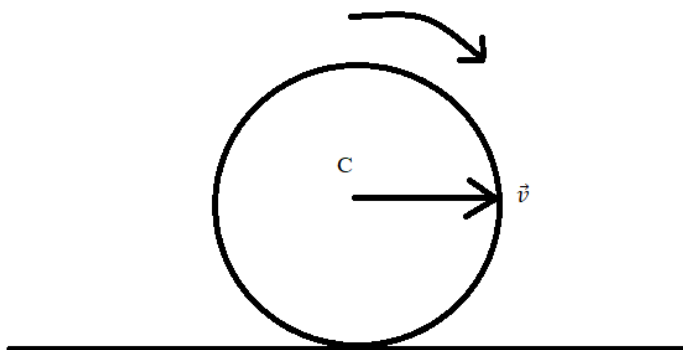
Ответ:  $\omega = 5$  рад/с **5 баллов**

7. Начальная фаза гармонического колебания  $\varphi_0=0$ . Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ:  $t=T/6$ . **2 балла**

8. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

Решение:



$$W_k = W_{k \text{ пост}} + W_{k \text{ вращ}}$$

$$W_{k \text{ пост}} = \frac{mv^2}{2}; W_{k \text{ вращ}} = \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}; I_C = \frac{mR^2}{2};$$

$$W_{k \text{ вращ}} = \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{4}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2 = 37,5 \text{ Дж}$$

Ответ:  $W_k=37,5$  Дж; **5 баллов**

9. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi=10+20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

Решение:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \omega R = (20 - 4t)R$$

$$a_{\tau} = \frac{d}{dt}(20 - 4t)R = -4R = -0,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_{\tau} = -0,4 \text{ м/с}^2$       **5 баллов**

10. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x = 0,04 \cos(2t + 0,8)$ ?  $g = 10 \text{ м/с}^2$

Ответ:  $l = 2,5 \text{ м}$       **2 балла**

### Код и наименование компетенции:

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - Б1.О.10 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

#### 1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; **в)  $v=-1$  м/с;** г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: **а)  $t=1,5$  с;** б)  $t=2,5$  с; в)  $t=0,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д)  $t=4,5$  с.

3. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение  $2$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; **д)  $m=1$  кг.**

4. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; **в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>;** г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

5. Под действием постоянной силы  $10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: **а)  $m=5$  кг;** б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

6. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ? Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $l=0,45$  м; б)  $l=1,45$  м; в)  $l=1,95$  м; **г)  $l=2,45$  м;**

7. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью  $250$  Н/м совершает  $100$  полных колебаний за  $80$  с.

Ответ: а)  $m=5$  кг; **б)  $m=4$  кг;** в)  $m=3$  кг; г)  $m=2$  кг; д)  $m=1$  кг.

8. К пружине, жесткость которой равна  $1,0$  кН/м, подвешен груз массой  $3$  кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

Ответ: а)  $y=5,3 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $y=5,5 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $y_{10}=5,7 \cdot 10^{-3}$  м;

**г)  $y=5,9 \cdot 10^{-3}$  м;** д)  $y=6,1 \cdot 10^{-3}$  м.

9. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой  $4$  кг на высоту  $3$  м с ускорением  $5$  м/с<sup>2</sup>?  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.



а) 120 Дж; **б)** 180 Дж; в) 190 Дж; г) 220 Дж

10. Тело массой 10 кг съезжает по наклонной плоскости с высоты 6 м. Найдите работу силы тяжести.  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

а) 488 Дж; б) 500 Дж; **в)** 588 Дж; г) 600 Дж

11. Какая горизонтальная сила приложена к телу массой 8 кг, если под действием этой силы оно равномерно движется по столу при коэффициенте трения 0,3?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 12 Н; **б)** 24 Н; в) 18 Н; г) 42 Н

12. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3 м/с каждое, после соударения стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Найдите отношение их масс.

а) 1 б) 2 **в)** 3 г) 5

13. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы, прошло за первую секунду путь 15 м. Определите величину силы.

а) 150 Н; б) 210 Н; **в)** 180 Н; г) 60 Н

14. Момент силы,  $M$ , действующий на тело, равен 9,8 Н м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

Ответ: а)  $I=4,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; **в)**  $I=24,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$

15. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2) \square t$ .

Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ: **а)**  $t=0,2 \text{ с}$ ; б)  $t=0,3 \text{ с}$ ; в)  $t=0,4 \text{ с}$ ; г)  $t=0,5 \text{ с}$ ; д)  $t=0,6 \text{ с}$ .

## 2) задачи:

1. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний  $T=24\text{с}$ , начальная фаза  $\varphi_0=0$ .

Ответ:  $t=2 \text{ с}$  **2 балла**

2. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается  $\varphi(t) = A+2t+t^3$  уравнением. Найти угловое ускорение в момент времени  $t= 0,5\text{с}$ .

Ответ:  $3 \text{ рад/с}^2$  **2 балла**

3. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Решение:

$$M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0; M\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_2}{M}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \mu MgS$$

$$S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v_2^2}{2M^2 \mu g} \approx 0,3 \text{ м}$$

Ответ:  $S=0,3 \text{ м}$  **5 баллов**

4. Камень массой  $m=20 \text{ г}$ , выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $\Delta l=20 \text{ см}$ , поднялся на высоту  $h=40 \text{ м}$ . Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

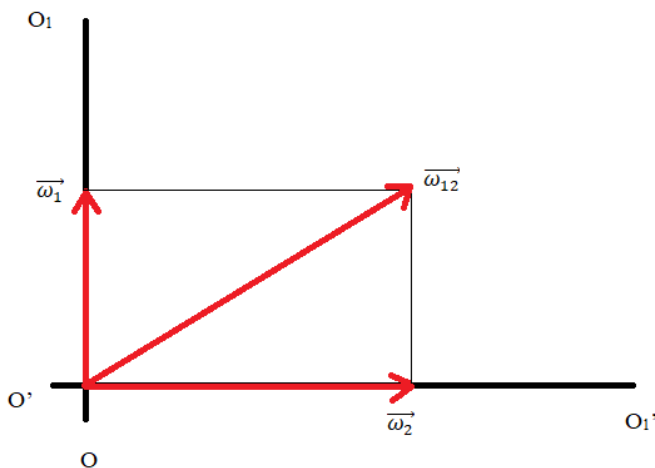
Ответ:  $k=400 \text{ Н/м}$  **2 балла**

5. Тело массой  $100 \text{ г}$ , брошенное вертикально вниз с высоты  $20 \text{ м}$  со скоростью  $10 \text{ м/с}$ , упало на Землю со скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Найти работу по преодолению сопротивления воздуха  $A$ . Принять  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:  $A=4,6 \text{ Дж}$ ; **2 балла**

6. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1=3 \text{ рад/с}$  и  $\omega_2=4 \text{ рад/с}$ . Найти угловую скорость одного тела относительно другого.

Решение:



$$\omega_{12} = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5 \text{ рад/с}$$

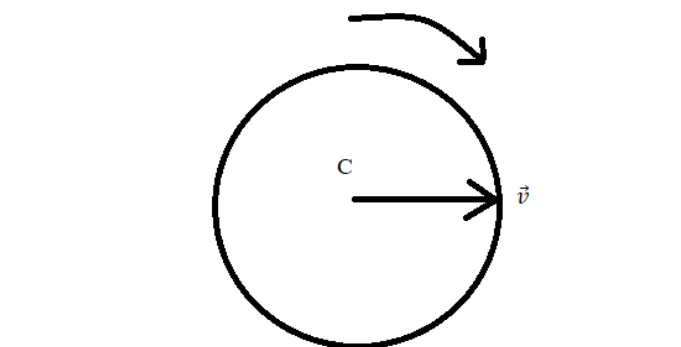
Ответ:  $\omega = 5 \text{ рад/с}$  **5 баллов**

7. Начальная фаза гармонического колебания  $\varphi_0=0$ . Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ:  $t=T/6$ . **2 балла**

8. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

Решение:



$$W_k = W_{k \text{ пост}} + W_{k \text{ вращ}}$$

$$W_{k \text{ пост}} = \frac{mv^2}{2}; W_{k \text{ вращ}} = \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}; I_C = \frac{mR^2}{2};$$

$$W_{k \text{ вращ}} = \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{4}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2 = 37,5 \text{ Дж}$$

Ответ:  $W_k=37,5$  Дж; **5 баллов**

9. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi=10+20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

Решение:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \omega R = (20 - 4t)R$$

$$a_\tau = \frac{d}{dt}(20 - 4t)R = -4R = -0,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_t=-0,4$  м/с<sup>2</sup>

**5 баллов**

10. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ?  $g= 10 \text{ м/с}^2$

Ответ:  $l = 2,5 \text{ м}$       **2 балла**

### Код и наименование компетенции:

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

Перечень дисциплин (модулей), практик, участвующих в формировании компетенции:

- Дисциплины (модули) (блок 1):
  - Б1.О.10 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

#### 1) тестовые задания (жирным шрифтом выделен правильный ответ):

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t=2$  с.

Ответ: а)  $v=-2$  м/с; б)  $v=1$  м/с; **в)  $v=-1$  м/с;** г)  $v=2$  м/с; д)  $v=-2,5$  м/с.

2. Точка движется по окружности радиусом  $R=4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s=8-2t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение  $a_n$  точки равно  $9$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: **а)  $t=1,5$  с;** б)  $t=2,5$  с; в)  $t=0,5$  с; г)  $t=3,5$  с; д)  $t=4,5$  с.

3. Сила  $F$  сообщает телу массой  $m_1=2$  кг ускорение  $a_1=1$  м/с<sup>2</sup>. Телу какой массы эта сила сможет сообщить ускорение  $2$  м/с<sup>2</sup>?

Ответ: а)  $m=3$  кг; б)  $m=5$  кг; в)  $m=1,5$  кг; г)  $m=2,5$  кг; **д)  $m=1$  кг.**

4. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $X$  имеет вид  $x=2+t-0,5t^2$ . Найти ускорение  $a$  точки.

Ответ: а)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>; б)  $a=-2$  м/с<sup>2</sup>; **в)  $a=-1$  м/с<sup>2</sup>;** г)  $a=1$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=1,2$  м/с<sup>2</sup>.

5. Под действием постоянной силы  $10$  Н тело движется прямолинейно так, что зависимость пройденного телом расстояния от времени задается уравнением  $S=5-2t+t^2$ . Найти массу тела.

Ответ: **а)  $m=5$  кг;** б)  $m=7$  кг; в)  $m=9$  кг; г)  $m=11$  кг; д)  $m=15$  кг.

6. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ? Принять  $g=9,8$  м/с<sup>2</sup>.

Ответ: а)  $l=0,45$  м; б)  $l=1,45$  м; в)  $l=1,95$  м; **г)  $l=2,45$  м;**

7. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью  $250$  Н/м совершает  $100$  полных колебаний за  $80$  с.

Ответ: а)  $m=5$  кг; **б)  $m=4$  кг;** в)  $m=3$  кг; г)  $m=2$  кг; д)  $m=1$  кг.

8. К пружине, жесткость которой равна  $1,0$  кН/м, подвешен груз массой  $3$  кг и отпущен из состояния покоя. На какое расстояние опустится груз?

Ответ: а)  $y=5,3 \cdot 10^{-3}$  м; б)  $y=5,5 \cdot 10^{-3}$  м; в)  $y_{10}=5,7 \cdot 10^{-3}$  м;

**г)  $y=5,9 \cdot 10^{-3}$  м;** д)  $y=6,1 \cdot 10^{-3}$  м.

9. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой  $4$  кг на высоту  $3$  м с ускорением  $5$  м/с<sup>2</sup>?  $g=10$  м/с<sup>2</sup>.

а) 120 Дж; **б)** 180 Дж; в) 190 Дж; г) 220 Дж

10. Тело массой 10 кг съезжает по наклонной плоскости с высоты 6 м. Найдите работу силы тяжести.  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

а) 488 Дж; б) 500 Дж; **в)** 588 Дж; г) 600 Дж

11. Какая горизонтальная сила приложена к телу массой 8 кг, если под действием этой силы оно равномерно движется по столу при коэффициенте трения 0,3?  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

а) 12 Н; **б)** 24 Н; в) 18 Н; г) 42 Н

12. Два тела, двигаясь навстречу друг другу со скоростью 3 м/с каждое, после соударения стали двигаться вместе со скоростью 1,5 м/с. Найдите отношение их масс.

а) 1 б) 2 **в)** 3 г) 5

13. Тело массой 6 кг, начавшее двигаться под действием постоянной силы, прошло за первую секунду путь 15 м. Определите величину силы.

а) 150 Н; б) 210 Н; **в)** 180 Н; г) 60 Н

14. Момент силы,  $M$ , действующий на тело, равен 9,8 Н м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости  $4 \text{ с}^{-1}$ . Найти момент инерции тела.

Ответ: а)  $I=4,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; б)  $I=14,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ; **в)**  $I=24,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$

15. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x=5\sin(3/2) \pi t$ .

Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ: **а)**  $t=0,2 \text{ с}$ ; б)  $t=0,3 \text{ с}$ ; в)  $t=0,4 \text{ с}$ ; г)  $t=0,5 \text{ с}$ ; д)  $t=0,6 \text{ с}$ .

## 2) задачи:

1. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармоническое колебание, сместится от положения равновесия на половину амплитуды? Период колебаний  $T=24\text{с}$ , начальная фаза  $\varphi_0=0$ .

Ответ:  $t=2 \text{ с}$  **2 балла**

2. Колесо вращается так, что зависимость угла поворота радиуса колеса от времени дается  $\varphi(t) = A+2t+t^3$  уравнением. Найти угловое ускорение в момент времени  $t= 0,5\text{с}$ .

Ответ:  $3 \text{ рад/с}^2$  **2 балла**

3. Конькобежец, масса которого 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8,0 м/с. На какое расстояние откатится конькобежец в результате отдачи, если известно, что коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?

Решение:

$$M\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 0; M\vec{v}_1 - m\vec{v}_2 = 0$$

$$v_1 = \frac{mv_2}{M}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \mu MgS$$

$$S = \frac{v_1^2}{2\mu g} = \frac{m^2 v_2^2}{2M^2 \mu g} \approx 0,3 \text{ м}$$

Ответ:  $S=0,3 \text{ м}$  **5 баллов**

4. Камень массой  $m=20 \text{ г}$ , выпущенный вертикально вверх из рогатки, резиновый жгут которой был растянут на  $\Delta l=20 \text{ см}$ , поднялся на высоту  $h=40 \text{ м}$ . Найти коэффициент упругости жгута. Сопротивление воздуха не учитывать.  $g=10 \text{ м/с}^2$ .

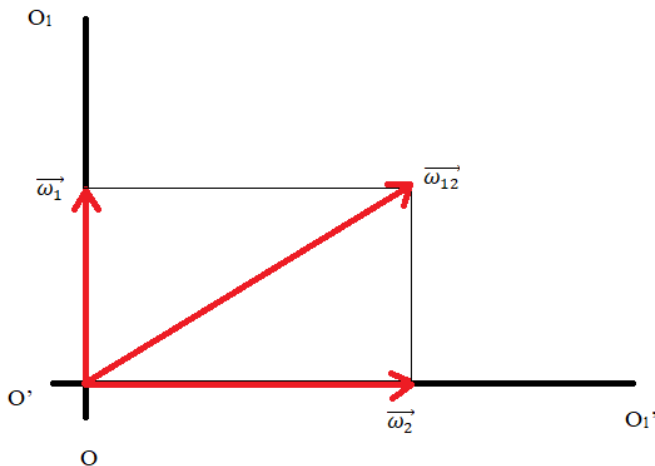
Ответ:  $k=400 \text{ Н/м}$  **2 балла**

5. Тело массой  $100 \text{ г}$ , брошенное вертикально вниз с высоты  $20 \text{ м}$  со скоростью  $10 \text{ м/с}$ , упало на Землю со скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Найти работу по преодолению сопротивления воздуха  $A$ . Принять  $g=9,8 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:  $A=4,6 \text{ Дж}$ ; **2 балла**

6. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1=3 \text{ рад/с}$  и  $\omega_2=4 \text{ рад/с}$ . Найти угловую скорость одного тела относительно другого.

Решение:



$$\omega_{12} = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5 \text{ рад/с}$$

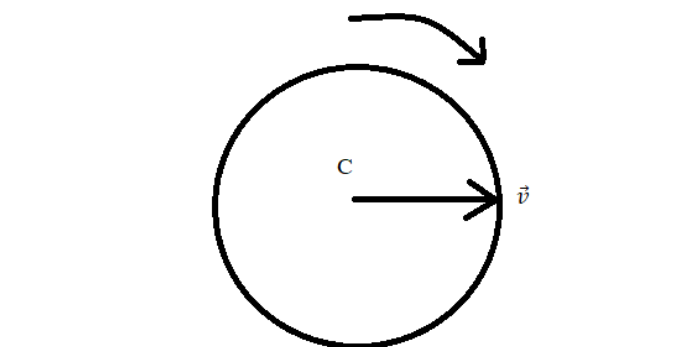
Ответ:  $\omega = 5 \text{ рад/с}$  **5 баллов**

7. Начальная фаза гармонического колебания  $\varphi_0=0$ . Через какую долю периода скорость точки будет равна половине ее максимальной скорости?

Ответ:  $t=T/6$ . **2 балла**

8. Сплошной цилиндр, имеющий массу 2кг, катится без скольжения со скоростью 5 м/с. Найти кинетическую энергию этого цилиндра.

Решение:



$$W_k = W_{k \text{ пост}} + W_{k \text{ вращ}}$$

$$W_{k \text{ пост}} = \frac{mv^2}{2}; W_{k \text{ вращ}} = \frac{I_C \omega^2}{2}$$

$$\omega = \frac{v}{R}; I_C = \frac{mR^2}{2};$$

$$W_{k \text{ вращ}} = \frac{mR^2}{4} \cdot \frac{v^2}{R^2} = \frac{mv^2}{4}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{3}{4}mv^2 = 37,5 \text{ Дж}$$

Ответ:  $W_k=37,5$  Дж; **5 баллов**

9. Диск радиусом 0,1 м вращается согласно уравнению  $\varphi=10+20t - 2t^2$ . Определить по величине тангенциальное ускорение точек на окружности диска.

Решение:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = 20 - 4t$$

$$a_\tau = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \omega R = (20 - 4t)R$$

$$a_\tau = \frac{d}{dt}(20 - 4t)R = -4R = -0,4 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $a_t=-0,4$  м/с<sup>2</sup> **5 баллов**

10. Какова длина математического маятника, совершающего колебания по закону  $x=0,04\cos(2t+0,8)$ ?  $g= 10$  м/с<sup>2</sup>

Ответ:  $l = 2,5$  м **2 балла**