

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 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.18 Механика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.03.02 Физика
2. Профиль подготовки/специализация: Физика твердого тела; Физика лазерных и спектральных технологий
3. Квалификация выпускника: бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 0801 кафедра общей физики  
Составители программы:  
Меремьянин Алексей Васильевич, доктор физико-математических наук
7. Рекомендована: Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 6 от 20.06.2023г.
8. Учебный год: 2023/2024 Семестр(ы)/Триместр(ы): 1

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

### Целями освоения учебной дисциплины являются:

Ознакомление студентов с основными положениями механики как науки о движении материальных тел. В результате прохождения курса студент должен получить представление о месте механики в современной физической картине мира, информацию об основных физических явлениях и фундаментальных законах механики, современных методах исследования механических систем. Студент должен научиться самостоятельно решать и ставить задачи исследования механических систем, проводить количественную оценку физических величин, характеризующих состояние механической системы, искать и обмениваться научной информацией и оценивать степень её достоверности.

### Задачи учебной дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями классической и релятивистской механики;
- развитие навыков самостоятельного научного исследования физических задач;
- овладение методами постановки и решения задач механики;
- научить умению ставить цели экспериментального исследования;
- освоение методов экспериментального исследования механических систем;
- уметь интерпретировать результаты физического эксперимента и представлять их в наглядном виде.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина «Механика» относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика». Для освоения дисциплины «Механика» необходимы знания, умения и компетенции, полученные в ходе изучения следующих дисциплин: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 03.03.02 «Физика».

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 «Теоретическая механика и механика сплошных сред», «Астрофизика», «Физика конденсированного состояния», «Молекулярная спектроскопия», «Кристаллофизика и кристаллография», «Оптическая спектроскопия твердого тела». Знания, полученные при освоении дисциплины «Механика», необходимы при прохождении производственных практик и выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы физике.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ОПК-1.4	Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	Студент должен: знать основные положения механики и её разделов, таких как: кинематика, динамика частицы и абсолютно твёрдого тела, статика, элементарная теория упругости, основы теории колебаний и волновых процессов, основные положения гидродинамики, основные положения специальной теории относительности; уметь: применять законы механики для анализа явлений природы и технических процессов, создавать элементарные модели механических систем и проводить соответствующие оценочные расчёты; владеть: методами построения простых математических моделей механических систем, методами качественного анализа механических систем
		ОПК-1.5	Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	Студент должен: знать методы решения типовых физических задач анализа механических систем; уметь выбирать оптимальные способы решения задач механики, оценивать адекватность найденного решения; владеть методами построения физической модели исследуемого явления.
		ОПК-1.6	Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации	Студент должен: знать: основные принципы современных методов исследования механических систем, их достоинства, недостатки и ограничения; уметь: осуществлять поиск научной информации, оценивать её достоверность; владеть: технологиями поиска научной информации
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ОПК-2.1	Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений	Студент должен: знать методы измерений механических величин, таких как: расстояние, масса, время, сила, момент инерции, и т.п.; уметь: проводить измерения указанных величин с помощью лабораторного оборудования; владеть: навыками проведения физического эксперимента, навыками работы с современным лабораторным оборудованием

		ОПК-2.2	Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов	Студент должен: знать элементарную теорию измерений; уметь выявлять источники погрешностей измерений, выбирать оптимальные способы измерений; владеть методами оценки величин погрешностей измерений, методами наглядного представления результатов измерений
--	--	---------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**12. Объем дисциплины в зачётных единицах/час. (в соответствии с учебным планом) – 7/252**

**Форма промежуточной аттестации зачёт/экзамен**

### 13. Трудоёмкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	Всего	По семестрам		
		1-ый семестр		
Аудиторные занятия	162	162		
в том числе:	лекции	54	54	
	практические	36	36	
	лабораторные	72	72	
Самостоятельная работа	54	54		
в том числе: курсовая работа (проект)	–	–		
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	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	Кинематика	1. Предмет и задачи механики 2. Кинематика материальной точки 3. Разложение ускорения на компоненты. Движение по окружности. 4. Инерциальные системы отсчёта. Преобразования Галилея, их инварианты.	<a href="http://edu.vsu.ru">Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru)</a>
1.2	Динамика частицы	5. Масса, импульс. Сила, примеры сил. Законы Ньютона. Задача двух тел, центр масс системы тел. 6. Закон сохранения импульса. Динамика точки переменной массы, реактивное движение. 7. Движение в неинерциальных системах отсчёта.	
1.3	Работа и энергия	8. Работа, мощность. Работа равнодействующей силы и кинетическая энергия. Классификация сил. 9. Потенциальная энергия и градиент. Закон сохранения механической энергии. 10. Столкновения частиц. 11. Момент импульса и момент сил. Закон сохранения момента импульса. Коллоквиум 1.	
1.4	Механика твёрдого тела	12. Кинематика твёрдого тела. Виды движения твёрдого тела. 13. Момент импульса тела при вращении вокруг закреплённой оси. Главные оси и главные моменты	

		инерции. Работа момента сил. Теорема Гюйгенса-Штейнера. 14. Динамика твёрдого тела Гироскоп, вынужденная прецессия гироскопа.	
1.5	Центральное поле и закон тяготения	15. Особенности движения частицы в центральном поле. Законы Кеплера. 16. Параметры эллиптических орбит. Космические скорости.	
1.6	Упругие свойства твёрдых тел	17. Понятие об упругих свойствах тел. Виды деформаций. Закон Гука. Растяжение и сжатие стержней. Энергия упругой деформации. 18. Модуль всестороннего сжатия. Сдвиг, модуль кручения.	
1.7	Колебания и волны	19. Колебательное движение. Гармонический осциллятор. Уравнение и закон гармонических колебаний. 20. Энергия колебаний. Сложение колебаний. Векторные диаграммы. 21. Затухающие колебания. Вынужденные колебания, резонанс. 22. Волны в упругой среде. Фазовая скорость, перенос энергии в волне. Стоячие волны. Эффект Доплера. Коллоквиум 2.	
1.8	Основы механики жидкостей и газов	23. Основные понятия механики сплошных сред. Метод Эйлера описания движения сплошной среды. Гидростатика. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли, формула Торричелли. 24. Течение вязкой жидкости. Формула Ньютона. Формула Пуазёйля. Критерий подобия. Число Рейнольдса.	
1.9	Основы специальной теории относительности	25. Постоянство скорости света, опыты Физо и Майкельсона. Постулаты СТО. 26. Замедление времени и сокращение длины. Преобразования Лоренца, интервал. 27. Релятивистская динамика. Релятивистская энергия. Эквивалентность массы и энергии.	
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1	Кинематика	1. Равномерное движение. 2. Равноускоренное движение.	<a href="http://edu.vsu.ru">Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru)</a>
2.2	Динамика частицы	3. Движение тел на наклонной плоскости. 4. Движение под действием силы сопротивления, силы трения. 5. Движение в неинерциальных системах отсчёта. 6. Движение тел переменной массы.	
2.3	Работа и энергия	7. Работа силы. 8. Законы сохранения импульса и энергии 9. Контрольная работа.	
2.4	Механика твёрдого тела	10. Кинематика твёрдого тела. 11. Динамика твёрдого тела.	
2.5	Центральное поле и закон тяготения	12. Движение в поле тяготения.	
2.6	Упругие свойства твёрдых тел	13. Упругие свойства твёрдых тел.	
2.7	Колебания и волны	14. Гармонические колебания, затухающие колебания. 15. Вынужденные колебания. Волны, эффект Доплера.	
2.8	Основы механики жидкостей и газов	16. Гидростатика. Течение идеальной жидкости. Течение вязкой жидкости.	
2.9	Основы специальной теории относительности	17. Релятивистская механика. 18. Контрольная работа.	
<b>3. Лабораторные занятия</b>			

3.1	Вводное занятие	Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ по механике	<a href="http://edu.vsu.ru">Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru)</a>
3.2	Теория погрешностей	Освоение методики расчёта 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.	
3.14	Заключительное занятие		

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Кинематика	8	4	0	3	15
2	Динамика частицы	6	8	0	4	18
3	Работа и энергия	8	6	20	4	38
4	Механика твёрдого тела	6	4	30	4	44
5	Центральное поле и закон тяготения	4	2	0	3	9
6	Упругие свойства твёрдых тел	4	2	14	4	24
7	Колебания и волны	8	4	0	4	16
8	Основы механики жидкостей и газов	4	2	0	4	10
9	Основы специальной теории относительности	6	4	0	4	14
10	Методика проведения эксперимента	0	0	8	2	10
	Итого:	54	36	72	36	198

### 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, *Math* 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	Клинских А.Ф. Курс общей физики : механика и основы теории относительности : учеб. пособие / А.Ф. Клинских, А.В. Меремьянин, Н.П. Стадная ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 241 с.
2	Паршаков, Александр Николаевич. Физика в ключевых задачах. Механика. Колебания. Акустика : [учебное пособие] / А.Н. Паршаков .— Долгопрудный : Интеллект, 2013 .— 238, [1] с. : ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-91559-133-1.

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	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.
3	Детлаф А.А. Курс физики : учеб. пособие для студ. вузов / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2015. – 719 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
1	Электронная библиотека ВГУ <a href="https://lib.vsu.ru">https://lib.vsu.ru</a>
2	Электронный университет ВГУ <a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>
3	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	«Университетская библиотека online» <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
5	«Консультант студента» <a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a>
6	«РУКОНТ» (ИТС Контекстум) <a href="https://lib.rucont.ru/">https://lib.rucont.ru/</a>

## 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	Лабораторный практикум по курсу общей физики : Механика / О.М. Голицына, И.Е. Занин, А.Ф. Клинских, А.В. Меремьянин, Н.П. Стадная ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 161 с.
2	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.

3	Лабораторный практикум по курсу общей физики : Механика / О.М. Голицына, И.Е. Занин; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 161 с.
4	Иродов И.Е. Механика. Основные законы : учеб. пособие для студ. физ. специальностей вузов / И.Е. Иродов. – М.: Бином. Лаборатория базовых знаний. 2013. – 309 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
1.1	Кинематика	ОПК-1	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6	Практические занятия 1-2.
1.2	Динамика частицы	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6 ОПК-2.1, ОПК-2.2	Практические занятия 3-6. Отчёт по лабораторной работе 2



№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.3	Работа и энергия	ОПК-1	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6	Практические занятия 7-9. Контрольная работа 1. Отчёт по лабораторной работе 2,3. Коллоквиум 1.
1.4	Механика твёрдого тела	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6 ОПК-2.1, ОПК-2.2	Практические занятия 10-11. Отчёт по лабораторной работе 1,2,3,4,5,6,7.
1.5	Центральное поле и закон тяготения	ОПК-1	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6	Практическое занятие 12.
1.6	Упругие свойства твёрдых тел	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6 ОПК-2.1, ОПК-2.2	Практическое занятие 13. Отчёт по лабораторной работе 9,10.
1.7	Колебания и волны	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6 ОПК-2.1, ОПК-2.2	Практические занятия 14-15. Отчёт по лабораторной работе 8,11,12.
1.8	Основы механики жидкостей и газов	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6 ОПК-2.1, ОПК-2.2	Практическое занятие 16.
1.9	Основы специальной теории относительности	ОПК-1	ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6	Практическое занятие 17.
Текущая аттестация форма контроля — зачёт				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.

#### Типовые задания для контрольных работ:

Тема: 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 сколько времени 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:

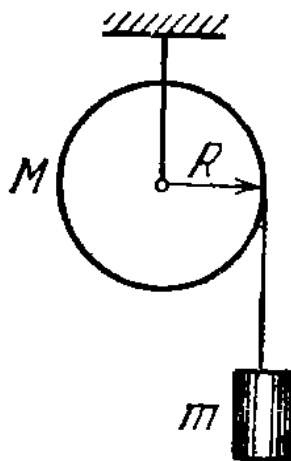
а) радиус кривизны начала его траектории был в  $\eta = 8,0$  раз больше, чем в вершине;

б) центр кривизны вершины траектории находился на земной поверхности?

Тема: Динамика материальной точки и абсолютно твёрдого тела

#### Вариант 1

Задание 1. На однородный сплошной цилиндр массы  $M=1,0$  кг и радиуса  $R=10$  см плотно намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массы  $m=0,3$  кг. В момент  $t=0$  система пришла в движение. Пренебрегая трением в оси цилиндра, найти зависимость от времени модуля угловой скорости цилиндра и кинетическую энергию всей системы.



Задание 2. 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 3. 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 4. Через какое время от начала движения точка, совершающая гармонические колебания, будет иметь смещение от положения равновесия, равное половине амплитуды? Период колебаний 24 с, начальная фаза отсутствует.

Задание 5. На какое расстояние надо отвести от положения равновесия груз массой 640 г, закрепленный на пружине жёсткостью 0,4 кН/м, чтобы он проходил положение равновесия со скоростью 1 м/с.

## **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.

#### Список вопросов

1. Предмет и задачи механики
2. Кинематика материальной точки
3. Разложение ускорения на компоненты.
4. Движение по окружности.
5. Инерциальные системы отсчёта. Преобразования Галилея, их инварианты.
6. Масса, импульс. Сила, примеры сил.
7. Законы Ньютона.
8. Задача двух тел, центр масс системы тел.
9. Закон сохранения импульса.
10. Динамика точки переменной массы, реактивное движение.
11. Движение в неинерциальных системах отсчёта.
12. Работа, мощность. Работа равнодействующей силы и кинетическая энергия.
13. Классификация сил.
14. Потенциальная энергия и градиент.
15. Закон сохранения механической энергии.
16. Столкновения частиц.
17. Момент импульса и момент сил.
18. Закон сохранения момента импульса.

### Коллоквиум 2. Динамика твёрдого тела. Колебания и волны.

#### Список вопросов

1. Кинематика твёрдого тела. Виды движения твёрдого тела.
2. Момент импульса тела при вращении вокруг закреплённой оси. Главные оси и главные моменты инерции. Работа момента сил. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
3. Динамика твёрдого тела Гироскоп, вынужденная прецессия гироскопа.
4. Особенности движения частицы в центральном поле.
5. Законы Кеплера.
6. Параметры эллиптических орбит.
7. Космические скорости.
8. Понятие об упругих свойствах тел. Виды деформаций.
9. Закон Гука. Растяжение и сжатие стержней.
10. Энергия упругой деформации.
11. Модуль всестороннего сжатия. Сдвиг, модуль кручения.
12. Колебательное движение.
13. Гармонический осциллятор. Уравнение и закон гармонических колебаний.
14. Энергия колебаний.
15. Сложение колебаний. Векторные диаграммы.
16. Затухающие колебания.
17. Вынужденные колебания, резонанс.
18. Волны в упругой среде. Фазовая скорость, перенос энергии в волне.
19. Стоячие волны.
20. Эффект Доплера.

#### 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 твердого 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 центр; 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.



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

1. Предмет и задачи механики.
2. Работа и кинетическая энергия. Теорема Кёнига.
3. Способы описания движения материальной точки. Скорость и ускорение материальной точки.
4. Движение в неинерциальных системах отсчёта
5. Движение материальной точки по окружности.
6. Упругие свойства твёрдых тел. Закон Гука. Модуль Юнга, коэффициент Пуассона.
7. Нормальное и тангенциальное ускорение.
8. Волны в упругих средах. Плоская и сферическая волна.
9. Виды движения твёрдого тела. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела.
10. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли, формула Торричелли.
11. Преобразования Галилея. Инварианты преобразований Галилея.
12. Вязкость. Формула Ньютона. Формула Пуазейля.
13. Законы Ньютона.
14. Закон сохранения механической энергии. Особенности одномерного движения в потенциальном поле.
15. Момент импульса, момент силы. Уравнение моментов.
16. Интерференция волн. Стоячие волны.
17. Динамика системы материальных точек. Центр масс.
18. Интервал. Относительность одновременности и причинно-следственная связь.
19. Закон сохранения импульса.
20. Затухающие колебания.
21. Закон сохранения момента импульса.
22. Лоренцево сокращение длины и изменение формы тел.
23. Движение тел переменной массы. Уравнение Мещерского.
24. Модуль всестороннего сжатия. Деформация сдвига. Деформация кручения.
25. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальное силовое поле.
26. Постоянство скорости света. Опыт Майкельсона и опыт Физо.
27. Момент импульса твёрдого тела. Главные оси и главные моменты инерции.
28. Лоренцево замедление времени.
29. Моменты инерции твёрдого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
30. Вынужденные колебания. Резонанс.
31. Гироскопы. Приближенная теория вынужденной прецессии гироскопа.
32. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.
33. Гармонические колебания. Энергия гармонического осциллятора.
34. Движение спутников Земли и космические скорости.
35. Динамика твёрдого тела. Уравнения движения.
36. Физический маятник.
37. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца.
38. Кинематика движения жидкости. Идеальная жидкость. Гидростатика.

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой общей физики

\_\_\_\_\_ (Турищев С.Ю.)

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Дисциплина Механика

Форма обучения очная

Вид контроля экзамен

Вид аттестации промежуточная

**Контрольно-измерительный материал №**

1. Динамика твёрдого тела. Уравнения движения.
2. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли, формула Торричелли.

Составитель \_\_\_\_\_

*подпись*

Меремьянин А.В..

*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 объёме. 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 объёме, что выражается в отдельных неточностях (несущественных ошибках) при ответе. Ответ отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой, чем при высоком (углублённом) уровне сформированности компетенций. Однако допущенные ошибки исправляются самим студентом после дополнительных вопросов преподавателя.

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

Оценка *«удовлетворительно»*: ответ студента отличается непоследовательностью, неумением делать выводы, слабым освоением теоретических и практических навыков. Компетенции сформированы 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, отсутствии собственной профессиональной позиции.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объёме и в сроки, определённые 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 отражённых в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

## Фонд оценочных средств сформированности компетенций

### Код и наименование компетенции: ОПК-1.4

Решает типовые задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, сформулированных в рамках базовых дисциплин естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

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

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.18 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

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

1. В консервативной механической системе сохраняется

**Ответ: а)** механическая энергия системы, б) момент импульса, в) импульс системы.

2. В замкнутой механической системе сохраняется

**Ответ: а)** механическая энергия системы, **б)** полный импульс системы.

3. Возможно ли падение на центр в силовом поле с потенциальной энергией  $U = -\alpha/r$  (момент импульса частицы не равен нулю)?

**Ответ: а)** да, **б)** нет.

4. При столкновении частиц скорость их центра масс

**Ответ: а)** не меняется, б) меняется.

5. Чему равно максимальное число степеней свободы абсолютно твердого тела?

**Ответ: а)** 3, **б)** 6, в) 4.

6. При равномерном движении частицы по окружности вектор её ускорения

**Ответ: а)** равен нулю, б) направлен по касательной к траектории, **в)** направлен к центру.

7. Энергия гармонических колебаний пропорциональна

**Ответ: а)** квадрату амплитуды, б) амплитуде, в) частоте колебаний.

8. Вектор момента импульса свободного гироскопа

**Ответ: а)** совпадает с его осью, б) равен нулю, в) перпендикулярен оси гироскопа.

9. Частицы среды колеблются по закону  $\xi(x, t) = a \cos(\omega t - kx)$ . Волна при этом

**Ответ: а)** является стоячей, **б)** распространяется в сторону возрастания  $x$  со скоростью  $\omega/k$ , в) распространяется в сторону меньших  $x$  со скоростью  $k/\omega$ .

10. Стержень из материала с модулем упругости  $E$  растянут так, что линейная деформация равна  $\varepsilon$ . Чему равна удельная потенциальная энергия деформации?

**Ответ: а)**  $u = E\varepsilon$ , б)  $u = E\varepsilon/2$ , **в)**  $u = E\varepsilon^2/2$ , г)  $u = E\varepsilon^2$ .

11. Как связаны модуль упругости  $E$  и модуль сдвига  $G$  для одного и того же материала, если известен коэффициент Пуассона  $\mu$ ?

Ответ: а)  $G = \frac{2E}{1+\mu}$ , б)  $G = \frac{E}{1+\mu}$ , в)  $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$ , г)  $G = \frac{E}{2+\mu}$ .

12. Стержень растянут силой  $F$  на длину  $\Delta l$ . Чему равна потенциальная энергия деформации?

Ответ: а)  $U = F\Delta l$ , б)  $U = F\Delta l/2$ , в)  $U = F(\Delta l)^2/2$ , г)  $U = F(\Delta l)^2$ .

13. При движении со скоростями, сравнимыми со скоростью света, что происходит с размерами тела?

Ответ: а) не меняются, б) уменьшается поперечный размер тела, в) уменьшается продольный размер тела.

14. Чему равна энергия тела, движущегося со скоростью, сравнимой со скоростью света?

Ответ: а)  $mc^2$ , б)  $mv^2/2$ , в)  $p^2/2m$ .

15. Какой вид имеет релятивистское уравнение динамики?

Ответ: а)  $\mathbf{F} = m\dot{\mathbf{a}}$ , б)  $\mathbf{F} = \dot{\mathbf{a}}/\sqrt{1 - (v/c)^2}$ , в)  $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$ .

## 2) расчётные задачи:

1. Точка прошла половину пути со скоростью  $v_0$ . На оставшейся части пути она половину времени двигалась со скоростью  $v_1$ , а последний участок прошла со скоростью  $v_2$ . Найти среднюю за все время движения скорость точки.

Ответ:  $\langle v \rangle = 2v_0(v_1 + v_2)/(2v_0 + v_1 + v_2)$ .

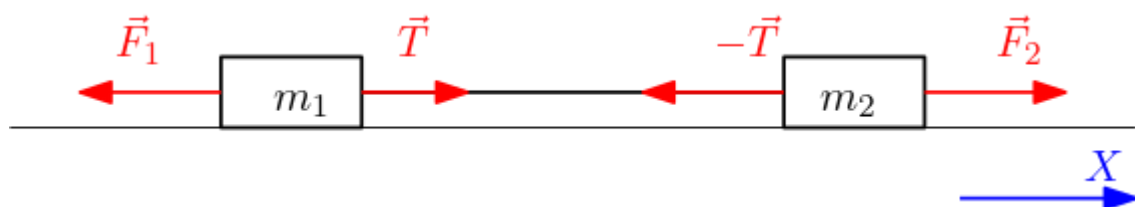
2. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5,1 км друг от друга. Через сколько времени снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели?

Ответ: через 0,41 или 0,71 мин.

3. На гладкой горизонтальной поверхности находятся два бруска массами  $m_1$  и  $m_2$ , которые соединены нитью. К брускам в момент  $t = 0$  приложили силы, противоположно направленные и зависящие от времени как  $F_1 = \alpha_1 t$  и  $F_2 = \alpha_2 t$ . Найти, через сколько времени нить порвётся, если сила натяжения на разрыв равна  $F$ .

### Решение

Составим схему:



Уравнения движения тел по второму закону Ньютона:

$$m_1 \vec{a}_1 = \vec{F}_1 + \vec{T},$$

$$m_2 \vec{a}_2 = \vec{F}_2 - \vec{T}.$$

Тела связаны нитью, поэтому их ускорения одинаковы:  $\vec{a}_1 = \vec{a}_2 = \vec{a}$ .

Запишем проекции уравнений на ось  $X$ :

$$m_1 a = -F_1 + T,$$

$$m_2 a = F_2 - T.$$

Чтобы избавиться от  $a$ , домножим первое уравнение на  $m_2$ , а второе на  $m_1$  и вычтем из первого уравнения второе:

$$T(m_1 + m_2) = m_2 F_1 + m_1 F_2.$$

Заменяя силы  $F_{1,2}$  их выражениями и учитывая, что в момент разрыва нити  $T=F$ , получаем

$$F(m_1 + m_2) = (m_2 a_1 + m_1 a_2)t.$$

Отсюда получаем выражение для  $t$ .

$$\text{Ответ: } t = F(m_1 + m_2) / (m_1 a_2 + m_2 a_1).$$

4. На горизонтальной плоскости находятся два тела: брусок и электромотор с батареей на подставке. На ось электромотора намотана нить, свободный конец которой соединен с бруском. Расстояние между обоими телами равно  $l$ , коэффициент трения между телами и плоскостью  $k$ . После включения мотора брусок, масса которого вдвое больше массы другого тела, начал двигаться с постоянным ускорением  $a$ . Через сколько времени оба тела столкнутся?

*Ответ:*

5. Самолет  $\tau = \sqrt{2l/(3a + kg)}$  делает «мертвую петлю» радиуса  $R = 500$  м с постоянной скоростью  $v = 360$  км/ч. Найти вес летчика массы  $m = 70$  кг в нижней, верхней и средней точках петли.

*Ответ:* 2,1, 0,7 и 1,5 кН.

6. Частица массы  $m$  движется по внутренней гладкой поверхности вертикального цилиндра радиуса  $R$ . Найти силу давления частицы на стенку цилиндра, если в начальный момент её скорость равна  $v_0$  и составляет угол  $\alpha$  с горизонтом.

*Ответ:*  $F = (mv_0^2/R) \cos^2 \alpha$ .

7. На экваторе с высоты  $h = 500$  м на поверхность Земли падает тело (без начальной скорости относительно Земли). На какое расстояние и в какую сторону отклонится от вертикали тело при падении?

*Ответ:* На восток на  $x \approx (2/3)\omega h \sqrt{2h/g} = 24$  см, где  $\omega$  — угловая скорость вращения Земли.

8. Две небольшие муфточки масс  $m_1 = 0,10$  кг и  $m_2 = 0,20$  кг движутся навстречу другу другу по гладкому горизонтальному проводу, изогнутому в виде окружности, с постоянными нормальными ускорениями  $a_1 = 3,0$  м/с<sup>2</sup> и  $a_2 = 9,0$  м/с<sup>2</sup>. Найти нормальное ускорение составной муфты, образовавшейся после столкновения.

*Ответ:*  $a_n = (m_1 \sqrt{a_1} - m_2 \sqrt{a_2})^2 / (m_1 + m_2)^2 = 2,0$  м/с<sup>2</sup>.

9. Небольшая шайба массы  $m = 5,0$  г начинает скользить, если ее положить на шероховатую поверхность полусферы на высоте  $h_1 = 60$  см от горизонтального основания

полусферы. Продолжая скользить, шайба отрывается от полусферы на высоте  $h_2 = 25$  см. Найти работу сил трения, действующих на шайбу при её соскальзывании.

*Ответ:*  $A = -mgh(3h_2/2 - h_1)$ .

10. Два твердых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1 = 3,0$  рад/с и  $\omega_0 = 4,0$  рад/с. Найти угловую скорость и угловое ускорение одного тела относительно другого.

*Ответ:*  $\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5$  рад/с.

11. Вычислить момент инерции медного однородного диска относительно его оси, если толщина диска  $b = 2,0$  мм и радиус  $R = 100$  мм.

*Ответ:*  $I = \pi r b R^4 / 2 = 2,8$  г·м<sup>2</sup>.

12. Два горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Моменты инерции дисков относительно этой оси  $I_1$  и  $I_2$ , угловые скорости  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . После падения верхнего диска на нижний оба диска из-за трения между ними начали через некоторое время вращаться как единое целое. Найти установившуюся угловую скорость вращения дисков.

*Ответ:*  $\omega = (I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2) / (I_1 + I_2)$ .

13. Найти период обращения спутника, движущегося вокруг некоторой планеты вблизи её поверхности, если средняя плотность планеты  $\rho = 3,3$  г/см<sup>3</sup>.

*Ответ:*  $T = \sqrt{3\pi / (G\rho)} \approx 1,8$  ч.

14. Цилиндрический сосуд высоты  $h$  с площадью основания  $S$  наполнен водой. В дне сосуда открыли отверстие площадью  $s \ll S$ . Пренебрегая вязкостью воды, определить, через сколько времени вся вода вытечет из сосуда.

*Ответ:*  $\tau \approx (S/s) \sqrt{2h/g}$ .

15. С противоположных сторон широкого вертикального сосуда, наполненного водой, открыли два одинаковых отверстия, каждое площадью  $S = 0,50$  см<sup>2</sup>. Расстояние между ними по высоте  $\Delta h = 51$  см. Найти результирующую силу реакции вытекающей воды.

*Ответ:*  $F = 2\rho g S \Delta h = 0,50$  Н.

16. Чему равна масса частицы, движущейся со скоростью, равной 0,1 скорости света, если её масса покоя равна 2 г?

*Ответ:* 1,02 г.

17. Твёрдое тело вращается относительно неподвижной оси с угловой скоростью 302 об/мин. Чему равна кинетическая энергия тела, если его момент инерции относительно этой оси равен 0,2 кг·м<sup>2</sup>?

*Ответ:* 100 Дж.

18. Стальной стержень длиной 1 м нагрузили так, что его длина увеличилась на 0,5 мм. Чему равно напряжение, создаваемое нагрузкой? (модуль Юнга принять равным 200 ГПа).

*Ответ:* 100 МПа.

19. Частица массы  $m$ , движущаяся со скоростью  $v_0$ , налетает на неподвижную частицу массы  $2m$ . Чему будет равна скорость первой частицы после абсолютно неупругого столкновения? (Вращательным движением пренебречь).

#### Решение

При абсолютно неупругом столкновении частицы продолжают движение с одинаковой скоростью. Поскольку внешние силовые поля отсутствуют, полный импульс системы до удара равен импульсу системы после удара. Пусть  $v$  — скорость частиц после столкновения. По закону сохранения импульса получаем

$$3m v = m v_0.$$

Отсюда находим  $v$ .

*Ответ:*  $v = v_0/3$ .



## Код и наименование компетенции: ОПК-1.5

Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

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

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.18 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

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

1. Чему равен момент импульса частицы массой  $m$  при её вращении по окружности радиуса  $r$  с угловой скоростью  $\omega$ ?

**Ответ: а)**  $mr^2\omega$ , б)  $mr\omega$ , в)  $mr\omega^2$ .

2. Запишите закон равноускоренного движения.

**Ответ: а)**  $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \vec{a}t^2/2$ , б)  $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{a}t^2/2$ , в)  $\vec{r}(t) = \vec{r}_0 + \vec{v}_0t + \vec{a}t$ .

3. Куда направлен вектор момента импульса частицы при её движении по эллиптической орбите?

**Ответ: а)** перпендикулярно плоскости орбиты, б) вдоль большой полуоси эллипса орбиты, в) вдоль малой полуоси эллипса орбиты.

4. Где находится Солнце при движении планеты по эллиптической орбите? **Ответ: а)** в точке фокуса эллипса, б) в центре эллипса.

5. Угловая скорость спутника Земли при его движении по эллиптической орбите **Ответ: а)** зависит от расстояния до Земли, б) является постоянной.

6. Траектория частицы в центральном поле **Ответ: а)** является плоской кривой, б) не всегда лежит в одной плоскости.

7. В какой системе отсчёта кинетическая энергия системы частиц минимальна? **Ответ: а)** в собственной системе отсчёта, б) в неподвижной системе отсчёта, в) в инерциальной системе отсчёта.

8. Может ли центр масс изолированной системы частиц двигаться с ускорением? **Ответ: а)** не может, б) может, в) может, если ускорение постоянно.

9. Брусок массы  $m$  покоится на горизонтальной плоскости. Чему равна сила трения, действующая на брусок? **Ответ: а)** нулю, б)  $\mu mg$ , где  $\mu$  — коэффициент трения.

10. Чему равен период малых колебаний математического маятника?

**Ответ: а)**  $2\pi\sqrt{l/g}$ , б)  $2\pi\sqrt{g/l}$ , в)  $\sqrt{ml/g}$ .

11. Чему равен период малых колебаний физического маятника?

**Ответ: а)**  $2\pi\sqrt{I/mgl}$ , б)  $2\pi\sqrt{mgl/I}$ , в)  $2\pi\sqrt{m/gl}$ ,

12. Какой формулой выражается теорема Гюйгенса-Штейнера? **Ответ: а)**  $I = I_c + ma^2$ , б)  $I + I_c = ma^2$ , в)  $I = mr^2$ .

13. При равномерном движении частицы по окружности вектор её ускорения

**Ответ: а)** равен нулю, б) направлен по касательной к траектории, в) направлен к центру.

14. Энергия гармонических колебаний пропорциональна

*Ответ:* а) квадрату амплитуды, б) амплитуде, в) частоте колебаний.

15. Вектор момента импульса свободного гироскопа

*Ответ:* а) совпадает с его осью, б) равен нулю, в) перпендикулярен оси гироскопа.

## 2) расчетные задачи:

1. Пушка и цель находятся на одном уровне на расстоянии 5,1 км друг от друга. Через сколько времени снаряд с начальной скоростью 240 м/с достигнет цели?  
*Ответ:* Через 0,41 или 0,71 мин.

2. На гладкой горизонтальной поверхности находятся два бруска массами  $m_1$  и  $m_2$ , которые соединены нитью. К брускам в момент  $t = 0$  приложили силы, противоположно направленные и зависящие от времени как  $F_1 = \alpha_1 t$  и  $F_2 = \alpha_2 t$ . Найти, через сколько времени нить порвётся, если сила натяжения на разрыв равна  $F$ .  
*Ответ:*  $t = F(m_1 + m_2) / (m\alpha_1 + m_2\alpha_2)$ .

3. Частица движется на плоскости по закону  $x(t) = \alpha t$ ,  $y(t) = \beta t^2$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - некоторые постоянные. Найти радиус кривизны траектории в точке с координатами (0;0).  
*Ответ:*  $R = \alpha^2 / (2\beta)$ .

4. Частица движется на плоскости по закону  $x(t) = \alpha t$ ,  $y(t) = \beta t^2$ , где  $\alpha$  и  $\beta$  - некоторые постоянные. В какой момент времени угол между вектором скорости частицы и осями  $x$  и  $y$  будет равен  $45^\circ$ ?

### Решение

Компоненты вектора скорости получаются дифференцированием координат по времени:

$$v_x = \dot{x} = \alpha, \quad v_y = \dot{y} = 2\beta t.$$

Угол между вектором скорости и осями  $x$  и  $y$  системы координат равен  $45^\circ$  когда проекции вектора скорости  $v_x$  и  $v_y$  равны друг другу:  $v_x = v_y$ . Отсюда получаем:

$$\alpha = 2\beta t.$$

Остаётся выразить отсюда время  $t$ .

*Ответ:*  $t = \alpha / (2\beta)$ .

5. Вычислить осевой момент инерции тонкого однородного диска радиуса  $R$  массой  $m$ . Ось проходит через центр диска перпендикулярно его плоскости.

*Ответ:*  $I = mR^2/2$ .

6. На горизонтальной плоскости находятся два тела: брусок и электромотор с батареей на подставке. На ось электромотора намотана нить, свободный конец которой соединён с бруском. Расстояние между обоими телами равно  $l$ , коэффициент трения между телами и плоскостью  $k$ . После включения мотора брусок, масса которого вдвое больше массы другого тела, начал двигаться с постоянным ускорением

а. Через сколько времени оба тела столкнутся?

Ответ:  $\tau = \sqrt{2l/(3a + kg)}$ .

7. Самолет делает «мертвую петлю» радиуса  $R = 500$  м с постоянной скоростью  $v = 360$  км/ч. Найти вес летчика массы  $m = 70$  кг в нижней, верхней и средней точках петли.

Ответ: 2,1, 0,7 и 1,5 кН.

8. Частица массы  $m$  движется по внутренней гладкой поверхности вертикального цилиндра радиуса  $R$ . Найти силу давления частицы на стенку цилиндра, если в начальный момент её скорость равна  $v_0$  и составляет угол  $\alpha$  с горизонтом.

Ответ:  $F = (mv_0^2/R) \cos^2 \alpha$ .

9. Частица массой 5 кг вращается по окружности радиуса 50 см с угловой скоростью 160 об/мин. Чему равна кинетическая энергия частицы?

Ответ:  $E = 175$  Дж.

10. Частица массой 35 г движется с постоянным ускорением, вектор которого имеет координаты  $\mathbf{a} = (1,5 \text{ м/с}^2; 2,5 \text{ м/с}^2)$ . Чему равен модуль силы, действующий на частицу?

Ответ:  $F = 0,1$  Н.

11. Брусок начал скользить вдоль горизонтальной плоскости со скоростью 6,3 м/с. Какой путь пройдёт брусок до остановки, если коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,4?

Ответ: 5 м.

12. При равномерном вращении по окружности радиуса 16 см частица совершила один оборот за 0,5 с. Чему равно ускорение частицы?

Ответ:  $25 \text{ м/с}^2$ .

13. На диск, вращающийся с угловой скоростью 200 об/мин относительно своей оси, начинает действовать постоянный тормозящий момент сил, равный 0,6 Н·м. Чему равен момент инерции диска, если он остановился за время, равное 14 с?

Ответ:  $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

14. Тело бросили под углом  $45^\circ$  к горизонту со скоростью 40 м/с. Найти максимальную высоту подъёма тела.

Ответ: а) 41 м; б) 25 м; в) 120 м.

15. Координата частицы меняется по закону  $x(t) = a \sin(\omega t)$ , где  $a = 1,5$  см,  $\omega = 15$  рад/с. Чему равна скорость частицы при  $t = 0$ ?

Ответ:  $v = 0,23 \text{ м/с}$ .

## Код и наименование компетенции: ОПК-1.6

Владеет навыками использования знаний о методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук при решении практических задач, структурирования естественно-научной информации

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

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

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.18 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

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

1. Равномерное движение по окружности является равноускоренным?  
**Ответ: а)** нет; б) да.
2. Куда направлено ускорение при движении с постоянной по модулю скоростью?  
**Ответ: а)** по нормали к траектории; б) ускорение равно нулю; в) по касательной к траектории.
3. В какой системе отсчёта кинетическая энергия системы минимальна? **Ответ: а)** в собственной; б) в инерциальной; в) в неинерциальной.
4. Как изменяется энергия гармонических колебаний при увеличении частоты в два раза?  
**Ответ: а)** увеличивается в четыре раза; б) увеличивается в два раза; в) не меняется.
5. Где находится Солнце при движении планеты по эллиптической орбите? **Ответ: а)** в точке фокуса эллипса, б) в центре эллипса.
6. Угловая скорость спутника Земли при его движении по эллиптической орбите  
**Ответ: а)** зависит от расстояния до Земли, б) является постоянной.
7. Траектория частицы в центральном поле  
**Ответ: а)** является плоской кривой, б) не всегда лежит в одной плоскости.
8. В какой системе отсчёта кинетическая энергия системы частиц минимальна?  
**Ответ: а)** в собственной системе отсчёта, б) в неподвижной системе отсчёта, в) в инерциальной системе отсчёта.
9. Укажите единицу измерения энергии в СГС.  
**Ответ: а)** дина; **б)** эрг; в) Ньютон.
10. Какие единицы из приведённых соответствуют мощности в СИ?  
**Ответ: а)** эрг/с; **б)** Дж/с; в) Вт·ч.
11. Какие единицы из приведённых соответствуют мощности в СГС?  
**Ответ: а)** Дж/с; **б)** эрг/с; в) Вт·ч.
12. Какую размерность в единицах СИ имеет коэффициент  $k$  в формуле  $F = -k \cdot v$ ?  
**Ответ: а)** Н/(м·с); б) Н/м; **в)** кг/с.
13. Поперечный размер тела при его удлинении  
**Ответ: а)** не изменяется; б) увеличивается; **в)** уменьшается.

14. Возможно ли падение на центр в силовом поле с потенциальной энергией  $U = -a/r$  (момент импульса частицы не равен нулю)?

*Ответ:* а) да; б) нет.

15. При столкновении частиц скорость их центра масс

*Ответ:* а) не меняется; б) меняется.

## 2) расчетные задачи:

1. Две небольшие муфточки масс  $m_1 = 0,10$  кг и  $m_2 = 0,20$  кг движутся навстречу друг другу по гладкому горизонтальному проводу, изогнутому в виде окружности, с постоянными нормальными ускорениями  $a_1 = 3,0$  м/с<sup>2</sup> и  $a_2 = 9,0$  м/с<sup>2</sup>. Найти нормальное ускорение составной муфты, образовавшейся после столкновения.

*Ответ:*  $a_n = (m_1\sqrt{a_1} - m_2\sqrt{a_2})^2 / (m_1 + m_2)^2 = 2,0$  м/с<sup>2</sup>.

2. Небольшая шайба массы  $m = 5,0$  г начинает скользить, если ее положить на шероховатую поверхность полусферы на высоте  $h_1 = 60$  см от горизонтального основания полусферы. Продолжая скользить, шайба отрывается от полусферы на высоте  $h_2 = 25$  см. Найти работу сил трения, действующих на шайбу при её соскальзывании.

*Ответ:*  $A = -mgh(3h_2/2 - h_1)$ .  $a_n = (m_1\sqrt{a_1} - m_2\sqrt{a_2})^2 / (m_1 + m_2)^2 = 2,0$

3. Два твёрдых тела вращаются вокруг неподвижных взаимно перпендикулярных пересекающихся осей с постоянными угловыми скоростями  $\omega_1 = 3,0$  рад/с и  $\omega_0 = 4,0$  рад/с. Найти угловую скорость и угловое ускорение одного тела относительно другого.

*Ответ:*  $\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2} = 5$  рад/с.

4. Частица массы  $m$  движется по внутренней гладкой поверхности вертикального цилиндра радиуса  $R$ . Найти силу давления частицы на стенку цилиндра, если в начальный момент её скорость равна  $v_0$  и составляет угол  $\alpha$  с горизонтом.

*Ответ:*  $F = (mv_0^2/R) \cos^2 \alpha$ .

5. На экваторе с высоты  $h = 500$  м на поверхность Земли падает тело (без начальной скорости относительно Земли). На какое расстояние и в какую сторону отклонится от вертикали тело при падении?

*Ответ:* На восток на  $x \approx (2/3)\omega h \sqrt{2h/g} = 24$  см, где  $\omega$  -- угловая скорость вращения Земли.

6. Тело бросили под углом  $30^\circ$  к горизонту со скоростью  $28$  м/с. Найти максимальную высоту подъёма тела.

*Ответ:*  $10$  м.

7. Частица массой  $4$  кг вращается по окружности радиуса  $40$  см с угловой скоростью  $160$  об/мин. Чему равна кинетическая энергия частицы?

*Ответ:*  $E = 90$  Дж.

8. Частица массой 2 кг вращается по окружности радиуса 50 см с угловой скоростью 16 об/мин. Чему равна кинетическая энергия частицы?  
*Ответ:*  $E=0,7$  Дж.
9. Координата частицы меняется по закону  $x(t)=a \sin (\omega t)$ , где  $a=1,5$  см,  $\omega=15$  рад/с. Чему равна скорость частицы при  $t=0$ ?  
*Ответ:*  $v=0,23$  м/с.
10. Частица массой 35 г движется с постоянным ускорением, вектор которого имеет координаты  $\mathbf{a}=(1,5 \text{ м/с}^2; 2,5 \text{ м/с}^2)$ . Чему равен модуль силы, действующий на частицу?  
*Ответ:*  $F=0,1$  Н.
11. Брусок начал скользить вдоль горизонтальной плоскости со скоростью 6,3 м/с. Какой путь пройдёт брусок до остановки, если коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,4?  
*Ответ:* 5 м.
12. При равномерном вращении по окружности радиуса 16 см частица совершила один оборот за 0,5 с. Чему равно ускорение частицы?  
*Ответ:*  $25 \text{ м/с}^2$ .
13. На диск, вращающийся с угловой скоростью 200 об/мин относительно своей оси, начинает действовать постоянный тормозящий момент сил, равный 0,6 Н·м. Чему равен момент инерции диска, если он остановился за время, равное 14 с?  
*Ответ:*  $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .
14. Координата частицы меняется по закону  $x(t)=a \sin (\omega t)$ , где  $a=1,5$  см,  $\omega=15$  рад/с. Чему равна скорость частицы при  $t=2$  с?  
*Ответ:*  $v=3,5$  м/с.
15. Координата частицы изменяется по закону  $x(t) = a \cos(\omega t) + b \sin(\omega t)$ , где  $a=1,5$  см и  $b=0,5$  см. Является ли такое движение гармоническим колебанием? Если да, то чему равна амплитуда колебания?  
*Ответ:* является,  $A=1,8$  см.

## Код и наименование компетенции: ОПК-2.1

**Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений**

**Период окончания формирования компетенции: 4 семестр**

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

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.18 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

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

1. От чего зависит величина ускорения свободного падения?  
**Ответ: а)** от широты; б) от долготы; в) не зависит от географического положения.
2. Маятник Фуко демонстрирует  
**Ответ: а)** суточное вращение Земли; б) закон сохранения энергии; в) действие приливных сил.
3. На Земле при падении тела происходит  
**Ответ: а)** отклонение к востоку; б) отклонение к западу; в) падение происходит вдоль вертикали.
4. Когда сила Кориолиса обращается в ноль?  
**Ответ: а)** при нулевой скорости тела; б) в неинерциальной системе отсчёта; в) когда скорость тела перпендикулярна оси вращения системы отсчёта.
5. Угловая скорость вращения твёрдого тела увеличилась в два раза. Во сколько раз изменилась кинетическая энергия вращения?  
**Ответ: а)** увеличилась в четыре раза; б) не изменилась; в) увеличилась в два раза.
6. Момент инерции твёрдого тела  
**Ответ: а)** не зависит от размеров тела; б) зависит только от массы тела; **в)** зависит от размеров и массы тела.
7. Для чего используется баллистический маятник?  
**Ответ: а)** для измерения ускорения свободного падения; б) для измерения времени; **в)** для измерения скоростей.
8. Время движения маятника Максвелла для дисков разной массы  
**Ответ: а)** одно и то же; б) больше для более лёгких дисков; **в)** больше для более тяжёлых дисков.
9. Момент инерции тонкого однородного стержня больше, если ось вращения  
**Ответ: а)** проходит через центр масс стержня перпендикулярно стержню; **б)** проходит через конец стержня перпендикулярно стержню; в) проходит вдоль стержня.

10. При движении частицы с постоянной скоростью её ускорение  
*Ответ:* а) всегда равно нулю; б) равно нулю, либо направлено по касательной к траектории; в) равно нулю, либо направлено по нормали к траектории.
11. Энергия упругой деформации пропорциональна  
*Ответ:* а) относительной деформации; б) квадрату относительной деформации.
12. Работа потенциальной силы вдоль замкнутой траектории  
*Ответ:* а) максимальна; б) минимальна; в) равна нулю.
13. Идеальной называют жидкость у которой  
*Ответ:* а) плотность постоянна; б) вязкость отсутствует.
14. Модуль кручения  
*Ответ:* а) зависит только от материала, из которого изготовлено тело; б) зависит от размеров и формы тела.
15. Коэффициент Пуассона определяет  
*Ответ:* а) связь между напряжением и относительной деформацией; б) связь между относительными деформациями в разных плоскостях; в) вязкость жидкости.

## 2) расчетные задачи:

- Вычислить момент инерции медного однородного диска относительно его оси, если толщина диска  $b = 2,0$  мм и радиус  $R = 100$  мм.  
*Ответ:*  $I = \pi \rho b R^4 / 2 = 2,8 \text{ г} \cdot \text{м}^2$ .
- Два горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Моменты инерции дисков относительно этой оси  $I_1$  и  $I_2$ , угловые скорости  $\omega_1$  и  $\omega_2$ . После падения верхнего диска на нижний оба диска из-за трения между ними начали через некоторое время вращаться как единое целое. Найти установившуюся угловую скорость вращения дисков.  
*Ответ:*  $\omega = (I_1 \omega_1 + I_2 \omega_2) / (I_1 + I_2)$ .
- Найти период обращения спутника, движущегося вокруг некоторой планеты вблизи её поверхности, если средняя плотность планеты  $\rho = 3,3 \text{ г/см}^3$ .  
*Ответ:*  $T = \sqrt{3\pi / (G\rho)} \approx 1,8 \text{ ч}$ .
- Цилиндрический сосуд высоты  $h$  с площадью основания  $S$  наполнен водой. В дне сосуда открыли отверстие площадью  $s \ll S$ . Пренебрегая вязкостью воды, определить, через сколько времени вся вода вытечет из сосуда.  
*Ответ:*  $\tau \approx (S/s) \sqrt{2h/g}$ .
- Закон движения материальной точки имеет вид  $x = 2 + t - 0,5t^2$ . Найти скорость  $v$  точки в момент времени  $t = 2$  с.



Ответ:  $v = -1$  м/с.

5. Момент силы, действующий на тело, равен 9,8 Н·м. Через 10 с после начала вращения тело достигло угловой скорости 4 рад/с. Найти момент инерции тела.

Ответ:  $I = 24,5$  кг·м<sup>2</sup>;

6. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = 5 \sin(3/2\pi \cdot t)$  Найти момент времени, когда точка имеет фазу колебаний 0,927 рад.

Ответ:  $t = 0,2$  с.

7. Тело бросили под углом 30° к горизонту со скоростью 14 м/с. Найти максимальную высоту подъёма тела.

Ответ: 2,5 м.

8. Частица массой 2 кг вращается по окружности радиуса 40 см с угловой скоростью 16 об/мин. Чему равна кинетическая энергия частицы?

Ответ:  $E = 0,45$  Дж.

9. Координата частицы изменяется по закону  $x(t) = a \cos(\omega t) + b \sin(\omega t)$ , где  $a = 1,5$  см и  $b = 1,5$  см. Является ли такое движение гармоническим колебанием? Если да, то чему равна амплитуда колебания?

Ответ: является,  $A = 2,1$  см.

10. Вектор скорости частицы имеет координаты  $v = (1,0$  м/с;  $2,0$  м/с). Чему равна кинетическая энергия частицы, если её масса равна 2 кг?

Ответ:  $E = 5$  Дж.

11. Частица массой 2 кг вращается по окружности радиуса 50 см с угловой скоростью 16 об/мин. Чему равна кинетическая энергия частицы?

Ответ:  $E = 0,7$  Дж.

12. Координата частицы меняется по закону  $x(t) = a \sin(\omega t)$ , где  $a = 1,5$  см,  $\omega = 15$  рад/с. Чему равна скорость частицы при  $t = 0$ ?

Ответ:  $v = 0,23$  м/с.

13. Частица массой 35 г движется с постоянным ускорением, вектор которого имеет координаты  $a = (1,5$  м/с<sup>2</sup>;  $2,5$  м/с<sup>2</sup>). Чему равен модуль силы, действующий на частицу?

Ответ:  $F = 0,1$  Н.

14. Брусок начал скользить вдоль горизонтальной плоскости со скоростью 6,3 м/с. Какой путь пройдёт брусок до остановки, если коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,4?

Ответ: 5 м.

15. При равномерном вращении по окружности радиуса 16 см частица совершила один оборот за 0,5 с. Чему равно ускорение частицы?

Ответ:  $25$  м/с<sup>2</sup>.

16. На диск, вращающийся с угловой скоростью 200 об/мин относительно своей оси, начинает действовать постоянный тормозящий момент сил, равный 0,6 Н·м. Чему равен момент инерции диска, если он остановился за время, равное 14 с?

*Ответ:* 0,4 кг·м<sup>2</sup>.

Код и наименование компетенции: ОПК-2.2

Обработывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов

Период окончания формирования компетенции: 4 семестр

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

Дисциплины (модули) (блок 1):

Б1.О.18 Механика (1 семестр)

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

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

1. Укажите единицу измерения момента инерции в СИ.  
**Ответ: а)** кг·м<sup>2</sup>; б) кг·м; в) кг·м<sup>2</sup>/с.
2. Укажите единицу измерения импульса в СИ.  
**Ответ: а)** кг·м/с; б) Джоуль; в) кг·м<sup>2</sup>/с.
3. Укажите единицу измерения энергии в СГС.  
**Ответ: а)** дина; б) эрг; в) Ньютон.
4. Укажите единицу измерения ускорения в СИ.  
**Ответ: а)** см/с<sup>2</sup>; б) м/с<sup>2</sup>; в) мм/с<sup>2</sup>.
5. Укажите единицу измерения скорости в СГС.  
**Ответ: а)** дина; б) см/с; в) м/с.
6. Укажите единицу измерения энергии в СГС.  
**Ответ: а)** дина; б) эрг; в) Ньютон.
7. Какие единицы из приведённых соответствуют мощности в СИ?  
**Ответ: а)** эрг/с; б) Дж/с; в) Вт·ч.
8. Какие единицы из приведённых соответствуют мощности в СГС?  
**Ответ: а)** Дж/с; б) эрг/с; в) Вт·ч.
9. Какую размерность в единицах СИ имеет коэффициент  $k$  в формуле  $F=k \cdot v$ ?  
**Ответ: а)** Н/(м·с); б) Н/м; в) кг/с.
10. В консервативной механической системе сохраняется  
**Ответ: а)** энергия системы; б) момент импульса; в) импульс системы.
11. В замкнутой механической системе сохраняется  
**Ответ: а)** энергия системы; б) импульс системы.
12. Возможно ли падение на центр в силовом поле с потенциальной энергией  $U = -\alpha/r$ , если момент импульса частицы не равен нулю?  
**Ответ: а)** да; б) нет.

13. При столкновении частиц скорость их центра масс  
*Ответ:* а) не меняется; б) меняется.
14. Сколько степеней свободы у абсолютно твердого тела?  
*Ответ:* а) 3; б) 6; в) 4.
15. При равномерном движении частицы по окружности вектор её ускорения  
*Ответ:* а) равен нулю; б) направлен по касательной к траектории; в) направлен к центру.

2) расчетные задачи:

1. Тело бросили под углом  $60^\circ$  к горизонту с начальной скоростью 14 м/с. Найти максимальную высоту подъема тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.  
*Ответ:* 10 м.
2. Частица массой 12 г вращается по окружности радиуса 10 см. Чему равен момент импульса частицы, если её скорость равна 5 м/с.  
*Ответ:*  $6 \cdot 10^{-4}$  кг·м<sup>2</sup>/с.
3. Тело массой 12 г, движущееся со скоростью 10 м/с, ударяет в центр неподвижного тела массой 0,8 кг. После столкновения оба тела продолжают движение как одно целое. Найти скорость тел после столкновения.  
*Ответ:* 1,4 м/с.
4. Найти осевой момент инерции колеса массы 12 кг, считая его сплошным диском диаметром 60 см.  
*Ответ:* 0,54 кг·м<sup>2</sup>.
5. Самолет делает «мертвую петлю» радиуса  $R = 500$  м с постоянной скоростью  $v = 360$  км/ч. Найти вес летчика массы  $m = 70$  кг в нижней, верхней и средней точках петли.  
*Ответ:* 2,1, 0,7 и 1,5 кН.
6. Частица массы  $m$  движется по внутренней гладкой поверхности вертикального цилиндра радиуса  $R$ . Найти силу давления частицы на стенку цилиндра, если в начальный момент её скорость равна  $v_0$  и составляет угол  $\alpha$  с горизонтом.  
*Ответ:*  $F = (mv_0^2/R) \cos^2 \alpha$ .
7. Тело бросили под углом  $45^\circ$  к горизонту со скоростью 42 м/с. Найти расстояние до точки падения тела.  
*Ответ:* 180 м.
8. Вектор скорости частицы имеет координаты  $\mathbf{v} = (1,0 \text{ м/с}; 2,0 \text{ м/с})$ . Чему равна кинетическая энергия частицы, если её масса равна 4 кг?  
*Ответ:*  $E = 10$  Дж.

9. Координата частицы изменяется по закону  $x(t) = a \cos(\omega t) + b \sin(\omega t)$ , где  $a=1,5$  см и  $b=2,5$  см. Является ли такое движение гармоническим колебанием? Если да, то чему равна амплитуда колебания?

*Ответ:* является,  $A=2,9$  см.

10. Частица массой 2 кг вращается по окружности радиуса 50 см с угловой скоростью 16 об/мин. Чему равна кинетическая энергия частицы?

*Ответ:*  $E=0,7$  Дж.

11. Координата частицы меняется по закону  $x(t)=a \sin(\omega t)$ , где  $a=1,5$  см,  $\omega=15$  рад/с. Чему равна скорость частицы при  $t=0$ ?

*Ответ:*  $v=0,23$  м/с.

12. Частица массой 35 г движется с постоянным ускорением, вектор которого имеет координаты  $\mathbf{a}=(1,5 \text{ м/с}^2; 2,5 \text{ м/с}^2)$ . Чему равен модуль силы, действующий на частицу?

*Ответ:*  $F=0,1$  Н.

13. Брусок начал скользить вдоль горизонтальной плоскости со скоростью 6,3 м/с. Какой путь пройдёт брусок до остановки, если коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,4?

*Ответ:* 5 м.

14. При равномерном вращении по окружности радиуса 16 см частица совершила один оборот за 0,5 с. Чему равно ускорение частицы?

*Ответ:*  $25 \text{ м/с}^2$ .

15. На диск, вращающийся с угловой скоростью 200 об/мин относительно своей оси, начинает действовать постоянный тормозящий момент сил, равный 0,6 Н·м. Чему равен момент инерции диска, если он остановился за время, равное 14 с?

*Ответ:*  $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .