

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
цифровых технологий



Кургалин С. Д.

05.03.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.13 Механика и оптика**

- 1. Код и наименование направления подготовки:**  
10.05.01 Компьютерная безопасность
- 2. Профиль подготовки:**  
Анализ безопасности компьютерных систем
- 3. Квалификация выпускника:**  
специалист
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
кафедра цифровых технологий
- 6. Составители программы:**  
Киселев Евгений Александрович, кандидат физико-математических наук
- 7. Рекомендована:**  
НМС ФКН (протокол № 5 от 05.03.24)
- 8. Учебный год:** 2024-2025                      **Семестр:** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- ознакомление обучающихся с основными методами и моделями классической механики, гидродинамики и оптики;
- формирование базовых навыков в области математического моделирования.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение фундаментальных физических понятий и моделей;
- обучение умению применять теоретические знания для решения типовых задач;
- формирование навыков постановки и решения конкретных, с учетом особенностей специализации, физических и инженерных задач.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана.

Для успешного изучения данного курса необходимо предварительное изучение следующих дисциплин: математический анализ, алгебра.

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

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1	Знает основные законы механики и оптики	Знать: формализм и основные законы классической механики, основные уравнения гидродинамики, основные методы и достижения оптики, а также границы их применимости
		ОПК-4.4	Знает основы теории колебаний и волн, оптики	Знать: основные законы колебательного и волнового движения
		ОПК-4.6	Умеет использовать математические модели физических явлений и процессов	Уметь: построить конкретную физическую модель и реализовать ее содержание в прикладных задачах; проводить анализ полученных теоретических результатов Владеть: приемами и методами решения типовых задач, представлениями о перспективных направлениях научных исследований в теоретической механике и их потенциальных возможностях при практической реализации в специальных областях
		ОПК-4.7	Умеет решать типовые прикладные физические задачи	Уметь: построить конкретную физическую модель и реализовать ее содержание в прикладных задачах; проводить анализ полученных теоретических результатов Владеть: приемами и методами решения типовых задач
		ОПК-4.8	Владеет методами исследования физических явлений и процессов	Владеть: методами исследования, применяемыми в классической механике, гидродинамике и оптике

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 2/72.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		2 семестр
Аудиторные занятия	50	50
в том числе:	лекции	34
	практические	
	лабораторные	16
Самостоятельная работа	22	22
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой)		
Итого:	72	72

### 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	Механика материальной точки	Основы экспериментальной физики. Предмет и основные задачи классической механики. Способы описания движения материальной точки. Законы Ньютона. Принцип относительности Галилея. Импульс частицы. Импульс системы частиц. Законы изменения и сохранения импульса. Центр масс. Момент импульса. Момент силы. Законы изменения и сохранения момента импульса. Работа. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Полная механическая энергия. Законы изменения и сохранения механической энергии.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
1.2	Простейшие задачи механики материальной точки	Одномерное движение. Точки поворота. Финитное и инфинитное движение. Потенциальная яма и потенциальный барьер. Движение в центральном поле. Эффективный потенциал. Задача двух тел. Задача Кеплера. Движение в кулоновском поле отталкивания.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
1.3	Механика твердого тела	Поступательное и вращательное движение твердого тела. Углы Эйлера. Угловая скорость. Вращение вокруг неподвижной оси: момент инерции, теорема Штейнера. Сложное движение: тензор инерции, главные оси. Кинетическая энергия твердого тела. Гироскопы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
1.4	Теория колебаний	Свободные одномерные колебания. Уравнение движения линейного гармонического осциллятора. Частота и энергия свободных колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Периодическая вынуждающая сила. Резонанс. Сложение гармонических колебаний. Колебания систем со многими степенями свободы. Механические волны. Волновое уравнение.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
1.5	Основы механики сплошных сред	Модель сплошной среды. Уравнение непрерывности. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера. Несжимаемая жидкость. Гидростатика. Барометрическая формула. Стационарное течение жидкости. Уравнение Бернулли для течения жидкости в поле тяжести. Звуковые волны.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
1.6	Основы оптики	Геометрическая оптика. Принцип Ферма.	<a href="https://">https://</a>

		Линзы. Волновая оптика. Принцип Гюйгенса-Френеля. Интерференция. Дифракция. Голография. Основы экспериментальной физики.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Механика материальной точки	Основы экспериментальной физики. Способы описания движения материальной точки. Законы Ньютона. Законы изменения и сохранения импульса. Законы изменения и сохранения момента импульса. Законы изменения и сохранения механической энергии.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
2.2	Простейшие задачи механики материальной точки	Одномерное движение. Потенциальная яма и потенциальный барьер. Движение в центральном поле. Эффективный потенциал. Задача Кеплера.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
2.3	Механика твердого тела	Угловая скорость. Вращение вокруг неподвижной оси: момент инерции, теорема Штейнера. Кинетическая энергия твердого тела.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
2.4	Теория колебаний	Свободные одномерные колебания. Частота и энергия свободных колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Периодическая вынуждающая сила. Резонанс.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
2.5	Основы механики сплошных сред	Несжимаемая жидкость. Гидростатика. Барометрическая формула. Уравнение Бернулли для течения жидкости в поле тяжести.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>
2.6	Основы оптики	Геометрическая оптика. Линзы. Волновая оптика. Интерференция. Дифракция.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4032</a>

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)			
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Механика материальной точки	6	2	2	10
2	Простейшие задачи механики материальной точки	4	2	4	10
3	Механика твердого тела	8	2	4	14
4	Теория колебаний	6	2	4	12
5	Основы механики сплошных сред	4	2	4	10
6	Основы оптики	6	6	4	16
	Итого:	34	16	22	72

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

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины.

Лекционные занятия формируют базу для лабораторных занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и лабораторных занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, конспектов лабораторных занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Больше количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы. Обязательным элементом самостоятельной работы является выполнение домашнего задания.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения требуется выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

В рамках дисциплины предусмотрено проведение трёх текущих аттестаций за семестр. Результаты текущей успеваемости учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в соответствии с положением П ВГУ 2.1.04.16–2019 «Положение о текущей и промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся на факультете компьютерных наук Воронежского государственного университета с использованием балльно-рейтинговой системы».

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха при необходимости допускается присутствие на лекциях и лабораторных занятиях ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на зачете может быть

увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и лабораторных занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 1 : Механика — 2022. — 340 с. — ISBN 978-5-8114-9196-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/187811">https://e.lanbook.com/book/187811</a> >
2	Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 4 : Волны. Оптика — 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-9198-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — <URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/187737">https://e.lanbook.com/book/187737</a> >

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Борзунов С. В. Основы теоретической механики. Механика материальной точки : учебное пособие / С. В. Борзунов, Е. А. Киселев, Н. П. Стадная ; Воронежский государственный университет. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. — 124 с.
2	Задачи по теоретической механике : учебно-методическое пособие. Ч. 1 / Н. Л. Манаков, А. А. Некипелов, В. Д. Овсянников. — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006. — 54 с. — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/mar06002.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/mar06002.pdf</a> >
3	Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. — 11-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 434 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/?page=book&amp;id=462150&amp;razdel=257">http://biblioclub.ru/?page=book&amp;id=462150&amp;razdel=257</a> >
4	Иродов, И. Е. Механика. Основные законы / И. Е. Иродов. — 13-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 312 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=462297">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=462297</a> >
5	Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы / И. Е. Иродов. — 7-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 265 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214550">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214550</a> >
6	Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том I. Механика [Электронный ресурс]: Учеб. пособ. для вузов / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. — 5-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 224 с. — <URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922108195.html</a> >
7	Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Т. VI. Гидродинамика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 728 с.
8	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: В 5 т. / Д. В. Сивухин. — Москва : Физматлит, 2014. — Т. 1 : Механика. — 560 с.
9	Сивухин, Д. В. Общий курс физики: В 5 т. / Д. В. Сивухин. — Москва : Физматлит, 2013. — Т. 4 : Оптика. — 791 с.

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

№ п/п	Ресурс
1	ЗНБ ВГУ: <a href="https://lib.vsu.ru/">https://lib.vsu.ru/</a>
2	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система "Лань": <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4	Электронно-библиотечная система "Консультант студента": <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
5	Электронный университет ВГУ: <a href="https://edu.vsu.ru/">https://edu.vsu.ru/</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№	Источник
---	----------

п/п	
1	Борзунов С. В. Основы теоретической механики. Механика материальной точки : учебное пособие / С. В. Борзунов, Е. А. Киселев, Н. П. Стадная ; Воронежский государственный университет. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022. — 124 с.
2	Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. — 11-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 434 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/?page=book&amp;id=462150&amp;razdel=257">http://biblioclub.ru/?page=book&amp;id=462150&amp;razdel=257</a> >
3	Иродов, И. Е. Механика. Основные законы / И. Е. Иродов. — 13-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 312 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=462297">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=462297</a> >
4	Иродов, И. Е. Волновые процессы. Основные законы / И. Е. Иродов. — 7-е изд. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 265 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214550">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214550</a> >

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

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала [edu.vsu.ru](http://edu.vsu.ru), а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

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

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Для лабораторных работ по механике предусмотрена лаборатория № 145 (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» и «Молекулярная физика»; 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.);
  - компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.)
- Для лабораторных работ по оптике предусмотрена лаборатория № 427 общего физического практикума, лабораторное оборудование, оптические приборы:

- лабораторные комплексы ЛКО-11, ЛКО-1А, ЛКО-3;
- лабораторные модули МРО-1, МРО-2, МРО-3, МУК-ОВ включающие, в том числе, гелий-неоновый и полупроводниковый лазеры, гониометры, рефрактометр, фотоколориметры,

монохроматоры, оптические модульные установки с наборами модулей, объективы, дуговые ртутные лампы с источниками питания, поляриметры, микроскопы, линзы, кюветы, колбы, мензурки, химикаты, голографическая демонстрационная установка);

- поляриметр круговой СМ-3;
- рефрактометр ИФР-454Б2М;
- фотометр КФК-5М;
- дифракционные решётки 530 линий/мм (5 шт.);
- диафрагма с одиночной щелью и нитью (5 шт.);
- кристалл с двухлучевым преломлением (2 шт.);
- лабораторная установка «Дифракция на одной щели» (4 шт.);
- лабораторная установка «Закон Стефана-Больцмана» (2 шт.);
- лабораторная установка «Уравнение линзы» (2 шт.);
- лабораторная установка «Бипризма Френеля» (2 шт.);
- спектрофотометр ПЭ-5300ВИ (2 шт.);
- стеклянная вставка для опытов с кольцами Ньютона (3 шт.);
- учебная установка "Изучение внешнего фотоэффекта" Модель ЭЛБ-190.028.04 (1 шт.);
- цифровая фотокамера Olympus;
- компьютер HP ProDesk 400 G5 DM с монитором ЖК 22" BenQ BL2283 и колонками (1 шт.).

## 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	Разделы 1-6	ОПК-4	ОПК-4.1	Контрольная работа, лабораторная работа
2	Разделы 4, 6	ОПК-4	ОПК-4.4	Контрольная работа, лабораторная работа
3	Разделы 1-6	ОПК-4	ОПК-4.6	Контрольная работа, лабораторная работа
4	Разделы 1-6	ОПК-4	ОПК-4.7	Контрольная работа, лабораторная работа
5	Разделы 1-6	ОПК-4	ОПК-4.8	Контрольная работа, лабораторная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				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: контрольная работа, лабораторная работа

### Контрольная работа № 1

Задание 1 (15 баллов). Тело движется вдоль оси  $x$ . Его скорость изменяется по закону  $v_x(t)=3t^2+5t^3$ . Определите ускорение тела, а также время, за которое оно пройдет путь 10 м (считая от момента  $t=0$ ).

Задание 2 (15 баллов). Тело движется по окружности радиусом 3 м. Модуль его скорость зависит от времени по закону  $v(t)=t \operatorname{arctg}(t)$ . Найдите тангенциальное, нормальное и полное ускорение тела в момент времени  $t=1$  с.

Задание 3 (20 баллов). Снаряд массой  $m$  вылетел из орудия под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0$ . На снаряд в процессе полета действует сила сопротивления воздуха, пропорциональная скорости. Коэффициент сопротивления равен  $k$ . Найдите закон движения снаряда.

### Контрольная работа № 2

Задание 1 (15 баллов). Получите формулу для момента инерции однородного тонкого стержня массой  $m$  и длиной  $L$ . Ось вращения перпендикулярна стержню и проходит через один из его концов.

Задание 2 (20 баллов). Первоначально покоившийся однородный цилиндр массой  $m$  и радиусом  $R$  скатывается без проскальзывания с наклонной плоскости длиной  $L$ , расположенной под углом  $\alpha$  к горизонту. Определите угловую скорость цилиндра в конце спуска.

Задание 3 (15 баллов). Амплитуда затухающих колебаний тела уменьшилась в 3 раза за 1 мин. Период затухающих колебаний равен 10 с. Определите декремент затухания, логарифмический декремент затухания, время релаксации и добротность.

### Контрольная работа № 3

Задание 1 (15 баллов). Тела движутся вдоль одной прямой навстречу друг другу. Их скорости одинаковы, а масса одного из тел в 5 раз больше, чем у другого. Какая доля первоначальной энергии тел перейдет в тепловую в результате абсолютно неупругого удара?

Задание 2 (15 баллов). Определите оптическую силу и фокусные расстояния тонкой стеклянной линзы в жидкости с показателем преломления  $n_0 = 1,7$ , если ее оптическая сила в воздухе  $\Phi_0 = -5,0$  дптр.

Задание 3 (20 баллов). Шарик сбрасывают с неизвестной высоты  $h$ , которую требуется определить. Для этого измеряют время падения  $t$  с помощью секундомера. В ходе 10 измерений получен следующий ряд значений:

Номер опыта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t$ , с	1.1	1.2	0.7	1.1	0.9	0.7	1.1	0.9	1.2	0.9

Цена деления секундомера равна 0.1 с. Определите по этим данным:

1. Среднее значение высоты  $h$ .
2. Погрешность косвенных измерений  $h$ .

При расчетах использовать формулу  $h=gt^2/2$ . Ускорение свободного падения  $g$  принять равным  $9.81$  м/с<sup>2</sup>. Таблица значений коэффициента Стьюдента содержится в раздаточных материалах.

#### Критерии оценивания контрольных работ

- 0-24 балла — «неудовлетворительно»
- 25-34 балла — «удовлетворительно»
- 35-44 балла — «хорошо»
- 45-50 баллов — «отлично»

Перечень лабораторных работ

1. Измерение длины с использованием нониуса.
2. Экспериментальное определение плотности материала.
3. Изучение законов сохранения импульса и механической энергии.
4. Изучение движения гироскопа.
5. Измерение моментов инерции.
6. Изучение интерференции и дифракции.

Типовое задание для лабораторной работы  
Лабораторная работа № 1  
«Измерение длины с использованием нониуса»

Цель работы: научиться использовать нониус и проводить оценку погрешности прямых измерений.

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает проведение эксперимента по измерению высоты и диаметра тела цилиндрической формы и обработку его результатов. Отчёт о работе проводится в виде собеседования и заключается в демонстрации результатов эксперимента, а также ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки: для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить методику проведения эксперимента и расчетов, верно ответить на дополнительные вопросы.

Задание: провести серию из 10 измерений высоты и диаметра тела цилиндрической формы. Вычислить средние значения высоты и диаметра, а также оценить погрешность прямых измерений этих величин.

**Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине**

Задания с выбором ответа

№	Задание	Варианты ответа	Верный ответ
1	Точка движется по закону $r(t) = At - 7Bt \sin(\pi t)$ , $A, B = \text{const}$ . Найдите ее скорость в момент времени $t = 3$ с.	a) $v = A + 21\pi B$ b) $v = A - 21\pi B$ c) $v = A + 21B$ d) $v = A - 21B$ e) $v = A + 7\pi B$ f) $v = A - 7\pi B$ g) $v = A + 7B$ h) $v = A - 7B$	a
2	Точка движется по закону $r(t) = At^2 + B \cos(\pi t)$ , $A, B = \text{const}$ . Найдите ее скорость в момент времени $t = 5$ с.	a) $v = 10A + \pi B$ b) $v = 10A - \pi B$ c) $v = 10A$ d) $v = -10A$ e) $v = 2A + \pi B$ f) $v = 2A - \pi B$ g) $v = 2A$ h) $v = -2A$	c
3	Скорость точки изменяется по закону $v(t) = At^2 + 12B \ln(1+t)$ , $A, B = \text{const}$ . Найдите ее	a) $a = 10A + 72B$	c

	ускорение в момент времени $t = 5$ с.	b) $a = 10A - 72B$ c) $a = 10A + 2B$ d) $a = 10A - 2B$ e) $a = 10A + 12B \ln 6$ f) $a = 10A - 12B \ln 6$ g) $a = 5A + 12B \ln 6$ h) $a = 5A - 12B \ln 6$	
4	Скорость точки изменяется по закону $v(t) = A - Be^{-5t}$ , $A, B = \text{const}$ . Найдите ее ускорение в момент времени $t = 2$ с.	a) $a = 5A + Be^{-10}$ b) $a = 5A + B$ c) $a = A + 5Be^{-10}$ d) $a = A + 5B$ e) $a = Be^{-10}$ f) $a = B$ g) $a = 5Be^{-10}$ h) $a = 5B$	g
5	Точка движется по окружности радиусом $R = 5$ м. Модуль ее скорости изменяется по закону $v(t) = t^2 + 1$ . Найдите модуль полного ускорения точки в момент времени $t = 3$ с.	a) $a \approx 7.2 \text{ м/с}^2$ b) $a \approx 15.3 \text{ м/с}^2$ c) $a \approx 18.1 \text{ м/с}^2$ d) $a \approx 20.9 \text{ м/с}^2$ e) $a = 6 \text{ м/с}^2$ f) $a = 10 \text{ м/с}^2$ g) $a = 20 \text{ м/с}^2$ h) $a = 31 \text{ м/с}^2$	d
6	Точка движется по окружности радиусом $R = 10$ м. Модуль ее скорости изменяется по закону $v(t) = 8t + 2$ . Найдите модуль полного ускорения точки в момент времени $t = 1$ с.	a) $a \approx 12.8 \text{ м/с}^2$ b) $a \approx 18.3 \text{ м/с}^2$ c) $a \approx 20.1 \text{ м/с}^2$ d) $a \approx 22.9 \text{ м/с}^2$ e) $a = 8 \text{ м/с}^2$ f) $a = 12 \text{ м/с}^2$ g) $a = 22 \text{ м/с}^2$ h) $a = 33 \text{ м/с}^2$	a
7	Точка массой $m = 1$ кг движется вдоль оси $x$ под действием силы $F_x = -3v_x$ . Найдите ее скорость $v_x$ в момент времени $t = 1$ с. Начальная скорость $v_x(0) = 1$ м/с.	a) $v_x \approx -0.09 \text{ м/с}$ b) $v_x \approx 0.05 \text{ м/с}$ c) $v_x \approx 0.11 \text{ м/с}$ d) $v_x \approx 0.15 \text{ м/с}$ e) $v_x = -3 \text{ м/с}$ f) $v_x = -0.9 \text{ м/с}$ g) $v_x = 1 \text{ м/с}$ h) $v_x = 1.1 \text{ м/с}$	b
8	Точка массой $m = 2$ кг движется вдоль оси $x$ под действием силы $F_x = -8v_x$ . Найдите ее скорость $v_x$ в момент времени $t = 0.5$ с. Начальная скорость $v_x(0) = 5$ м/с.	a) $v_x \approx -0.25 \text{ м/с}$ b) $v_x \approx 0.31 \text{ м/с}$ c) $v_x \approx 0.35 \text{ м/с}$ d) $v_x \approx 0.68 \text{ м/с}$ e) $v_x = -5 \text{ м/с}$	d

		f) $v_x = -2.9$ м/с g) $v_x = 3$ м/с h) $v_x = 3.1$ м/с	
9	Потенциальная энергия тела имеет вид $U(x, y, z) = x + yz$ . Найти модуль силы, которая действует на него в точке (1, -1, 3).	a) $\approx 3.3$ Н b) $\approx 3.7$ Н c) $\approx 4.1$ Н d) $\approx 5.0$ Н e) 2 Н f) 3 Н g) 5 Н h) 11 Н	a
10	Потенциальная энергия тела имеет вид $U(x, y, z) = 2xy + z$ . Найти модуль силы, которая действует на него в точке (1, -2, 1).	a) $\approx 4.3$ Н b) $\approx 4.6$ Н c) $\approx 5.1$ Н d) $\approx 6.0$ Н e) 3 Н f) 4 Н g) 6 Н h) 12 Н	b

### Задания с кратким ответом

№	Задание	Верный ответ
1	Два шарика массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг летят навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 50$ м/с и $v_2 = 30$ м/с соответственно. Найти модуль скорости первого шарика после упругого центрального столкновения (в м/с).	46
2	Угол поворота твердого тела зависит от времени по закону $\varphi(t) = 2t^5$ . Найдите тангенциальное ускорение $a_t$ точки, находящейся на расстоянии $R = 2$ м от оси вращения в момент времени $t = 1$ с (в м/с <sup>2</sup> ).	80
3	Однородный диск с моментом инерции $I = 5$ кг·м <sup>2</sup> вращается без трения с угловой скоростью $\omega = 6$ с <sup>-1</sup> вокруг горизонтальной оси, проходящей через его центр. Какую минимальную силу $F$ (в Н) нужно приложить к его ободу, чтобы диск остановился через $t = 1$ с? Радиус диска $R = 3$ м.	10
4	Определите циклическую частоту (в с <sup>-1</sup> ) колебаний математического маятника, подвешенного на нити длиной $L = 0.4$ м. Ускорение свободного падения примите равным $10$ м/с <sup>2</sup> .	5
5	Расстояние между щелями $d$ в опыте Юнга равно 1 мм, экран находится на расстоянии $L = 2$ м от них. На щели нормально падает излучение красного лазера с длиной волны $\lambda = 600$ нм. На каком расстоянии (в мм) от середины интерференционной картины находится максимум пятого порядка?	6

### Задания с развёрнутым ответом

**Задание 1.** Дайте определение понятий радиус-вектор, скорость и ускорение материальной точки.

Ответ:

1) Радиус-вектор – это вектор, проведенный из начала координат в точку наблюдения ИЛИ  $\mathbf{r} = (x, y, z)$ , где  $x, y, z$  – координаты точки наблюдения.

2)  $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$  ИЛИ  $v_x = dx/dt, v_y = dy/dt, v_z = dz/dt$ .

3)  $\mathbf{a} = d\mathbf{v}/dt$  ИЛИ  $a_x = dv_x/dt, a_y = dv_y/dt, a_z = dv_z/dt$ .

**Задание 2.** Запишите формулы для тангенциального, нормального и полного ускорения материальной точки.

Ответ:

1)  $a_t = dv/dt$ .

2)  $a_n = v^2/R$ , где  $R$  – радиус кривизны траектории.

3)  $a^2 = a_t^2 + a_n^2$ .

**Задание 3.** Сформулируйте три закона Ньютона.

Ответ:

1) Существуют системы отсчета, в которых свободная материальная точка движется равномерно и прямолинейно.

2)  $m\mathbf{a} = \mathbf{F}$ , где  $\mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \dots$  – равнодействующая сила.

3) Силы, с которыми взаимодействуют две материальные точки, равны по модулю, противоположны, направлены вдоль прямой, соединяющей точки, и являются силами одной природы.

**Задание 4.** Запишите формулы для импульса, момента импульса и кинетической энергии материальной точки.

Ответ:

1)  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ .

2)  $\mathbf{M} = [\mathbf{r}, \mathbf{p}]$  ИЛИ  $\mathbf{M} = [\mathbf{r} \times \mathbf{p}]$  ИЛИ  $\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{p}$ .

3)  $T = mv^2/2$ .

**Задание 5.** Сформулируйте три основных закона геометрической оптики.

Ответ:

1) Закон прямолинейного распространения: в однородной среде луч света распространяется прямолинейно.

2) Закон отражения: луч падающий, отраженный и перпендикуляр к отражающей поверхности, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости, причем угол падения равен углу отражения.

Замечание: допускается ответ в виде рисунка и формулы  $\alpha = \beta$ .

3) Закон преломления: луч падающий, преломленный и перпендикуляр к границе двух сред, восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости, причем  $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$  (или  $\sin \alpha / \sin \beta = n_2 / n_1$  или  $\sin \alpha / \sin \beta = n_{12}$ , где  $n_{12}$  – относительный показатель преломления).

Критерии оценивания	Шкала оценок (в баллах)
Обучающийся дал полный ответ.	3 балла
Обучающийся дал полный ответ. Допускаются незначительные неточности.	2 балла
Обучающийся дал частичный ответ. Ответ не содержит грубых ошибок.	1 балл
Отсутствует большая часть ответа. Присутствуют грубые ошибки.	0 баллов

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: комплект КИМ

Перечень вопросов к зачёту:

1. Радиус-вектор, скорость и ускорение материальной точки.
2. Описание движения с помощью декартовых, цилиндрических и сферических координат.
3. Тангенциальное, нормальное и полное ускорение.
4. Классический закон сложения скоростей.
5. Законы Ньютона.
6. Преобразования Галилея. Принцип относительности Галилея.
7. Импульс частицы. Импульсная форма второго закона Ньютона.
8. Импульс системы частиц. Законы изменения и сохранения импульса.
9. Центр масс. Ц-система.
10. Момент импульса частицы. Уравнение моментов.
11. Момент импульса системы частиц. Законы изменения и сохранения момента импульса.
12. Собственный момент импульса.
13. Работа, мощность, кинетическая энергия.
14. Консервативные силы. Потенциальная энергия.
15. Работа сил тяжести, гравитации и упругости.
16. Гироскопические и диссипативные силы.
17. Полная механическая энергия. Законы изменения и сохранения механической энергии.
18. Теорема Кенига.
19. Одномерное движение под действием консервативных сил.
20. Движение в поле центральных сил.
21. Задача Кеплера.
22. Движение в кулоновском поле отталкивания.
23. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Углы Эйлера.
24. Угловая скорость и угловое ускорение.
25. Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения.
26. Теорема Штейнера.
27. Тензор инерции. Главные оси.
28. Прецессия гироскопа.
29. Одномерные гармонические колебания. Физический маятник.
30. Одномерные затухающие колебания.
31. Вынужденные колебания. Резонанс.
32. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения.
33. Сложение взаимоперпендикулярных гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу.
34. Колебания систем со многими степенями свободы. Нормальные колебания.
35. Механические волны. Волновое уравнение.
36. Модель сплошной среды. Уравнение непрерывности.
37. Идеальная жидкость. Уравнение Эйлера.
38. Гидростатика. Барометрическая формула.
39. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.
40. Звук. Скорость звука в газах.
41. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления в геометрической оптике.
42. Линзы.
43. Интерференция. Временная и пространственная когерентность.
44. Дифракция. Дифракционная решетка.
45. Принципы голографии.
46. Способы оценки погрешности прямых измерений.
47. Способы оценки погрешности косвенных измерений.

КИМ состоит из двух вопросов из перечня. На подготовку дается 1 час, после чего проводится собеседование, в ходе которого могут быть заданы дополнительные и уточняющие вопросы.

Критерии оценивания:

1. Знание основных определений и теоретических положений.
2. Понимание сущности законов механики и оптики.
3. Умение применять приобретенные теоретические знания для объяснения явлений и процессов.
4. Понимание области применения законов механики и оптики.

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует высокий уровень владения материалом, ориентируется в предметной области, верно отвечает на все дополнительные вопросы.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному или двум из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Допускаются ошибки при воспроизведении части теоретических положений.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трём из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Сформированные знания основных понятий, определений и теорем, изучаемых в курсе, не всегда полное их понимание с затруднениями при воспроизведении.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырём из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные знания (либо их отсутствие) основных понятий, определений и теорем, используемых в курсе.	–	Неудовлетворительно