

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
общей физики  
/ Клинских А.Ф. /  
02.06.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.18 Механика**

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.03.02 Физика
2. Профиль подготовки/специализация: Физика твёрдого тела; Физика лазерных и спектральных технологий; Ядерная и медицинская физика
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: \_ НМС физического факультета ВГУ, протокол № 5 от 25.05.2023г.
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 ООП:

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 в объёме среднего образования.

## 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 учётом 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 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-1.5	Умеет использовать знания основных законов естественнонаучных дисциплин в	Студент должен: знать основные положения механики и её разделов, таких как: кинематика, динамика частицы и абсолютно твёрдого тела, статика, элементарная теория упругости, основы

			профессиональной деятельности	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-1.6	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	180	180		
в том числе:	лекции	54	54	
	практические	36	36	
	лабораторные	72	72	
	групповые консультации	18	18	
Самостоятельная работа	36	36		

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.	
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.	

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	Методика проведения эксперимента	1. Изучение простейших измерительных приборов и методов измерений. Определение плотности тела правильной геометрической формы.	<a href="http://edu.vsu.ru">Курс общей физики - Механика (edu.vsu.ru)</a>
3.2	Законы сохранения энергии и импульса	2. Определение скорости пули методом баллистического маятника. 3. Маятник Максвелла.	
3.3	Механика твёрдого тела	4. Определение моментов инерции тела методом крутильных колебаний. 5. Экспериментальная проверка уравнения динамики вращательного движения твёрдого тела на примере маятника Обербека. 6. Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера. 7. Физический маятник. 8. Изучение вынужденной прецессии гироскопа	
3.4	Упругие свойства твёрдых тел	9. Определение модуля Юнга методом изгиба. 10. Определение модуля кручения методом крутильных колебаний	

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)					Всего
		Лекции	Практическое	Лабораторные	Групповые консультации	Самостоятельная работа	
1	Кинематика	8	4	0	2	3	17
2	Динамика частицы	6	8	0	2	4	20
3	Работа и энергия	8	6	20	2	4	40
4	Механика твёрдого тела	6	4	30	2	4	46
5	Центральное поле и закон тяготения	4	2	0	2	3	11
6	Упругие свойства твёрдых тел	4	2	14	2	4	26
7	Колебания и волны	8	4	0	2	4	18
8	Основы механики жидкостей и газов	4	2	0	2	4	12
9	Основы специальной теории относительности	6	4	0	2	4	16
10	Методика проведения эксперимента	0	0	8	0	2	10
	Итого:	54	36	72	18	36	216

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

Для освоения курса студенту надлежит посещать лекционные, практические и лабораторные занятия, по необходимости вести записи. Перед следующей лекцией необходимо прорабатывать дома материал, записанный на предыдущей лекции с привлечением рекомендуемой основной литературы. Для более полного освоения материала рекомендуется ознакомиться с дополнительной литературой по указанным вопросам. Необходимо решать дома полностью домашнее задание и в случае затруднений обращаться к преподавателям за разъяснениями.

**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. Клинических, А.В. Меремьянин, Н.П. Стадная ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. – 161 с.
2	Механика : практикум : [студ. 1 к. очной и 2 к. очно-заоч. форм обуч. физ. фак. для направлений: 03.03.02 - Физика, 03.03.03 - Радиофизика, 11.03.04 -Электроника и наноэлектроника, 14.03.02 - Ядерная физика и технология]. Ч. 3. Механика твердого тела / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Е.С. Рембеза, В.И. Кукуев .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 23 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 23.
3	Механика : практикум : [студ. 1 к. очной и 2 к. очно-заоч. форм обуч. физ. фак. для направлений: 03.03.02 - Физика, 03.03.03 - Радиофизика, 11.03.04 -Электроника и наноэлектроника, 14.03.02 - Ядерная физика и технологии]. Ч. 4. Динамика твердого тела / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Е.С. Рембеза, В.И. Кукуев .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 18 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 18.
4	Механика : практикум для вузов : [для студ. 1 к. днев. и 2 к. вечер. отд-ний физ. фак.; для специальностей: 03.03.02 - Физика, 11.03.04 -Электроника и наноэлектроника, 03.03.03 - Радиофизика, 14.03.02 - Ядерная физика и технологии]. Ч. 2. Законы сохранения импульса и энергии / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: В.И. Кукуев, Е.С. Рембеза .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— 10 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.10.
5	Механика : практикум для вузов : [для студ. физ. фак. 1 к. днев.отд-ния. и 2 к. вечер.отд-ния; для специальностей: 03.03.02 - Физика, 11.03.04 -Электроника и наноэлектроника, 03.03.03 - Радиофизика, 14.03.02 - Ядер. физика и технологии]. Ч. 1. Оценка погрешностей результатов измерений / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Е.С. Рембеза, В.И. Кукуев .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015 .— 17 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.17.
6	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):**

Лабораторные занятия проводятся в оборудованной лаборатории. Оценка домашних работ, текущий контроль и тестирование могут проводиться дистанционно с помощью системы moodle на портале [edu.vsu.ru](http://edu.vsu.ru)

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

Лекционные и практические занятия проводятся в аудитории общеаудиторного фонда главного корпуса ВГУ согласно установленному расписанию; лабораторные работы проводятся в лаборатории кафедры общей физики №145 (лабораторные проводятся в группе по подгруппам до 15 человек). Лаборатория оснащена достаточным 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 курсу «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);
- 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 1.1-1.9	ОПК-1	ОПК-1.5, ОПК-1.6	Контрольные работы
2.	Разделы 2.1-2.9	ОПК-1	ОПК-1.4	Контрольные работы
3.	Раздел 3.1	ОПК-2	ОПК-2.2	Вопросы к зачёту по лабораторному практикуму
4.	Разделы 3.2-3.4	ОПК-2	ОПК-2.1	Вопросы к зачёту по лабораторному практикуму
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>экзамен, зачёт</u>				Перечень вопросов

## 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.

Контрольные работы проводятся аудиторно или на портале moodle. Время, отведённое на выполнение контрольной работы: 2 академических часа. При выполнении контрольной работы студент не может пользоваться справочными материалами в любом виде. Допустимо использование простого калькулятора.

## 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:

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

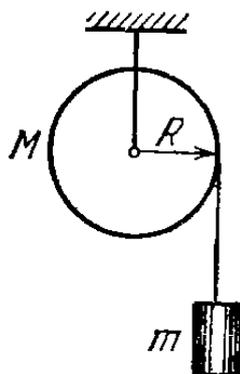
**Задание 3** Под каким углом к горизонту надо бросить шарик, чтобы:

- радиус кривизны начала его траектории был в  $\eta = 8,0$  раз больше, чем в вершине;
- центр кривизны вершины траектории находился на земной поверхности?

**Тема:** Динамика материальной точки

### Вариант – 1

**Задача 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.



**Задача 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.

**Задача 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.

**Задача 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.

**Задача 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.

**Задача 6.** Как соотносятся длины математических маятников, если за одно и то же время один совершает 20, а второй 40 колебаний?

#### Перечень тем лабораторных работ:

1. Изучение простейших измерительных приборов и методов измерений. Определение плотности тела правильной геометрической формы.
2. Определение скорости пули методом баллистического маятника.
3. Маятник Максвелла.
4. Определение моментов инерции тела методом крутильных колебаний.
5. Экспериментальная проверка уравнения динамики вращательного движения твёрдого тела на примере маятника Обербека.
6. Экспериментальная проверка теоремы Гюйгенса-Штейнера.
7. Физический маятник.
8. Изучение вынужденной прецессии гироскопа
9. Определение модуля Юнга методом изгиба.
10. Определение модуля кручения методом крутильных колебаний

Текущий контроль выполнения работ лабораторного практикума осуществляется путём оценивания письменного отчёта о выполнении лабораторной работы и последующего опроса. Отчёт о работе должен быть написан от руки в тетради, и содержать: название работы, цель, методы, и перечень лабораторного оборудования, раздел с кратким описанием теории изучаемого явления, после чего следует раздел, содержащий описание методики эксперимента, результаты измерений и их обработки, там же, по мере необходимости, должны быть представлены графики с результатами измерений, выполненные на миллиметровой бумаге, после чего следует раздел с выводами по работе, содержащий результаты измерений с доверительными интервалами, а также краткое заключение.

Оценка работы происходит по шкале «зачтено/не зачтено». Работа не засчитывается в случаях:

- получены неверные результаты;
- неверно оценена погрешность измерений;
- отчёт составлен с нарушениями правил составления отчёта;
- студент не состоянии пояснить суть работы и теорию изучаемого явления.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Вопросы к зачёту по лабораторному практикуму

1. Что называется измерением? Какие виды измерений Вам известны?
2. Перечислить основные характеристики измерений.
3. Что называется систематической погрешностью?
4. Изложить методику оценки случайной погрешности при прямых измерениях.
5. Как оценить и учесть инструментальную погрешность?
6. Изложить методику оценки случайной погрешности косвенных измерений. Привести примеры. Вывести формулу для расчёта случайной погрешности (для указанной преподавателем формулы).
7. Что называется промахом? Как выявляют промахи?
8. Вывести рабочую формулу для определения скорости пули в методе баллистического маятника. Обосновать её применимость.
9. Вывести рабочую формулу для определения момента инерции маятника Максвелла, используя закон сохранения механической энергии.
10. Дать определение главных осей инерции и главных центральных осей инерции твёрдого тела.
11. Что называется моментом импульса? Как он направлен? В каких единицах он измеряется?
12. Что называется моментом силы? Как он направлен? В каких единицах он измеряется?
13. Объяснить устройство гироскопа. Какой гироскоп называется уравновешенным?
14. Перечислить особенности движения гироскопа. При каких условиях они наблюдаются?
15. Что называется прецессией гироскопа? Вывести формулу угловой скорости прецессии. От чего она зависит?
16. Что такое физический маятник?
17. Что называется приведённой длиной физического маятника?
18. Доказать, что приведённая длина всегда больше расстояния между центром масс и точкой подвеса.
19. В чём состоит свойство обратимости физического маятника? Докажите его.
20. Как определить ускорение свободного падения при помощи оборотного маятника?
21. Дать определение момента инерции относительно оси вращения: а) материальной точки; б) системы материальных точек; в) сплошного твёрдого тела.
22. Установить связь моментов инерции тела относительно оси и относительно точки.
23. Вывести формулу момента инерции тонкого сплошного диска относительно оси вращения, проходящей через его центр: а) перпендикулярно плоскости диска; б) расположенной в плоскости диска.
24. Доказать теорему Гюйгенса-Штейнера. Как проверить её экспериментально?
25. Вывести формулу момента инерции тонкого стержня относительно оси, перпендикулярной оси симметрии стержня, проходящей: а) через его центр; б) через один из его концов.
26. Какие физические законы применяются при выводе рабочей формулы для определения момента инерции? Обосновать возможность их применения.
27. Вывести рабочие формулы для расчёта момента инерции в методе крутильных колебаний трифилярного подвеса.
28. Что называется деформацией, упругой, остаточной деформацией?
29. Записать и сформулировать закон Гука. От чего зависит модуль Юнга? Сформулировать его физический смысл и указать размерность.
30. Изобразить график зависимости напряжения, возникающего в твёрдом теле, от относительной деформации твёрдого тела. Отметить характерные точки этой зависимости и пояснить их смысл.
31. Построить график зависимости  $\sigma(\epsilon)$  при постепенном сжатии напряжения с образца, предварительно деформированного до напряжения, превышающего предел пропорциональности.

32. Что называется коэффициентом Пуассона?
33. Вывести формулу для расчёта погрешности модуля Юнга. Какие величины следует измерять наиболее точно и почему?
34. Дать определение сдвига и относительного сдвига. Как связан относительный сдвиг с касательным напряжением?
35. Рассмотрев деформацию кручения, вывести формулу, связывающую модуль сдвига и модуль кручения.
36. Изложить теорию метода и вывести формулы для расчёта модуля кручения и модуля сдвига.

#### Вопросы к экзамену

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

34. Вязкость. Формула Ньютона. Формула Пуазёйля.
35. Постоянство скорости света. Опыт Майкельсона и опыт Физо.
36. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца.
37. Интервал. Относительность одновременности и причинно-следственная связь.
38. Лоренцево сокращение длины и изменение формы тел.
39. Лоренцево замедление времени.
40. Лоренцево преобразование скоростей.
41. Релятивистский импульс и инертная масса. Релятивистское уравнение динамики.
42. Релятивистская энергия. Эквивалентность массы и энергии.

#### Описание технологии проведения

Экзамен проводится по расписанию экзаменационной сессии аудиторно или на портале moodle. Экзаменационная работа содержит два вопроса. Ответ студент предоставляет в письменном виде, после чего проводится собеседование, во время которого преподаватель может задавать вопросы или задачи по программе курса. На подготовку ответа отводится от 40 мин до 1 час. 30 мин. Время, отведённое на экзамен сообщается до начала экзамена.

Зачёт по лабораторным работам получают студенты, которым были зачтены все лабораторные работы, а также студенты, сдавшие не менее шести работ в ходе семестра, по результатам письменной работы, проведённой по расписанию занятий в конце семестра. По результатам письменной работы преподаватель может задавать вопросы по теме курса.

Оценка	Критерии оценок
Отлично	Полное знание теоретического курса, умение решать задачи, входящие в программу курса. Полное выполнение учебной нагрузки в течении семестра (посещение практических занятий и лекций, выполнение домашних задание, выполнение контрольных работ не менее, чем на 80%).
Хорошо	Хорошее знание теоретического курса, возможны некоторые недочёты, умение решать задачи по большей части курс. Выполнение учебной нагрузки в течении семестра не менее, чем на 60 %
Удовлетворительно	Знание основных моментов теоретического курса, умение решать простейшие задачи по курсу. Выполнение учебной нагрузки не менее, чем на 40%.
Неудовлетворительно	Отсутствие знания основ теоретического курса и отсутствие практических навыков. Выполнение учебной нагрузки менее, чем на 40 %.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление/специальность 03.03.02

Дисциплина Б1.О.18 Механика

Профиль подготовки/специализация Физика твёрдого тела; Физика лазерных и спектральных технологий; Ядерная и медицинская физика

Форма обучения очная

Учебный год 2021/2022

---

Ответственный исполнитель

Заведующий кафедрой общей физики \_\_\_\_\_ Клинских А.Ф. 02.06.2021

Исполнители

доцент кафедры общей физики \_\_\_\_\_ Меремьянин А.В. 02.06.2021

СОГЛАСОВАНО

Куратор ООП

по направлению/специальности \_\_\_\_\_ *подпись* \_\_\_\_\_ *расшифровка подписи* \_\_\_\_\_.20\_\_

Начальник отдела обслуживания ЗНБ \_\_\_\_\_ *подпись* \_\_\_\_\_ *расшифровка подписи* \_\_\_\_\_.20\_\_

---

Программа рекомендована НМС \_\_\_\_\_  
*наименование факультета, структурного подразделения*

протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.20\_\_ г.