

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

*Институт физических исследований и технологий*

Рекомендовано МССН

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ ПО МЕХАНИКЕ**

**Рекомендуется для направления подготовки/специальности  
03.03.02 «Физика»**

**Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр**

### 1. Цели и задачи дисциплины:

Дисциплина «Физический практикум по механике» изучается на первом курсе обучения в бакалавриате по направлению 03.03.02 – Физика. Его главной целью является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение механики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов.

Задачи дисциплины: сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Физический практикум по механике» относится к *базовой* части, блок Б1.О.01.09 (*модуль «Общий физический практикум»*) учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

#### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		Дисциплины модулей «Общая физика», «Теоретическая физика», «Общий физический практикум»
2	УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		Учебная практика
3	ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		Дисциплины модулей «Общая физика», «Теоретическая физика», «Общий физический практикум»

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные явления и законы механики, основные теоретические представления и модели механики, знать системы единиц.

**Уметь:** решать физические задачи, связанные с механикой, использовать при решении задач основные законы, теоретические представления и модели механики, а также применять полученные знания для анализа основных задач, типичных для естественнонаучных

дисциплин; использовать теоретические знания для объяснения результатов физических экспериментов.

**Владеть:** навыками проведения физических экспериментов с использованием законов механики.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2		
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>102</b>	<b>54</b>	<b>48</b>		
В том числе:					
<i>Лекции</i>					
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>					
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	102	54	48		
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>114</b>	<b>54</b>	<b>60</b>		
Общая трудоемкость	час зач. ед.	<b>216</b> <b>6</b>	<b>108</b> <b>3</b>	<b>108</b> <b>3</b>	

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Введение.	Техника безопасности.
2.	Основы физического эксперимента.	Изучение методов обработки результатов.
3	Кинематика и динамика поступательного движения.	Исследование законов движения на машине Атвуда.
4	Вращательное движение.	Определение моментов инерции тел. Изучение движения маятника Максвелла и маятник Обербека.
5.	Законы сохранения.	Измерение скорости тела методом крутильного баллистического маятника.
6.	Механические колебания.	Изучение математического маятника и определение ускорения силы тяжести с его помощью. Измерение ускорения силы тяжести с помощью обратного физического маятника. Изучение явления резонанса с помощью маятника Поля.
7.	Механика упругих тел. Волны.	Измерение коэффициента жесткости пружины при ее упругой деформации. Исследование колебаний струны.
8.	Гидродинамика.	Определение вязкости жидкости по методу Стокса.

##### 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

	Раздел	Тема	Лаб. зан.	СРС	Всего час
1	Введение. Техника безопасности.		2	2	4
2	Основы физического эксперимента	Изучение методов обработки результатов	8	8	16
3	Кинематика и динамика поступательного движения	Исследование законов движения на машине Атвуда	8	8	16
4	Вращательное движение	Изучение движения маятника Максвелла (*)	8	8	16

5		Определение моментов инерции тел	8	8	16
6		Изучение вращательного движения (маятник Обербека) (*)	8	8	16
7	Законы сохранения	Измерение скорости тела методом крутильного баллистического маятника	8	8	16
8	Механические колебания	Изучение математического маятника и физического маятника. Определение ускорения силы тяжести с их помощью.	12	12	24
9		Изучение явления резонанса с помощью маятника Поля	8	12	20
10	Механика упругих тел. Волны.	Измерение коэффициента жесткости пружины при ее упругой деформации	8	8	16
11		Исследование колебаний струны	8	12	20
12	Гидродинамика.	Определение вязкости жидкости по методу Стокса	12	8	20
13	Итоговая аттестация		4	12	16
	Итого		102	114	216

### 6. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Изучение методов обработки результатов.	8
2.	Исследование законов движения на машине Атвуда.	10
3.	Определение моментов инерции тел.	10
4.	Изучение движения маятника Максвелла.	10
5.	Изучение вращательного движения (маятник Обербека).	
6.	Измерение скорости тела методом крутильного баллистического маятника.	8
7.	Изучение математического маятника и физического маятника. Определение ускорения силы тяжести с их помощью.	16
8.	Изучение явления резонанса с помощью маятника Поля.	10
9.	Измерение коэффициента жесткости пружины при ее упругой деформации.	10
10.	Исследование колебаний струны.	10
11.	Определение вязкости жидкости по методу Стокса.	10

7. Практические занятия (семинары) не предусмотрены.

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория «Механика»:

№ 1	Измерение геометрических размеров и плотности тел правильной формы
№ 2	Изучение математического маятника и определение ускорения силы тяжести с его помощью (ФПМ -14)
№ 3	Исследование законов движения на машине Атвуда (ФПМ-02, ФМ-11)
№ 4	Измерение коэффициента жесткости пружины при ее упругой деформации
№ 5	Измерение ускорения силы тяжести с помощью оборотного физического маятника (ФМ-13, ФПМ -14)
№ 6	Изучение колебательной системы (ФПМ-13)

№ 7	Изучение прецессии гироскопа и измерение угловой скорости его вращения
№ 8	Изучение движения маятника Максвелла и измерение момента инерции с его помощью (ФМ-12, ФПМ-03)
№ 9	Исследование собственных колебаний струны методом резонанса
№ 10	Определение моментов инерции тел методом крутильных колебаний (ФПМ-05, ФМ-15)
№ 11	Измерение скорости полета тела методом крутильного баллистического маятника (ФПМ-09, ФМ-15)
№ 12	Изучение законов динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека (ФПМ-16, ФМ-14)
№ 13	Изучение явления резонанса при помощи маятника Поля
№14	Определение вязкости жидкости по методу Стокса.

Аудитория для компьютерного тестирования.

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- МЕНТОР
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:
- телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС)
- Учебный портал РУДН
- Научная электронная библиотека РУДН
- <http://www.edu.ru/> – федеральный образовательный портал.
- <http://genphys.phys.msu.ru/rus/demo/> - кабинет физических демонстраций МГУ.
- <http://genphys.phys.msu.ru/rus/ofp/>
- <http://www.alpud.ru/> - автоматизированные лабораторные практикумы удаленного доступа.
- <http://prac-gw.sinp.msu.ru/atom.htm> - атомный и ядерный практикум МГУ.

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Бутко Н.Б., Степина С.П., Коновальцева Л.В. Лабораторный практикум по общей физике. Раздел «Механика». М.: Изд-во РУДН, 2015.
2. Бутко Н.Б., Степина С.П. Методические рекомендации и задания для самостоятельной работы по физике. Раздел «Механика». М.: Изд-во РУДН, 2015.

б) дополнительная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. т.1-3. – М.: Физматлит, 2006.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. т.1-4. – М.: Астрель, 2004 (М.: КНОРУС, 2012).
3. С.П. Стрелков. Механика. СПб.; Лань, 2005..
4. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. С-Пб: Книжный мир, 2008.
5. Иродов И.Б. Задачи по общей физике. М.: Наука, 2010.
6. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Академия, 2007.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Необходимо обеспечить себя рекомендованными учебными материалами. В начале лабораторного практикума приведены указания по выполнению и оформлению отчета по лабораторной работе. Подготовка к работе, расчетно-графические работы проводятся в часы, отведенные для самостоятельной работы. При подготовке нужно использовать лабораторный практикум с описанием работ и учебник по физике, а также лекционный материал. Для более глубокого понимания темы рекомендовано решение этих задач.

Для подготовки к выполнению лабораторных работ и их защите нужно использовать методические рекомендации и задания для самостоятельной работы по физике. В процессе самостоятельной работы студенты получают следующие компетенции: ОК-6 (использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности); ОК-7

(применение навыков работы с компьютерами в области познавательной и профессиональной деятельности); ОК-8, 9 – (соблюдение основных требований информационной безопасности; Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения и переработки информации, умение работать с компьютером как средством управления информацией).

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Шкала оценок

Соответствие систем оценок (согласно Приказу Ректора № 996 от 27.12.2006 г.)

Баллы БРС	Традиционные оценки в РФ	Баллы для перевода оценок	Оценки	Оценки
86-100	5	95-100	5+	A
		86-94	5	B
69-85	4	69-85	4	C
51-68	3	61-68	3+	D
		51-60	3	E
0-50	2	31-50	2+	FX
		0-30	2	F
51-60	Зачет		Зачет	Passed

**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Физический практикум по механике**

Направление/Специальность: 03.03.02 Физика

Код контролируемой компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	Наименование оценочного средства										Баллы темы	Баллы раздела	
			Текущий контроль									Промежуточная аттестация			
			Опрос	Тест	Коллоквиум	Контрольная работа	Выполнение ЛР	Выполнение КР/КП	Выполнение ДЗ	Реферат	Выполнение РГР	Защита ЛР			Экзамен/Зачет
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 1: Основы физического эксперимента	Тема 1: Изучение методов обработ. результатов	1				1		1		1	3	30	7	7
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 2: Кинематика и динамика поступ. движения	Тема 1: Исследование законов движ. на машине Атвуда	1				1		1		1	3		7	7
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 3: Вращательное движение	Тема 1: Изучение движ. маятника Максвелла	1				1		1		1	3		7	14
		Тема 2: Определение моментов инерции тел	1				1		1		1	3		7	
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 4: Законы сохранения	Тема 1: Измерение скорости тела методом крутильного баллист. маятник	1				1		1		1	3		7	7
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 5: Механические колебания	Тема 1: Изучение математического и физического маятников,	1				1		1		1	3		7	14

		определение ускорения силы тяжести												
		Тема 2: Изучение явления резонанса с помощью маятника Поля	1			1		1		1	3		7	
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 6: Механика упругих тел. Волны	Тема 1: Измерение коэфф. жесткости пружины при ее упругой деформ.	1			1		1		1	3		7	14
		Тема 2: Исслед. колебаний струны	1			1		1		1	3		7	
УК-1, УК-3, ПК-2	Раздел 7: Гидродинамика	Тема 1: Определение вязкости жидкости по методу Стокса	1			1		1		1	3		7	7
		<b>ИТОГО:</b>	10			10		10		10	30	30	70	100



## Примерные тестовые задания для текущего контроля.

1. Точка М движется по спирали с постоянной по величине скоростью в направлении, указанном стрелкой. При этом величина нормального ускорения....

1. уменьшается                      2. увеличивается                      3. равна нулю                      4. не изменяется

2. Шарик массой  $m$  упал с высоты  $H$  на стальную плиту и упруго отскочил от нее вверх. Изменение импульса шарика в результате удара равно....

1.  $2m\sqrt{gH}$                       2.  $m\sqrt{gH/2}$                       3.  $m\sqrt{8gH}$                       4.  $m\sqrt{2gH}$

3. Как связана сила, действующая на материальную точку в потенциальном поле с ее потенциальной энергией ?

1.  $F_x = \frac{dU}{dx}$                       2.  $F_x = -\frac{dU}{dx}$                       3.  $F_x = \int U(x)dx$

4. Шар радиуса  $R$  и массы  $M$  вращается с угловой скоростью  $\omega$ . Работа, необходимая для увеличения скорости его вращения в 2 раза, равна...

1.  $0.75MR^2\omega^2$                       2.  $MR^2\omega^2$                       3.  $1.5MR^2\omega^2$                       4.  $0.6MR^2\omega^2$

5. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси  $Ox$ , имеет вид  $\xi = 0,01 \sin(10^3t - 2x)$ . При этом длина волны равна...

1. 0,01 м                      2. 3,14 м                      3. 0,5 м                      4. 2 м

## Тренинговые задания

1. Координаты точки заданы уравнениями  $x = A\cos\omega t$ ,  $y = B\sin\omega t$ , где  $A$ ,  $B$ ,  $\omega$  – постоянные. Чему равен модуль ускорения точки?

2. Угол поворота колеса радиусом 10 см изменяется со временем по закону  $\varphi = 4 + 2t - t^3$  [рад]. Определить угловую и линейную скорости.

3. Первую половину своего пути автомобиль двигался со скоростью 25 м/с, а вторую половину пути – со скоростью 80 км/ч. Какова средняя скорость движения автомобиля?

4. Из точки  $B$ , расположенной на высоте  $H$  относительно поверхности, свободно падает тело. Одновременно из точки  $A$ , удаленной от точки  $B$  на расстояние  $L$  по горизонтали, под углом  $\alpha$  к горизонту бросают другое тело так, чтобы оба тела столкнулись в воздухе. Определите угол  $\alpha$ , если  $\frac{H}{L} = \sqrt{3}$ .

5. Часы каждые сутки отстают на 2 минуты. Чему равно угловое ускорение минутной стрелки?

6. Небольшое тело начинает скользить без трения с вершины сферы радиуса  $R$  вниз. На какой высоте  $h$  над центром сферы тело отделится от поверхности сферы и полетит свободно?

7. Горизонтально расположенный диск вращается вокруг проходящей через его центр вертикальной оси с частотой 10 об/мин. На каком расстоянии от центра диска может удержаться лежащее на диске небольшое тело, если коэффициент трения  $k$ .

8. Вычислить момент инерции для тел правильной формы (шар, цилиндр, диск, куб, параллелепипед).

9. Прямой круглый однородный конус имеет массу  $m$  и радиус основания  $R$ . Найти момент инерции конуса относительно его оси.

10. Однородный шарик массы  $m$  помещен на плоскость, образующую угол  $30^\circ$  с горизонтом. При каких значениях коэффициента трения шарик будет скатываться с плоскости без скольжения.

11. Гироскоп массы 1 кг, имеющий момент инерции  $0,0049 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается с угловой скоростью 100 рад/с. Расстояние от точки опоры до центра масс 5 см. Угол между вертикалью и осью гироскопа  $30^\circ$ . Найти модуль угловой скорости прецессии

12. Дети бросили мяч вслед проехавшему мимо грузовику. С какой скоростью отскочит мяч от заднего борта грузовика, если скорость автомобиля 25,2 км/ч, скорость мяча

непосредственно перед ударом равна  $15 \text{ м/с}$  и направлена по нормали к поверхности борта. Удар считать абсолютно упругим.

13. Два шара движутся навстречу друг другу вдоль прямой, проходящей через их центры. Масса и скорость первого шара  $4 \text{ кг}$  и  $8 \text{ м/с}$ , второго шара –  $6 \text{ кг}$  и  $2 \text{ м/с}$ . Как будут двигаться шары после абсолютно неупругого соударения?

14. Найти первую космическую скорость для Земли, т.е. скорость, которую нужно сообщить телу для того, чтобы оно стало спутником Земли. Найти вторую космическую скорость для Земли, т.е. наименьшую скорость, которую надо сообщить телу для того, чтобы оно могло преодолеть действие земного притяжения и навсегда покинуть Землю. Сравнить эти скорости.

15. Получить уравнение гармонических колебаний для математического, физического, пружинного маятников.

16. В кабине лифта подвешен маятник, период колебаний которого, когда лифт неподвижен, равен  $T$ . Каков будет период колебаний маятника, если лифт станет опускаться (подниматься) с ускорением, равным  $3g/4$ ?

17. Шар массы  $m$  подвешен к двум последовательно (параллельно) соединенным пружинам с разной (одинаковой) жесткостью. Пренебрегая массой пружин и трением, найти частоту малых колебаний шара, амплитуду колебаний, возникающих в том случае, если шар установить на уровне, при котором пружины не напряжены, и отпустить без толчка.

18. Неподвижная частица массы  $M$  распадается на две одинаковые частицы массой  $m=0,4M$  каждая. Найти скорость, с которой движутся эти частицы.

### **Перечень вопросов итоговой аттестации по дисциплине**

Вопросы итоговой аттестации по курсу приведены в Учебном портале РУДН в кабинетах доцентов Н.Б. Бутко, С.П. Степиной.

1. Основные понятия кинематики: система отсчета, материальная точка, вектор перемещения.
2. Средняя и мгновенная скорость, среднее и мгновенное ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорение.
3. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь между угловыми и линейными характеристиками движения.
4. Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета.
5. Второй законы Ньютона. Понятие силы и массы.
6. Третий закон Ньютона.
7. Импульс материальной точки. Законы сохранения и изменения импульса. Теорема о движении центра масс.
8. Движение тел с переменной массой. Уравнение Мещерского, формула Циолковского.
9. Понятия работы и мощности. Работа консервативных сил.
10. Потенциальная энергия. Связь силы и потенциальной энергии. Кинетическая энергия.
11. Закон сохранения энергии в механике.
12. Упругие и неупругие столкновения.
13. Момент сил, момент количества движения. Закон сохранения момента количества движения.
14. Момент инерции твердого тела. Теорема Штейнера.
15. Основной закон вращательного движения твердого тела.
16. Свободная и вынужденная прецессия гироскопа.
17. Гармонические колебания материальной точки. Уравнение осциллятора.
18. Пружинный маятник, математический маятник, период колебаний.
19. Физический маятник, период колебаний. Приведенная длина физического маятника.
20. Затухающие колебания.
21. Вынужденные колебания и явление резонанса.

22. Волны в упругих средах (волновой фронт, волновая поверхность). Уравнение плоской волны. Волновое число.
23. Упругие деформации твердого тела (модуль Юнга, коэффициент жесткости, коэффициент Пуассона). Энергия деформации.
24. Принципы относительности Галилея и Эйнштейна.
25. Основные положения специальной теории относительности.
26. Преобразования Лоренца. Законы релятивистской механики.
27. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.
28. Фinitное и инфинитное движения. Космические скорости.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Руководитель направления 03.03.02

Директор института физических исследований и технологий, д.ф.-м.н., профессор



О.Т. Лоза