

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

**Институт экономики и управления (ИНЭУ)**

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

С.Н. Митяков

подпись

“ 24 ” сентября 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.13 Физика**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 27.03.03. Системный анализ и управление

Направленность: «Системный анализ и управление научно-техническими разработками»

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра Кафедра «Управление инновационной деятельностью»

Кафедра-разработчик Цифровая экономика

Объем дисциплины 324/9  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен, зачет

Разработчик: Новоселова Н.А., к.т.н., доцент, доцент

Нижний Новгород, 2024

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление», утвержденного приказом Минобрнауки России от 7 августа 2020 г. № 902 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ  
протокол от 28.05.2024 г. № 17

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 09.09.2024 № 2

Зав. кафедрой д.ф-м.н, профессор \_\_\_\_\_ С.Н. Митяков

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭУ, Протокол от 04.09.2024 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 27.03.03-с-12

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_ / Н.И. Кабанина /  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	11
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>23</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>27</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	27
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	28
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	30
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>30</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	30
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	30
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>31</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>32</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>33</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	33
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	34
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	34
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях .....	34
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	35
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>35</b>

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются** формирование у студентов общего физического мировоззрения, цельного представления о процессах и явлениях, происходящих в неживой и живой природе, научного способа мышления, умения видеть естественнонаучное содержание проблем, возникающих в практической деятельности специалиста, а также развитие физического мышления.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- изучение законов окружающего мира в их взаимосвязи;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных её открытий
- освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных технологических задач;
- формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
- формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться при создании новой техники и новых технологий;
- овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина Б1.Б.13 «Физика» включена в обязательный перечень дисциплин базовой части образовательной программы. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика» в объёме курса средней школы.

Рабочая программа дисциплины «Физика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1.** Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей общепрофессиональной компетенции в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление:

ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики.

ОПК-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественно-научных дисциплин (модулей)

ОПК-8. Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний

Формирование указанной компетенции размещено в таблице 1.

Таблица 1 - Формирование компетенций по дисциплинам  
(очная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Код компетенции ОПК-1</i>								
Математика	*	*	*					
Экология	*							
<b>Физика</b>		*	*					
Химия			*					
Теория вероятностей и математическая статистика				*				
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								*
<i>Код компетенции ОПК-2</i>								
Математика	*	*	*					
<b>Физика</b>		*	*					
Химия			*					
Теория вероятностей и математическая статистика				*				
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								*
<i>Код компетенции ОПК-8</i>								
Математика	*	*	*					
Информатика	*							
<b>Физика</b>		*	*					
Теория управления					*			
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								*

(заочная форма обучения)

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Код компетенции ОПК-1</i>										
Математика	*	*								
Экология	*									
<b>Физика</b>			*							
Химия				*						
Теория вероятностей и математическая статистика			*							
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы										*
<i>Код компетенции ОПК-2</i>										
Математика	*	*								
Экология	*									
<b>Физика</b>			*							
Химия				*						
Теория вероятностей и математическая статистика			*							
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы										*
<i>Код компетенции ОПК-8</i>										
Математика	*	*								
Информатика	*									
<b>Физика</b>			*							
Теория управления					*					
Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы										*

### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<b>ОПК-1.</b> Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	<b>ИОПК-1.1.</b> Изучает процессы, происходящие в технических системах, на основе физических законов и методов естественных наук.	<b>Знать:</b> - фундаментальные законы физики, основные физические константы	<b>Уметь:</b> - решать физические задачи применяя физические законы и методы математической физики, проводить физический эксперимент	<b>Владеть:</b> - методами решения задач и проведения физического эксперимента	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная работа	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.
	<b>ИОПК-1.2.</b> Использует математические модели для решения задач профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> - фундаментальные законы физики, основные физические константы	<b>Уметь:</b> - решать физические задачи применяя физические законы и методы математической физики, проводить физический эксперимент	<b>Владеть:</b> - методами решения задач и проведения физического эксперимента	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная работа	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.
<b>ОПК-2.</b> Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	<b>ИОПК-2.1.</b> Формулирует требования к процессам, используемым в профессиональной деятельности, на основе знаний естественнонаучных дисциплин	<b>Знать:</b> - законы, термины, методы анализа разделов физики, относящиеся к профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> - применять законы, методы анализа разделов физики, относящиеся к профессиональному деятельности и корректно формулировать физические проблемы	<b>Владеть:</b> - методами анализа разделов физики, относящиеся к профессиональному деятельности	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная работа	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.
	<b>ИОПК-2.2.</b> Формулирует задачи профессиональной деятельности на основе современных математи-	<b>Знать:</b> - законы, термины, методы анализа разделов физики, относящиеся к профес-	<b>Уметь:</b> - применять законы, методы анализа разделов физики, относящиеся к профес-	<b>Владеть:</b> - методами анализа разделов физики, относящиеся к профессиональному	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная ра-	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.

	ческих методов	циональной деятельности	циональной деятельности и корректно формулировать физические проблемы	деятельности	бота	
<b>ОПК-8.</b> Способен принимать научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний профильных разделов математики, физики, информатики, методов системного и функционального анализа, теории управления и теории знаний	<b>ИОПК-8.1.</b> Принимает научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе знаний математики, физики, химии и информатики.	<b>Знать:</b> - современную физическую картину мира	<b>Уметь:</b> - объяснить физические явления на основе знаний фундаментальных законов физики и современного естествознания	<b>Владеть:</b> - современными физическими методами решения профессиональных задач	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная работа	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.
	<b>ИОПК-8.2.</b> Принимает научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе методов системного и функционального анализа	<b>Знать:</b> - современную физическую картину мира	<b>Уметь:</b> - объяснить физические явления на основе знаний фундаментальных законов физики и современного естествознания	<b>Владеть:</b> - современными физическими методами решения профессиональных задач	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная работа	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.
	<b>ИОПК-8.3.</b> Принимает научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе теории управления и теории знаний	<b>Знать:</b> - современную физическую картину мира	<b>Уметь:</b> - объяснить физические явления на основе знаний фундаментальных законов физики и современного естествознания	<b>Владеть:</b> - современными физическими методами решения профессиональных задач	Коллоквиум, задачи по темам курса, тесты по разделам. Контрольная работа	Вопросы для устного собеседования: билеты. Экзаменационные задачи.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 9 зач.ед. 324 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

(очная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2 сем	3 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>324</b>	<b>180</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>136</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
занятия лекционного типа (Л)	68	34	34
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	8	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>180</b>	<b>108</b>	<b>72</b>
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	144	72	72
Подготовка к экзамену (контроль)	36	36	

(заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по се- местрам	
		3 сем	
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>324</b>	<b>324</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	
<b>1.3. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	
занятия лекционного типа (Л)	8	8	
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	8	8	
лабораторные работы (ЛР)	-	-	

<b>1.4. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	7	7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>301</b>	<b>301</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	292	292
Подготовка к экзамену (контроль)	9	9

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Очная форма обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
<b>2 семестр</b>											
<b>ОПК-1 ОПК-2 ОПК-8</b>	<b>Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики</b>										
	<b>Тема 1.1.</b> Элементы кинематики	4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.				
	<b>Тема 1.2.</b> Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Законы Ньютона. Импульс. Закон сохранения импульса.	5		3	6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.				
	<b>Тема 1.3.</b> Работа и энергия. Закон сохранения энергии.	4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
						работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].		
<b>Тема 1.4.</b> Динамика вращательного движения твердого тела. Момент инерции. Момент силы. Момент импульса. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.	5		4	6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.		
<b>Лабораторная работа №1</b> Механический удар		6		10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	При изучении нового материала совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой преподаватель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.  Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите. Физический диктант.		
<b>Лабораторная работа №2</b> Изучение основного закона динамики вращательного движения		6		10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16],	При изучении нового материала совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой пре-		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
						[6.2.22], [6.2.25].	подаватель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.	
<b>Тема 1.5.</b> Элементы механики жидкостей.		4		1	5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
<b>Тема 1.6.</b> Элементы специальной (частной) теории относительности.		4		1	5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Коллоквиум, блиц-опрос, тест по разделу 1, контрольная работа	
<b>Итого по 1 разделу</b>		<b>26</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>52</b>			
<b>Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики</b>								
<b>Тема 2.1.</b> Молекулярно-кинетическая теория		4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к	Индивидуальные задания по темам курса.	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций  ОПК-1 ОПК-2 ОПК-8	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	идеальных газов.					практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 2.2.</b> Основы термодинамики.	4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Коллоквиум, блиц-опрос тест по разделу 2, контрольная работа	
	<b>Лабораторная работа №3.</b> Изучение законов идеального газа и определение показателя адиабаты		5		10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	При изучении нового материала совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой преподаватель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.  Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите. Физический диктант.	
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>20</b>			
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>72</b>			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)								
<b>3 семестр</b>													
<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>													
<b>Тема 3.1.</b> Электростатика. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Метод суперпозиции. Теорема Гаусса. Работа сил электростатического поля. Потенциал		6		3	5	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.						
<b>Лабораторная работа № 4</b> Экспериментальные исследования электростатических полей с помощью электролитической ванны		6			10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	При изучении нового материала совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой преподаватель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.  Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите. Физический диктант.						
<b>Тема 3.2.</b> Постоянный электрический ток. Правила Кирхгофа. Законы постоянного тока		4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
						Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].		
<b>Лабораторная работа № 5</b> Изучение компенсационного метода измерения ЭДС		5			10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	При изучении нового материала совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой преподаватель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.  Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите. Физический диктант.	
<b>Тема 3.3. Магнитостатика. Закон Био-Савара. Закон Ампера. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца.</b>		5		2,5	5	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
<b>Тема 3.4. Электромагнитная индукция. Индуктивность</b>		5		2,5	5	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной	Индивидуальные задания по темам курса. Коллоквиум, тест по разделу 3, контрольная работа	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
						работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].		
<b>Лабораторная работа № 6</b> Экспериментальные исследования электромагнитной индукции		6			10	Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	При изучении нового материала совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой преподаватель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет, корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения.  Оформление отчетов по лабораторным работам и подготовка к их защите. Физический диктант.	
<b>Итого по 3 разделу</b>		<b>20</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>50</b>			
<b>Раздел 4. Колебания и волны</b>								
<b>Тема 4.1.</b> Механические и электромагнитные колебания. Собственные колебания. Вынужденные колебания.		4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
<b>Тема 4.2.</b> Упругие и электромагнитные волны.		4		2	5	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9],	Индивидуальные задания по темам курса. Коллоквиум, тест по разделу 4. Контрольная работа.	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)				
						[6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].			
<b>Итого по 4 разделу</b>		<b>8</b>		<b>4</b>	<b>10</b>				
<b>Раздел 5. Волновая оптика</b>									
<b>Тема 5.1. Интерференция света.</b>		2		1	4	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.		
<b>Тема 5.2. Дифракция света.</b>		2		1	4	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.		
<b>Тема 5.3. Поляризация света.</b>		2		1	4	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Коллоквиум, тест по разделу 5. Контрольная работа.		
<b>Итого по 5 разделу</b>		<b>6</b>		<b>3</b>	<b>12</b>				
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>72</b>				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>144</b>			

Содержание дисциплины, структурированное по темам  
заочная форма обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)					
<b>3 семестр</b>										
<b>Раздел 1. Физические основы классической и релятивистской механики</b>										
<b>Тема 1.1.</b> Элементы кинематики		0,5		0,2	20	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.			
<b>Тема 1.2.</b> Динамика материальной точки и по-		0,5		0,5	20	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к	Индивидуальные задания по темам курса.			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	ступательного движения твердого тела. Законы Ньютона. Импульс. Закон сохранения импульса.					практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 1.3.</b> Работа и энергия. Закон сохранения энергии.	0,5		0,5	20	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 1.4.</b> Динамика вращательного движения твердого тела. Момент инерции. Момент силы. Момент импульса. Основное уравнение вращательного движения твердого тела.	0,5		0,4	20	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 1.5.</b> Элементы механики жидкостей.	0,5		0,2	20	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 1.6.</b> Элементы специальной (частной) теории относительности.	0,5		0,2	20	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20].	Коллоквиум, блиц-опрос, тест по разделу 1	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
					Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].						
<b>Итого по 1 разделу</b>		<b>3</b>		<b>2</b>	<b>120</b>						
<b>Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики</b>											
<b>Тема 2.1.</b> Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	0,25		0,25	15	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.					
<b>Тема 2.2.</b> Основы термодинамики.	0,25		0,25	15	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.11], [6.2.16], [6.2.22], [6.2.25].	Коллоквиум, блиц-опрос, тест по разделу 2					
<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>0,5</b>		<b>0,5</b>	<b>30</b>							
<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b>											
<b>Тема 3.1.</b> Электростатика. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Метод суперпозиции. Теорема Гаусса. Работа сил электростатического поля. Потенциал	0,5		0,5	20	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.					

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	<b>Тема 3.2.</b> Постоянный электрический ток. Правила Кирхгофа. Законы постоянного тока	0,5		0,5	20	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 3.3.</b> Магнитостатика. Закон Био-Савара. Закон Ампера. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца.	0,5		0,5	20	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	
	<b>Тема 3.4.</b> Электромагнитная индукция. Индуктивность	0,5		0,5	20	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.1], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.23], [6.2.27], [6.2.28].	Индивидуальные задания по темам курса. Коллоквиум, блиц-опрос, тест по разделу 3	
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>80</b>			
	<b>Раздел 4. Колебания и волны</b>							
	<b>Тема 4.1.</b> Механические и электромагнитные колебания. Собственные колебания. Вынужденные колебания.	0,5		0,5	15	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (час)							
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>Тема 4.2.</b> Упругие и электромагнитные волны.	0,5		0,5	15	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Коллоквиум, блиц-опрос, тест по разделу 4				
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>30</b>						
	<b>Раздел 5. Волновая оптика</b>										
	<b>Тема 5.1.</b> Интерференция света.	0,5		0,5	10	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.				
	<b>Тема 5.2.</b> Дифракция света.	0,5		0,5	12	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Разноуровневые качественные, расчетные задания.				
	<b>Тема 5.3.</b> Поляризация света.	0,5		0,5	10	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.1.4], [6.1.5] Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18], [6.2.19], [6.2.20]. Подготовка самостоятельной работы [6.2.2], [6.2.12], [6.2.16], [6.2.24], [6.2.25], [6.2.26].	Индивидуальные задания по темам курса. Коллоквиум, блиц-опрос, тест по разделу 5.				



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	Контрольная работа			1				
	Итого по 5 разделу	1,5		2,5	32			
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	8		8	292			
	ИТОГО по дисциплине	8		8	292			

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Типовые задания для текущего контроля усвоения знаний, умений и навыков представлены в оценочных материалах по дисциплине «Физика», которые хранятся на кафедре «Цифровая экономика».

Раздел	Вид текущего контроля	Оценочные материалы
Раздел 1	Тест по разделу 1	Тест
	Коллоквиум	10 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 1 разделу
Раздел 2	Тест по разделу 2	Тест
	Коллоквиум	7 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 2 разделу
Раздел 3	Тест по разделу 3	Тест
	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 3 разделу
Раздел 4	Тест по разделу 4	Тест
	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 4 разделу
Раздел 5	Тест по разделу 5	Тест
	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 1 разделу

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
<b>ОПК-1.</b> Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики	<b>ИОПК-1.1.</b> Изучает процессы, происходящие в технических системах, на основе физических законов и методов естественных наук.	Не знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики.	Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики, допуская ошибки.	Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики, допуская небольшие неточности.	Твердо знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, электромагнетизма, термодинамики, оптики; квантовой и атомной физики.
	<b>ИОПК-1.2.</b> Использует математические модели для решения задач профессиональной деятельности	Не владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов физического эксперимента..	Слабо владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов в ограниченном объеме; методиками организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума.	Твердо владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов, но иногда испытывает небольшие затруднения.	Отлично владеет алгоритмами самостоятельного решения стандартных физических задач; навыками решения уравнений математической модели; навыками анализа и представления полученных результатов в полном объеме.
<b>ОПК-2.</b> Способен формулировать задачи профессиональной деятельности, на основе знаний естественно-научных дисциплин	<b>ИОПК-2.1.</b> Формулирует требования к процессам, используемым в профессиональной деятельности, на основе знаний естественно-научных дисциплин	Не умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физи-	Может применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физи-	Умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера и создавать математическую	Умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую



	управления на основе методов системного и функционального анализа	ра; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов.	рактера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов в неполном объеме.	кладного характера и создавать математическую модель на основе физической модели с небольшой помощью преподавателя; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов. Иногда испытывает небольшие затруднения.	кладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов.
	<b>ИОПК-8.3.</b> Принимает научно обоснованные решения в области системного анализа и автоматического управления на основе теории управления и теории знаний	Не умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов.	Может применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов в неполном объеме.	Умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера и создавать математическую модель на основе физической модели с небольшой помощью преподавателя; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов. Иногда испытывает небольшие затруднения.	Умеет применять физические законы для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; использовать современную вычислительную базу для обработки результатов.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (недовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.1.	СПб.: Лань, 2005 2008	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1184 1
6.1.2.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.2.	СПб.: Лань 2005 2006 2007	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1189 1 1000
6.1.3.	Савельев И.В.	Курс общей физики, Т.3.	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	1198
6.1.4.	Трофимова Т.И.	Курс физики	М.: Академия 2004 2005 2006 2007 2008	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	177 100 2 70 229

6.1.5.	Иродов И.Е.	Механика. Основные законы.	М.: Лаб. базовых знаний 2002 2003 2007	Учебное пособие рекомендовано м-вом общ. и проф. образования РФ	50 1 120
--------	-------------	----------------------------	---	---	----------------

## 6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т 3. Электричество	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	250
6.2.2.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т.4. Оптика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	197
6.2.3.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2003, 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	1 200
6.2.4.	Сивухин Д.В.	Общий курс физики, Т. 5. Атомная и ядерная физика	М.: Физматлит; Изд-во МФТИ 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	1
6.2.5.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2006	—	121
6.2.6.	Иродов И.Е.	Волновые процессы. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2006 2007	— — —	119 1 1
6.2.7.	Иродов И.Е.	Квантовая физика. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2007	—	119 1
6.2.8.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2007	—	2
6.2.9.	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике	М.: Физматлит 2003	—	495
6.2.10.	Н. Г. Птицина [и др.]; Под ред. Е.М. Гершензона	Сборник вопросов и задач по общей физике	М. : Академия, 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	27
6.2.11.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.1	М.: Астрель, 2005	—	10
6.2.12.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.3	М.: Астрель, 2003	—	42
6.2.13.	Савельев И.В.	Курс общей физики	М.: Астрель,	—	

		ки. Кн.4	2004 2005		15 35
6.2.14.	Савельев И.В	Курс общей физики. Кн.5	М.: Астрель 2002	—	2
6.2.15.	Савельев И.В.	Основы теоретической физики, Т.2	СПб.: Лань 2005	—	20
6.2.16.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.1	СПб.: Лань 2007 2008	—	1 1
6.2.17.	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. сове- том по физике м- ва образования и науки РФ	497
6.2.18.	Трофимова Т.И.	Сборник задач по курсу физики с решениеми	М.: Высш. школа 2002 2003 2005	Учебное пособие рекомендовано м- вом образования РФ	2 89 100
6.2.19.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб: Физма- тлит 2002	Учебное пособие рекомендовано м- вом образования РФ	38
6.2.20.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб.: Лаб. базовых знаний 2003 2004 2006	Учебное пособие рекомендовано м- вом образования РФ	3 1 1
6.2.21.	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.2	М.: Астрель, 2002	Учебное пособие рекомендовано м- вом общ. и проф. образования РФ	1
6.2.22.	Савельев И.В.	Основы теоретической физики, Т.1	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. сове- том по физике м- ва образования и науки РФ	20
6.2.23.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.2	СПб.: Лань 2007	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. сове- том по физике м- ва образования и науки РФ	2
6.2.24.	Савельев И.В.	Курс физики, Т.3	СПб.: Лань 2006	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. сове- том по физике м- ва образования и науки РФ	1
6.2.25.	Трофимова Т.И.	Курс физики	М.: Высш. школа 2002 2003 2004	Учебное пособие рекомендовано м- вом образования РФ	6 61 2
6.2.26.	Детлаф А.А., Яворский Б.М.	Курс физики	М.: Высш. Шко- ла	Учебное пособие рекомендовано м-	99

			2002 М.: Академия 2005	вом образования РФ	1
6.2.27.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы.	М.: Лаб. базовых знаний 2002	Учебное пособие рекомендовано м- вом общ. и проф. образования РФ	1
6.2.28.	Калашников С.Г.	Электричество	М.: Физматлит 2003	Учебное пособие рекомендовано м- вом высш. и сред. спец. образования СССР	406

### 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Оценочные материалы по дисциплине «Физика» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление», очной, заочной формы обучения / Н.А. Новоселова – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. – 74.

## 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронно-библиотечная система Znanius.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanius.com/>. – Загл. с экрана.
- Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
- Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
- Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
- Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
---	-------	---

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
1	<b>6409</b> Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации); г. Нижний Новгород, Казанская ул., 12, корп.6	1. Доска меловая; 2. Экран 3. Мультимедийный проинтегрированный ProjektorMPT840 (переносной); 4. Ноутбук Sony Vaio: Intel Core2Duo@1.8Ghz; 2Gb озу (переносной); 5. Стол – 24шт.; 6. Парты – 18 шт.;	1. Windows Vista OEM Activation 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Для проведения лабораторных работ имеются аудитории, оснащенные необходимым лабораторным оборудованием (ауд. 6136, 6137, 6237).

Лаборатория «Механика» (ауд. 6136):

- 1) Комплект устройств для изучения законов взаимодействия тел (механический удар);
- 2) комплект устройств для изучения законов вращательного движения;
- 3) комплект устройств для изучения газовых законов;
- 4) комплект устройств для изучения законов термодинамики

Лаборатория «Электричество» (ауд. 6137): шесть комбинированных лабораторных установок, включающих в себя:

- 1) источники питания;

- 2) осциллограф С1-73;
  - 3) генераторы электрических сигналов Г3-118 и Г3-111;
  - 4) измерители электрических параметров;
  - 5) вольтметры РВ-7-32; 30
  - 6) набор сменных блоков для изучения законов электромагнетизма
- Лаборатория «Оптика» (ауд. 6237):
- 1) полупроводниковые лазеры;
  - 2) осциллографы С1-5, С1-71;
  - 3) источники питания ВУП-2, Б1-30;
  - 4) генераторы сигналов Г3-53;
  - 5) микроскопы;
  - 6) дифракционные решетки

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «Физика», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно**

справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствие результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

## **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения задач;

- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

### **10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- обсуждение теоретических вопросов;
- решение физических задач;
- тестирование;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- проведение контрольных работ;
- экзамен, зачет с оценкой.
- 

Раздел	Вид текущего контроля	Оценочные материалы
Раздел 1	Тест по разделу 1	Тест
	Коллоквиум	10 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 1 разделу
Раздел 2	Тест по разделу 2	Тест
	Коллоквиум	7 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 2 разделу
Раздел 3	Тест по разделу 3	Тест
	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 3 разделу
Раздел 4	Тест по разделу 4	Тест
	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания	Задача по 4 разделу

	по темам курса	
Раздел 5	Тест по разделу 5	Тест
	Коллоквиум	12 вопросов
	Индивидуальные задания по темам курса	Задача по 1 разделу

### **Раздел 1. Вопросы к коллоквиуму:**

1. Скорость. Ускорение. Составляющие ускорения.
2. Законы Ньютона. Две формулировки II закона Ньютона.
3. Импульс. Закон изменения импульса. Закон сохранения импульса (вывод).
4. Энергия, работа, мощность.
5. Теорема об изменении кинетической, потенциальной и полной механической энергии. Закон сохранения полной механической энергии (вывод).
6. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
7. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела.
8. Момент силы.
9. Закон сохранения момента импульса.
10. Основное уравнение динамики вращательного движения.

### **Раздел 2. Вопросы к коллоквиуму:**

1. Опытные законы идеального газа.
2. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
4. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
5. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
6. Теплоемкость идеального газа.
7. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.

### **Раздел 3. Вопросы к коллоквиуму:**

1. Заряд. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
2. Напряженность поля точечного заряда. Сложение электрических полей.
3. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме.
4. Потенциал электростатического поля.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Граничные условия электростатики. Циркуляция и ротор электростатического поля.
7. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности. Сторонние силы.
8. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
9. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
10. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
11. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
12. Явление самоиндукции. Индуктивность. Явление взаимной индукции.

### **Раздел 4. Вопросы к коллоквиуму:**

1. Параметры гармонического колебания.
2. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
3. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
4. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
5. Вынужденные колебания.

6. Резонанс.
7. Волновые процессы. Упругие волны.
8. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
9. Сферические и цилиндрические волны.
10. Стоячие волны.
11. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
12. Строение электромагнитной волны. Энергия электромагнитной волны.

### **Раздел 5. Вопросы к коллоквиуму:**

1. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
2. Интерференция волн в опыте Юнга.
3. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
4. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
5. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
6. Зоны Френеля.
7. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
8. Дифракция Фраунгофера на решетке.
9. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
10. Поляризация света. Закон Малюса.
11. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
12. Двойное лучепреломление.

### **Блиц-опрос.**

Быстрый опрос студентов вопрос-ответ.

Пример блиц-опроса для 1 раздела:

1. Тело, обладающее массой, размерами которого в данной задаче можно пренебречь называется: *материальная точка*;
2. Движение, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению это *поступательное движение*;
3. Линия, описываемая в пространстве движущейся точкой, называется *траекторией*;
4. Величина, определяемая первой производной радиуса-вектора движущейся точки по времени это *мгновенная скорость*;
5. Физической величиной, характеризующей быстроту изменения скорости по модулю и направлению, является *ускорение*.

**На практических занятиях студенты должны выполнить задания, примеры которых представлены ниже.**

Пример 1. Уравнение движения материальной точки вдоль оси  $x$  имеет вид  $x = A + Bt + Ct^2$ , где  $A=3$  м,  $B=2$  м/с,  $C=1$  м/с $^2$ . Найти: а) положение точки в моменты времени  $t_1 = 5$  с и  $t_2 = 10$  с; б) среднюю путевую скорость  $\langle V \rangle$  за время, протекшее между этими моментами; в) мгновенные скорости  $V_1$  и  $V_2$  в указанные моменты времени; г) среднее ускорение  $\langle a \rangle$  за указанный промежуток времени; д) мгновенное ускорение  $a$ .

Дано

$$x = A + Bt + Ct^2, \\ A=3 \text{ м}, B=2 \text{ м/с}, \\ C=1 \text{ м/с}^2, \\ t_1 = 5 \text{ с}, \\ t_2 = 10 \text{ с}$$

$$x_1=? , x_2=?$$

$$\langle V \rangle = ?$$

$$V_1=? , V_2=?$$

$$\langle a \rangle = ?, a = ?$$

Решение

а) положение точки в заданные моменты времени определяется подстановкой в уравнения движения численных значений коэффициентов  $A, B, C$  и значений времени  $t_1$  и  $t_2$ :

$$x_1 = x(t_1) = 3 + 2 \cdot 5 + 1 \cdot 5^2 = 38 \text{ (м)},$$

$$x_2 = x(t_2) = 3 + 2 \cdot 10 + 1 \cdot 10^2 = 123 \text{ (м);}$$

б) средняя путевая скорость определяется как величина пути, пройденного точкой, делённого на время её движения:

$$\langle V \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1},$$

$$\langle V \rangle = \frac{123 - 38}{10 - 5} = 17 \text{ (м/с);}$$

в) мгновенная скорость определяется как первая производная от координаты  $x(t)$  по времени:

$$V = \frac{dx(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Bt + Ct^2) = B + 2Ct.$$

Подставив в полученное выражение численные значения коэффициентов  $B, C$  и моментов времени  $t_1$  и  $t_2$ , получим

$$V_1 = V(t_1) = 2 + 2 \cdot 1 \cdot 5 = 12 \text{ (м/с),}$$

$$V_2 = V(t_2) = 2 + 2 \cdot 1 \cdot 10 = 22 \text{ (м/с);}$$

г) среднее ускорение определяется как отношение величины изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло:

$$\langle a \rangle = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1},$$

$$\langle a \rangle = \frac{22 - 12}{10 - 5} = 2 \text{ (м/с}^2\text{);}$$

д) мгновенное ускорение определяется как первая производная от мгновенной скорости  $V(t)$  по времени:

$$a = \frac{dV(t)}{dt} = \frac{d}{dt}(B + 2Ct) = 2C. \\ a = 2 \cdot 1 = 2 \text{ (м/с}^2\text{).}$$

Ускорение рассматриваемой точки – постоянное.

Ответ: а)  $x_1=38$  м,  $x_2=123$  м; б)  $\langle V \rangle = 17$  м/с; в)  $V_1=12$  м/с,  $V_2=22$  м/с;

г)  $\langle a \rangle = 2$  м/с<sup>2</sup>; д)  $a=2$  м/с<sup>2</sup>.

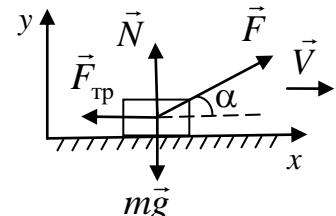
Пример 2. Бруск массы  $m$  тянут за нить так, что он движется с постоянной скоростью по горизонтальной плоскости с коэффициентом трения  $\mu$ . Найти угол  $\alpha$ , при котором натяжение нити будет наименьшим.

Решение

На бруск действуют силы: сила тяжести, сила реакции опоры, сила трения и сила натяжения нити.

Второй закон Ньютона имеет вид

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{F}. \quad (1)$$



Бруск движется с постоянной скоростью, следовательно,  $\vec{a} = 0$ .

Выберем оси  $x$  и  $y$ , как показано на рис. В проекции на эти оси векторное уравнение (1) имеет вид

$$x: 0 = F \cos \alpha - F_{\text{тр}}, \quad (2)$$

$$y: 0 = -mg + N + F \sin \alpha. \quad (3)$$

Тело движется по поверхности, при этом сила трения скольжения  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . Значение силы  $N$  определяем из уравнения (3)

$$N = mg - F \sin \alpha.$$

Подставляя выражение для силы трения в уравнение (2), получим

$$F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}.$$

Так как по условию задачи натяжение нити должно быть наименьшим, берем производную функции силы по углу  $\alpha$  и приравниваем полученный результат к нулю:

$$\frac{dF}{d\alpha} = \frac{\mu mg (-\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{(\cos \alpha + \mu \sin \alpha)^2} = 0.$$

Отсюда

$$-\sin \alpha + \mu \cos \alpha = 0,$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \mu \text{ и } \alpha = \arctg \mu.$$

Ответ: натяжение нити будет наименьшим при угле  $\alpha = \arctg \mu$ .

Пример 3. Молот массой  $m = 5$  кг, падая с высоты  $h = 2$  м, ударяет небольшой кусок железа, лежащий на наковальне. Масса наковальни вместе с куском железа  $M = 100$  кг. Считая удар абсолютно неупругим, найти:

- а) скорость  $V$  молота непосредственно перед ударом;
- б) энергию  $E_{\text{деф}}$ , затраченную на деформацию куска железа.

Решение

а) скорость  $V$  молота непосредственно перед ударом найдем из закона сохранения энергии: в отсутствие сопротивления воздуха молот, падая с высоты  $h$ , движется только под действием силы тяжести, которая является консервативной. Следовательно, в процессе падения механическая энергия молота будет оставаться постоянной:

$$E = T + \Pi = \text{const}.$$

В качестве нулевого уровня для отсчета потенциальной энергии молота в однородном поле силы тяжести выберем уровень, соответствующий нижнему положению молота. Тогда в начале движения кинетическая энергия молота  $T_1 = 0$ , потенциальная энергия  $\Pi_1 = mgh$  и полная механическая энергия

$$E_1 = T_1 + \Pi_1 = mgh.$$

В нижнем положении (непосредственно перед ударом) –  $T_2 = \frac{mV^2}{2}$ ,  $\Pi_2 = 0$  и

$$E_2 = T_2 + \Pi_2 = \frac{mV^2}{2}.$$

Согласно закону сохранения энергии,

$$E_1 = E_2 \text{ или } mgh = \frac{mV^2}{2},$$

откуда

$$V = \sqrt{2gh},$$

$$V = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 2} \approx 6,3 \text{ (м/с)}.$$

б) чтобы определить энергию  $E_{\text{деф}}$ , затраченную на деформацию куска железа, предварительно найдем скорость  $U$  системы «молот – кусок железа – наковальня» сразу же после удара.

В силу кратковременности удара, запишем для рассматриваемой системы тел закон сохранения импульса:

$$m\vec{V}_1 + M\vec{V}_2 = m\vec{U}_1 + M\vec{U}_2,$$

где  $\vec{V}_1 = \vec{V}$  – скорость молота до удара;  $\vec{V}_2 = 0$  – скорость куска железа с наковальней до удара;  $\vec{U}_1 = \vec{U}_2 = \vec{U}$  – скорости тел сразу же после удара (так как удар абсолютно неупругий, то после него тела системы движутся как одно целое, то есть с одной и той же скоростью).

Очевидно, что векторы  $\vec{V}$  и  $\vec{U}$  будут направлены одинаково. Поэтому в проекции на направление движения молота закон сохранения импульса запишется в виде

$$mV = (m + M)U,$$

откуда

$$U = \frac{mV}{(m + M)} \text{ или } U = \frac{m\sqrt{2gh}}{(m + M)}.$$

Энергия, затраченная на деформацию куска железа, представляет собой разность механических энергий системы «молот – кусок железа – наковальня» непосредственно перед ударом ( $E$ ) и сразу же после него ( $E'$ ):

$$E_{\text{деф}} = E - E'.$$

Так как потенциальная энергия системы в поле силы тяжести в процессе удара не изменяется, то

$$E_{\text{деф}} = T - T',$$

где  $T = \frac{mV^2}{2} = mgh$  – кинетическая энергия системы (молота) непосредственно перед ударом;  $T' = \frac{(m+M)U^2}{2} = \frac{m^2gh}{(m+M)}$  – кинетическая энергия системы сразу же после удара.

Таким образом,

$$\begin{aligned} E_{\text{деф}} &= mgh - \frac{m^2gh}{m+M} = \frac{mMgh}{m+M}, \\ E_{\text{деф}} &= \frac{5 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 2}{5+100} \approx 93,4 \text{ (Дж).} \end{aligned}$$

Ответ: а)  $V = 6,3 \text{ м/с}$ ; б)  $E_{\text{деф}} = 93,4 \text{ Дж}$ .

Пример 4. Через блок цилиндрической формы массой  $m = 1\text{кг}$  перекинут шнур, к концам которого прикреплены грузы массами  $m_1 = 1 \text{ кг}$  и  $m_2 = 2 \text{ кг}$ . Найти: а) ускорение грузов; б) силы натяжения шнура  $F_1$  и  $F_2$ . Считать шнур невесомым и нерастяжимым. Проскальзывание шнура относительно блока и трение в оси блока отсутствуют.

Дано  
 $m = 1\text{кг},$   
 $m_1 = 1 \text{ кг},$

Решение  
Так как нить нерастяжима, путь, пройденный грузом  $m_1$ , равен пу-

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

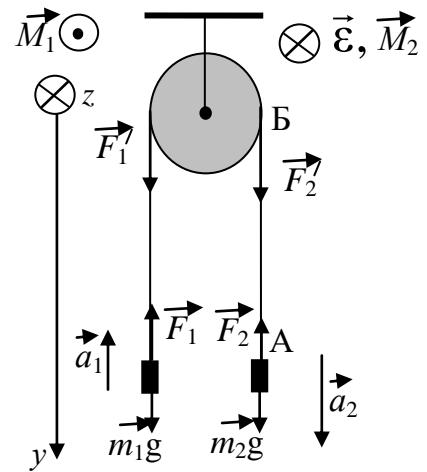
- a)  $a=?$   
б)  $F_1=?$   
 $F_2=?$

ти, пройденному грузом  $m_2$ :

$$a_1 t^2 / 2 = a_2 t^2 / 2.$$

Из этого следует, что ускорения грузов одинаковы по величине  $a_1 = a_2 = a$ .

Рассмотрим участок нити АБ между грузом  $m_2$  и блоком. Уравнение движения этого участка в проекции на ось  $y$  с учетом 3-го закона Ньютона имеет вид  $m_{AB}a = F_2 - F'_2$ .



Из условия невесомости нити ( $m_{AB} = 0$ ) следует, что  $F'_2 = F_2$ . Аналогично доказывается, что  $F'_1 = F_1$ .

Линейная скорость всех отрезков нити в произвольный момент времени  $t$  равна  $V = at$ . Линейная скорость точек, принадлежащих ободу блока, выражается через угловое ускорение блока  $\varepsilon$  и его радиус  $R$   $V_{\text{бл}} = \varepsilon R t$ .

Отсутствие скольжения означает, что в любой момент времени  $V = V_{\text{бл}}$  или  $at = \varepsilon R t$ . Из этого, в свою очередь, следует, что  $\varepsilon = a/R$ .

Запишем уравнения движения обоих грузов в проекции на ось  $y$ , а уравнение движения блока в проекции на ось  $z$ :

$$Oy: -m_1 a_1 = m_1 g - F_1; \quad m_2 a_2 = m_2 g - F_2;$$

$$Oz: J\varepsilon = M_Z = R(F'_2 - F'_1).$$

Учитывая приведенное выше обсуждение условий задачи, а также то, что момент инерции цилиндрического блока  $J = \frac{mR^2}{2}$ , полученную систему уравнений можно привести к виду

$$-m_1 a = m_1 g - F_1; \quad m_2 a = m_2 g - F_2; \quad \frac{ma}{2} = F_2 - F_1.$$

Решая эту систему относительно искомых величин, получим:

$$\text{а)} \quad a = g \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2 + m/2} = 2,8 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{б)} \quad F_1 = m_1(g + a) = 12,6 \text{ Н}; \quad F_2 = m_2(g - a) = 14,0 \text{ Н}.$$

Ответ: а)  $a = 2,8 \text{ м/с}^2$ ; б)  $F_1 = 12,6 \text{ Н}, F_2 = 14,0 \text{ Н}$ .

Пример 5. В сосуде вместимостью 10 л находится кислород под давлением 100 кПа при температуре  $t_1 = 17^\circ \text{C}$ . После того, как из сосуда выпустили кислород массой  $\Delta m = 10 \text{ г}$ , температура газа стала равной  $0^\circ \text{C}$ . Найти давление кислорода, оставшегося в сосуде. Молярная масса кислорода  $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

Решение

Давление  $P_2$  найдем, используя уравнение состояния идеального газа:

$$P_2 V = \frac{m_2}{M} R T_2,$$

$$\text{откуда } P_2 = \frac{m_2}{M} \frac{RT_2}{V}.$$

Неизвестный параметр  $m_2$  находим из условия задачи:

$$m_2 = m_1 - \Delta m.$$

Однако первичная масса кислорода  $m_1$  неизвестна. Её определим из уравнения состояния газа в его начальном состоянии:

$$P_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1,$$

откуда

$$m_1 = \frac{P_1 V M}{R T_1}.$$

В окончательном виде

$$P_2 = \left( \frac{P_1 V M}{R T_1} - \Delta m \right) \frac{R T_2}{M V} = T_2 \left( \frac{P_1}{T_1} - \frac{R}{M V} \Delta m \right).$$

Подстановка численных данных даёт  $P_2 = 23243$  Па.

Ответ:  $P_2 = 23,2$  кПа.

Пример 6. Воздух, занимавший объем  $V_1 = 1$  л при давлении  $P_1 = 0,8$  МПа, изотермически расширился до  $V_2 = 10$  л. Определить изменение его внутренней энергии и работу, совершенную газом. Какое количество тепла было сообщено газу в процессе расширения?

Дано

$$V_1 = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3,$$

$$P_1 = 0,8 \text{ МПа},$$

$$V_2 = 10 \text{ л}$$

Решение

При изотермическом расширении температура воздуха не меняется, следовательно, не меняется и его внутренняя энергия, т.е.  $\Delta U = 0$ . При расширении  $V$  молей газа от объема  $V_1$  до  $V_2$  при постоянной температуре  $T$  будет совершена

$$\Delta U = ?$$

положительная работа:

$$A = ? \quad Q = ?$$

$$A = \int_{V_1}^{V_2} P dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{v RT}{V} dV = vRT \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Так как число молей газа и его температура неизвестны, то, воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона, записанным для начального состояния воздуха:

$$P_1 V_1 = vRT,$$

работу расширения найдем как

$$A = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

Количество тепла, сообщенного газу, найдем из первого начала термодинамики:

$$Q = \Delta U + A.$$

С учетом найденных значений работы и изменения внутренней энергии

$$Q = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}.$$

Ответ:  $\Delta U = 0$ ,  $A = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}$ ,  $Q = P_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \approx 1,84 \text{ кДж}$ .

Пример 7. Сферический слой, имеющий радиусы  $R_1 = R$  и  $R_2 = 2R$ , заполнен электрическим зарядом, объемная плотность которого  $\rho = \frac{\alpha}{r}$ , где  $\alpha$  - положительная постоянная. Найти напряженность  $E(r)$  электрического поля как функцию расстояния  $r$  от центра слоя. Построить примерный график зависимости  $E(r)$ .

Дано

$$R_1 = R,$$

$$R_2 = 2R,$$

$$\rho = \frac{\alpha}{r},$$

$$\alpha = \text{const}$$

$$E(r) = ?$$

Решение

Решение задачи сводится к нахождению напряженности  $E(r)$  электрического поля в трёх областях: внутренней ( $r < R_1$ ), в области, содержащей заряд ( $R_1 < r < R_2$ ), и внешней ( $r > R_2$ ) (рисунок).

Так как структура поля обладает радиальной симметрией, то для нахождения напряженности поля используем теорему Остроградского-Гаусса, которая в интегральной форме имеет вид

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} Q. \quad (1)$$

1. Определим напряженность  $E_I$  поля в области I. Из физических представлений видно, что напряженность электрического поля в области I равна нулю. Это будет понятно, если представим, что каждый элементарный заряд, расположенный на внутренней поверхности сферы, создает элементарное поле напряженностью  $d\vec{E}$ , которая направлена к центру. Такой же заряд на диаметрально противоположной стороне этой сферы создает поле той же величины, но направленное противоположно первому. Происходит взаимная компенсация элементарных полей, итогом чего является отсутствие электрического поля в области I.

Докажем это утверждение с помощью теоремы (1), в соответствии с которой поток вектора  $\vec{E}$  сквозь воображаемую замкнутую поверхность  $S$  определяется арифметической суммой зарядов, находящихся внутри этой поверхности. Но в области I зарядов нет, т.е.  $Q = 0$ . Тогда величина  $\vec{E}$  равна нулю. Поле в области I отсутствует.

2. Определим напряженность  $E_{II}$  в области II. В качестве воображаемой замкнутой поверхности  $S$  возьмем сферическую поверхность радиусом  $r$ , внутри которой будет находиться электрический заряд в объеме, заключенном между сферами с радиусами  $R_1$  и  $r$ .

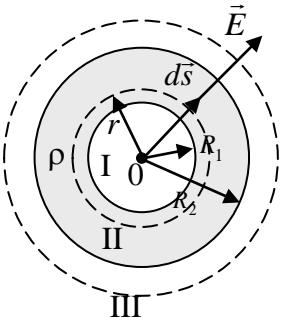
Теорему Остроградского-Гаусса запишем в виде

$$\oint_S \vec{E}_{II} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \rho dV, \quad (2)$$

$$\text{где } \rho = \frac{\alpha}{r}, \quad dV = 4\pi r^2 dr.$$

Последнее выражение получается следующим образом: шар радиусом  $r$  имеет объем  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ; от обеих частей этого выражения возьмем дифференциал и получим  $dV = 4\pi r^2 dr$ .

Уравнение (2) после подстановки  $\rho$  и  $dV$  приобретает вид



$$\oint_S \vec{E}_{\text{II}} d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \int_V \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (3)$$

Вектор напряженности поля  $\vec{E}$  и вектор  $d\vec{S}$  в каждой точке поверхности  $S$  направлены друг с другом, так как оба направлены вдоль радиуса сферы. Тогда скалярное произведение  $\vec{E}_{\text{II}} d\vec{S} = |\vec{E}_{\text{II}}| |d\vec{S}| \cos 0^\circ = |\vec{E}_{\text{II}}| |d\vec{S}|$  или  $\vec{E}_{\text{II}} d\vec{S} = E_{\text{II}} dS$ . Учтем, что величина напряженности на одинаковом расстоянии  $r$  от центра слоя постоянна. Тогда уравнение (3) запишется в виде

$$E_{\text{II}}(r) \oint_S dS = \frac{1}{\epsilon_0} \int_{R_1}^r \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr. \quad (4)$$

Заметим, что  $\oint_S dS = 4\pi r^2$  – площадь поверхности воображаемой сферы. В итоге после несложных преобразований из уравнения (4) получаем:

$$E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{R_1^2}{r^2} \right). \quad (5)$$

Аналогично получаем уравнение для внешней области III, в которой воображаемая замкнутая поверхность охватывает весь электрический заряд, находящийся между сферами радиусами  $R_1$  и  $R_2$ :

$$E_{\text{III}}(r) \oint_S dS = \frac{1}{\epsilon_0} \int_{R_1}^{R_2} \frac{\alpha}{r} 4\pi r^2 dr, \quad (6)$$

где  $r$  в левой части уравнения есть радиус внешней воображаемой замкнутой поверхности.

После преобразований получаем:

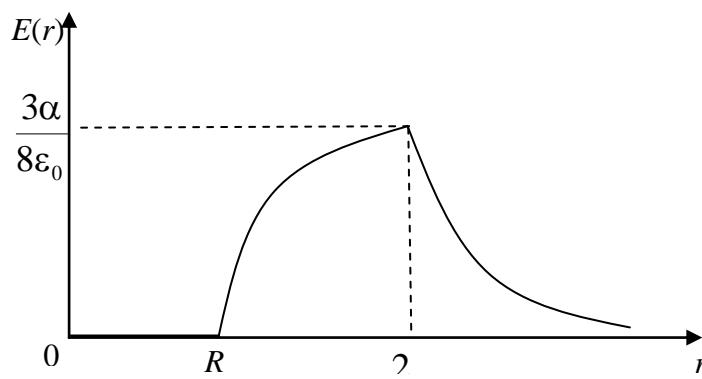
$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha(R_2^2 - R_1^2)}{2\epsilon_0} \frac{1}{r^2}. \quad (7)$$

Зная, что  $R_1 = R$  и  $R_2 = 2R$ , соотношения (5) и (7) запишем в виде

$$E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{R^2}{r^2} \right), \quad (8)$$

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha}{2\epsilon_0} \frac{3R^2}{r^2}. \quad (9)$$

Для построения графика зависимости напряженности поля  $E(r)$  как функции расстояния  $r$  от центра сферического слоя определим характерные точки для полей  $E(r)$  в областях II и III. Для области II это точки:  $r = R_1 = R$  и  $r = R_2 = 2R$ , где  $E_{\text{II}}(r = R) = 0$  и  $E_{\text{II}}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\epsilon_0}$ . Для обла-



сти III – точка  $r = R_2 = 2R$ , где  $E_{\text{III}}(r = 2R) = \frac{3\alpha}{8\epsilon_0}$ .

Примерный график зависимости  $E(r)$  представлен на рисунке.

$$\text{Ответ: } E_I = 0 \quad \text{при} \quad r < R_1, \quad E_{\text{II}}(r) = \frac{\alpha}{2\epsilon_0} \left( 1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad \text{при} \quad R_1 < r < R_2,$$

$$E_{\text{III}}(r) = \frac{\alpha}{2\epsilon_0} \frac{3R^2}{r^2} \quad \text{при} \quad r > R_2.$$

Пример 8. Определить разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$  между точками  $A$  и  $B$  схемы. При каком условии она равна нулю?

Дано

$C_1, C_2, C_3, C_4$ , Конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$  соединены последовательно. Эквивалентная емкость  $C_{12}$  определяется по формуле

$$\boxed{\frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; \quad C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.}$$

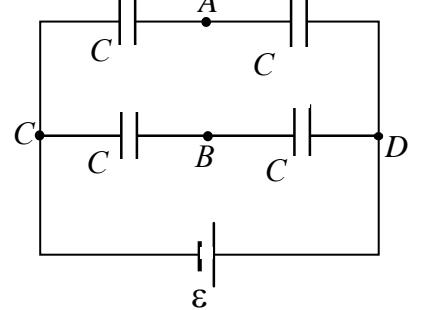
Аналогично найдем емкость  $C_{34} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4}$ . Эквивалентные конденсаторы  $C_{12}$  и  $C_{34}$  подключены параллельно к источнику тока. Следовательно,

$$U_{DAC} = U_{DBC} = E.$$

При последовательном соединении заряды на конденсаторах равны

$$q_1 = q_2 = C_{12} U_{DAC},$$

$$q_1 = \frac{\epsilon C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$



Разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_C$  равна напряжению на первом конденсаторе:

$$\varphi_A - \varphi_C = \frac{q_1}{C_1}, \quad \varphi_A - \varphi_C = \frac{\epsilon C_2}{C_1 + C_2}.$$

Аналогично найдем  $\varphi_B - \varphi_C$ :

$$q_3 = q_4 = C_{34} U_{DBC};$$

$$q_3 = \frac{\epsilon C_3 C_4}{C_3 + C_4};$$

$$\varphi_B - \varphi_C = \frac{\epsilon C_4}{C_3 + C_4}.$$

Разность потенциалов  $\varphi_A - \varphi_B$  найдем из соотношения

$$\varphi_A - \varphi_B = (\varphi_A - \varphi_C) - (\varphi_B - \varphi_C),$$

$$\varphi_A - \varphi_B = \epsilon \left( \frac{C_2}{C_1 + C_2} - \frac{C_4}{C_3 + C_4} \right), \quad \varphi_A - \varphi_B = \epsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$$

Найдем, при каком условии  $\varphi_A - \varphi_B = 0$ .

$$\epsilon \frac{(C_2 C_3 - C_1 C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)} = 0, \quad C_2 C_3 = C_1 C_4.$$

Ответ:  $\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon \frac{(C_2C_3 - C_1C_4)}{(C_1 + C_2)(C_3 + C_4)}$ ,  $\varphi_A - \varphi_B = 0$  при  $C_2C_3 = C_1C_4$ .

Пример 9. Сколько тепла выделится на сопротивлении  $R = 75$  Ом при прохождении через него количества электричества  $q = 100$  Кл, если ток в сопротивлении равномерно убывал до нуля в течение времени  $\Delta t = 50$  с?

Дано

$$R = 75 \text{ Ом},$$

$$q = 100 \text{ Кл},$$

$$I_2 = 0,$$

$$\Delta t = 50 \text{ с}$$

Решение

Так как ток равномерно (линейно) убывал, его зависимость от времени можно представить в виде  $I = I_1 - \alpha t$ . В начальный момент времени  $t_0 = 0$   $I = I_1$ , в момент времени  $\Delta t = 50$  с  $I = 0$ . Отсюда следует:

$$Q = ?$$

$$\alpha = \frac{I_1}{\Delta t}, \quad I = I_1 - \frac{I_1}{\Delta t}t.$$

Найдем значение начального тока  $I_1$ . Заряд, прошедший через поперечное сечение проводника, равен

$$q = \int_0^{\Delta t} \left( I_1 - \frac{I_1}{\Delta t}t \right) dt = \frac{I_1 \Delta t}{2}, \quad I_1 = \frac{2q}{\Delta t}, \quad I_1 = \frac{2 \cdot 100}{50} = 4 \text{ А.}$$

Подставим значение  $I_1$  в формулу тока  $I = 4 - 0.08t$ . Найдем количество теплоты, выделившееся на сопротивлении  $R$ :

$$Q = \int_0^{\Delta t} \left( I_1 - \frac{I_1 t}{\Delta t} \right)^2 R dt = RI_1^2 \int_0^{\Delta t} \left( 1 - \frac{t}{\Delta t} \right)^2 dt = \frac{RI_1^2 \Delta t}{3}.$$

$$Q = \frac{75 \cdot 16 \cdot 50}{3} = 20 \text{ кДж.}$$

Ответ:  $Q = 20$  кДж.

Пример 10. Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U$ , влетает в однородное магнитное поле индукции  $\vec{B}$  под углом  $\alpha$  к силовым линиям. Определить радиус и шаг винтовой линии, по которой будет двигаться электрон в магнитном поле. Заряд электрона  $e$ , масса  $m_e$ .

Дано

$$U,$$

$$\vec{B},$$

$$\alpha,$$

$$e,$$

$$m_e$$

$$h=?$$

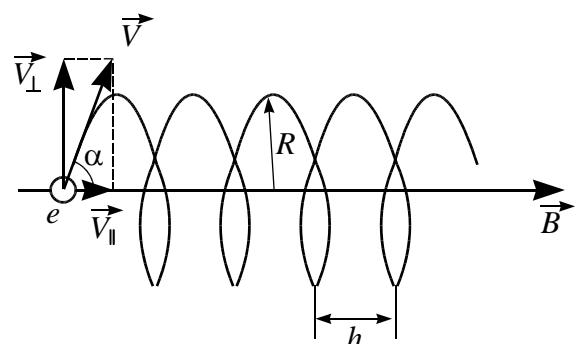
$$R=?$$

Пройдя ускоряющее напряжение  $U$ , электрон приобретает скорость  $V$ , которую можно найти из закона сохранения энергии:

$$m_e V^2 / 2 = eU,$$

$$V = \sqrt{2eU/m_e}$$

Решение



При движении в магнитном поле радиус винтовой линии определяется составляющей скорости  $V_\perp = V \sin \alpha$ . Уравнение движения электрона в проекции на нормаль запишется:

$$m_e a_n = m_e V_\perp^2 / R = e V_\perp B.$$

Отсюда радиус винтовой линии

$$R = m_e V \sin \alpha / eB = \sqrt{2Um_e/e} \sin \alpha / B.$$

Вдоль силовой линии электрон движется с постоянной скоростью  $V_{\parallel} = V \cos \alpha$ .

Шаг винтовой линии  $h = V_{\parallel} T$ , где  $T$  – период обращения, который находим из

$$T = 2\pi R / V_{\parallel} = 2\pi m_e / eB.$$

Тогда  $h = 2\pi \cos \alpha \sqrt{2Um_e/e} / B$ .

Ответ:  $R = \sqrt{2Um_e/e} \sin \alpha / B$ ,  $h = 2\pi \cos \alpha \sqrt{2Um_e/e} / B$ .

Пример 11. На струне длины  $l$  образовалась стоячая волна, причем все точки струны с амплитудой смещения 3,5 мм отстоят друг от друга на 15,0 см. Найти максимальную амплитуду смещения.

Решение

Для стоячей волны в струне запишем уравнение:

$$\xi = 2A_0 \sin(kx) \sin(\omega t) = A_{\max} \sin(kx) \sin(\omega t), \quad (1)$$

где амплитуда стоячей волны

$$A = A_{\max} \sin(kx), \quad (2)$$

$k = \frac{2\pi}{\lambda}$  – волновое число,  $\lambda$  – длина волны.

Из определения длины волны следует  $\lambda = 4 \cdot 15 = 60$  см.

Первая точка с амплитудой смещения равной 3,5 мм имеет координату  $x = \frac{15}{2} = 7,5$  см (см. рисунок).

Подставим полученные значения в формулу для амплитуды стоячей волны (2):

$$3,5 = A_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{60} 7,5\right).$$

Выразим максимальную амплитуду:

$$A_{\max} = \frac{3,5}{\sin\left(\frac{2\pi}{60} 7,5\right)} = \frac{3,5}{\sin\left(\frac{2\pi}{8}\right)} = \frac{3,5 \cdot 2}{\sqrt{2}} = 5,04 \text{ мм.}$$

Ответ:  $A_{\max} = 5,04$  мм.

Пример 12. Точечный источник монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм расположен на расстоянии  $a = 2$  м перед диафрагмой с круглым отверстием диаметром  $D = 2$  мм. Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии  $b = 1$  м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?

Решение

Предположим, что в отверстии диафрагмы укладываются первые  $m$  зон Френеля, тогда радиус отверстия  $R = D/2$  будет равен радиусу внешней границы  $m$ -й зоны. Так как падающая на препятствие волна является сферической, получаем

$$\frac{D}{2} = r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m\lambda},$$

откуда

$$m = \frac{(a+b)D^2}{4ab\lambda},$$

$$m = \frac{(2+1)(2 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 3.$$

Таким образом, в отверстии диафрагмы укладываются первые три зоны Френеля.

Поскольку число зон Френеля, укладывающихся в отверстии, является нечетным, то, если в месте наблюдения поместить экран, в центре дифракционной картины получится светлое пятно.

Ответ: в отверстии диафрагмы укладываются три зоны Френеля; в центре дифракционной картины получится светлое пятно.

Пример 13. Частично линейно поляризованный свет рассматривается через николь. При повороте николя на  $60^\circ$  от положения, соответствующего максимальной яркости, яркость пучка уменьшается в два раза. Найти степень поляризации пучка  $P$  и отношение интенсивностей естественного и линейно поляризованного света ( $I_{\max}$  и  $I_{\min}$  - максимальная и минимальная интенсивности света, проходящего через николь).

Дано

$$\varphi = 60^\circ,$$

$$I_1 = 2I_2$$

$$P = ?$$

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = ?$$

Частично линейно поляризованный свет представляет собой суперпозицию линейно поляризованного света и естественного (неполяризованного света).

Пусть  $I_{\text{п}}$  – интенсивность поляризованного света,  $I_{\text{e}}$  – интенсивность естественного света.

При первом положении николя интенсивность прошедшего света равна

$$I_1 = I_{\text{п}} + \frac{I_{\text{e}}}{2},$$

а при втором из закона Малюса

$$I_2 = I_{\text{п}} \cos^2 60^\circ + \frac{I_{\text{e}}}{2} = \frac{I_{\text{п}}}{4} + \frac{I_{\text{e}}}{2}$$

По условию  $I_1 = 2I_2$ :

$$I_{\text{п}} + \frac{I_{\text{e}}}{2} = 2 \left( \frac{I_{\text{п}}}{4} + \frac{I_{\text{e}}}{2} \right)$$

откуда  $I_{\text{п}} = I_{\text{e}}$ .

$$\text{Максимальная интенсивность } I_{\max} = \frac{3}{2} I_{\text{п}}.$$

Минимальная интенсивность будет наблюдаться при повороте поляризатора на угол  $90^\circ$  от положения, соответствующего максимуму интенсивности. Из закона Малюса получаем

$$I_2 = I_{\text{п}} \cos^2 90^\circ + \frac{I_{\text{e}}}{2} = \frac{I_{\text{п}}}{2}.$$

Используя формулу для степени поляризации, получаем  $P = \frac{1}{2}$  и отношение

$$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 3.$$

$$\text{Ответ: } P = \frac{1}{2}, \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 3.$$

### Тест по разделу 1 дисциплины «Физика»:

#### Вопрос №1

Векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости материальной точки по величине.

- Полное ускорение
- Тангенциальное ускорение
- Нормальное ускорение
- Угловое ускорение

#### Вопрос №2

Какие из предложенных сил являются консервативными?

- силы трения и силы упругости
- силы тяжести и силы упругости
- силы трения и силы тяжести
- силы трения, силы тяжести и силы упругости

#### Вопрос №3

Момент силы  $\vec{F}$  относительно неподвижного центра вращения вычисляется по формуле ( $\vec{r}$  - радиус-вектор, проведенный от центра вращения в точку приложения силы):

- $[\vec{r} \times \vec{F}]$
- $(\vec{F}, \vec{r})$
- $(\vec{r}, \vec{F})$

### Тест по разделу 2 дисциплины «Физика»:

#### Вопрос №1

«Идеальный газ-это когда: »

- а) объем молекул газа много меньше объема сосуда
- б) между молекулами нет сил взаимодействия и нужно условие а)
- в) столкновение молекул между собой и со стенками сосуда абсолютно упругие
- г) нужны все три условия а), б), в)

#### Вопрос №2

Под нормальными условиями принято понимать значения давления и температуры, равными

- $p = 10^5 \text{ Па}, t = 0^\circ\text{C}$
- $p = 10^5 \text{ Па}, t = 20^\circ\text{C}$
- $p = 10^5 \text{ Па}, t = 300 \text{ К}$
- $p = 1 \text{ Па}, t = 0 \text{ К}$

*Вопрос №3*

Количество теплоты, сообщенное системе, идет на приращение внутренней энергии системы и на совершение системой работы против внешних сил

- $\langle E_{\text{молек}} \rangle = \frac{i}{2} kT$

- $A = \int_{V_1}^{V_2} P dV$

- $Q = \Delta U + A$

- $U = \frac{i}{2} vRT$

**Тест по разделу 3 дисциплины «Физика»:**

*Вопрос №1*

Количественная мера способности тела к электрическим взаимодействиям это

- Сила тока
- Напряженность электрического поля
- Заряд
- Потенциал

*Вопрос №2*

Работа сил электростатического поля по переносу единичного положительного заряда из точки 1 в точку 2 поля называется

- потенциалом
- разностью потенциалов
- электрическим диполем
- зарядом
- потенциальной энергией

*Вопрос №3*

Физическая величина, равная отношению заряда, прошедшего через некоторую поверхность за определенное время к величине этого промежутка времени, называется:

- сила тока
- плотность тока
- электрический ток
- магнитный ток

**Тест по разделу 4 дисциплины «Физика»:**

*Вопрос №1*

Процессы, отличающиеся той или иной степенью повторяемости называются

- периодами
- колебаниями
- волнами
- частотами

*Вопрос №2*

Колебания, в которых колеблющаяся величина изменяется со временем по закону синуса или косинуса называются

- вынужденными колебаниями
- собственными колебаниями
- гармоническими колебаниями
- параметрическими колебаниями
- автоколебаниями

*Вопрос №3*

Процесс распространения колебаний в сплошной среде, периодический во времени и пространстве, называется

- периодом
- волной
- колебанием
- частотой

**Примеры заданий для контрольных работ**

1. Уравнения движения двух материальных точек имеют вид  $x_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$  и  $x_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$ , где  $B_1=4 \text{ м/с}^2$ ,  $C_1=-3 \text{ м/с}^3$ ,  $B_2=-2 \text{ м/с}^2$ ,  $C_2=1 \text{ м/с}^3$ . Найти момент времени, при котором ускорения этих точек будут равны.

2. На наклонную плоскость, составляющую угол  $\beta = 30^\circ$  с горизонтом, положили тело, которое начало скользить вниз без начальной скорости. Найти его скорость через 2 с после начала движения, если коэффициент трения тела о плоскость равен  $\mu = 0,5$ .
3. Лодка массой  $M = 240$  кг движется со скоростью  $V_0 = 1$  м/с. Навстречу лодке летит мешок с песком массой  $m = 10$  кг с горизонтальной скоростью  $U = 3$  м/с относительно лодки. Пренебрегая сопротивлением воды, найти скорость  $V$  лодки после попадания в нее мешка.
4. Горизонтальная платформа массой  $M=100$  кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n=60$  об/мин. Человек массой  $m=60$  кг стоит при этом на краю платформы. С какой частотой начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Платформу считать однородным диском, человека – точечной массой.
5. В сосуде объемом  $V = 20$  л находится газ массой  $m = 60$  г. Найти концентрацию  $n$  молекул газа, если его молярная масса  $M = 4$  г/моль.
6. Заряд объемной плотности  $\rho$  равномерно распределен по бесконечно длинному цилиндрическому стержню радиусом  $R$ . Найти напряженность  $E(r)$  электрического поля как функцию расстояния  $r$  от оси стержня.
7. Конденсатор неизвестной емкости  $C_1$  заряжен до напряжения  $U_1 = 80$  В. При параллельном подключении этого конденсатора к конденсатору емкостью  $C_2 = 60$  мкФ, заряженному до напряжения  $U_2 = 16$  В, напряжение на батарее становится  $U = 20$  В (если конденсаторы соединяют обкладками одного знака). Определить емкость  $C_1$ .
8. Ток в проводнике за 2 с изменился от 2 А до 8 А. Найти заряд, прошедший за это время через поперечное сечение проводника.
9. Три источника тока с ЭДС  $\varepsilon_1 = 11$  В,  $\varepsilon_2 = 4$  В и  $\varepsilon_3 = 6$  В и три реостата с сопротивлениями  $R_1=5$  Ом,  $R_2=10$  Ом и  $R_3=2$  Ом соединены, как показано на рисунке к задаче 360. Определить с помощью законов Кирхгофа силу тока  $I_2$  через сопротивление  $R_2$ . Внутреннее сопротивление источников тока пренебрежимо мало.
10. Электрон в однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,1$  Тл движется по окружности. Найти силу кругового тока  $I$ , создаваемого движущимся электроном.
11. Два когерентных источника колеблются в одинаковых фазах с частотой  $v=400$  Гц. Скорость распространения колебаний в среде  $V = 1$  км/с. Определить, при какой наименьшей разности хода будет наблюдаться максимальное усиление колебаний.
12. На поверхность воды под углом  $\phi = 60^\circ$  падает пучок параллельных лучей. Ширина пучка в воздухе  $d_1 = 10$  см. Найти ширину  $d_2$  пучка в воде, если показатель преломления воды  $n = 1,33$ .
13. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 600$  нм, падающим по нормали к поверхности пластинки. Найти толщину

ну  $b$  воздушного слоя между линзой и пластинкой в том месте, где наблюдается четвертое темное кольцо в отраженном свете.

14. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка, если максимуму первого порядка соответствует угол дифракции  $\phi = 11^\circ$ .

15. В частично поляризованном свете амплитуда вектора напряженности электрического поля, соответствующая максимальной интенсивности света, в  $n = 2$  раза больше амплитуды, соответствующей минимальной интенсивности света. Определить степень поляризации  $P$  света.

## Контрольные вопросы

### Лабораторная работа № 1 «Механический удар»

1. Кинематические характеристики поступательного движения: траектория, вектор перемещения  $\vec{r}$ , пройденный путь  $S$ , скорость  $\vec{V}$  и  $V_{\text{ср.}}$ , ускорение  $\vec{a}_{\text{ср}}$  и  $\vec{a}$ , виды ускорения  $\vec{a}_\tau, \vec{a}_n$ . Сделать рисунок.
2. Три закона Ньютона. Второй закон Ньютона в двух формулировках.
3. Импульс тела, системы тел. Закон изменения и закон сохранения импульса системы тел.
4. Механическая работа. Мощность.
5. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия. Закон изменения потенциальной энергии.
6. Кинетическая энергия. Закон изменения кинетической энергии.
7. Полная механическая энергия. Закон изменения полной механической энергии.
8. Закон сохранения полной механической энергии. Условия его выполнения
9. Механический удар. Признаки удара. Прямой центральный удар. Упругий и неупругий удары. Сделать рисунки и записать законы сохранения.
10. Вывод рабочих формул для расчета скорости шарика до удара  $V_1$  и после удара -  $\langle V_2 \rangle$ , среднего значения силы удара  $\langle F \rangle$ , используемых в данной работе.

### Лабораторная работа № 2

#### «Изучение основного закона динамики вращательного движения твердого тела»

1. Кинематические характеристики вращательного движения: вектор элементарного углового перемещения  $d\vec{\phi}$ , угловая скорость  $\vec{\omega}$ , угловое ускорение  $\vec{\varepsilon}$ . Направление и модуль каждой из этих величин. Сделать рисунок.
2. Взаимосвязь линейных и угловых характеристик вращательного движения.
3. Указать направления вектора углового перемещения  $d\vec{\phi}$ , угловой скорости  $\vec{\omega}$  и углового ускорения  $\vec{\varepsilon}$  крестовины. Записать зависимости этих величин от времени  $\varphi(t), \vec{\omega}(t), \vec{\varepsilon}(t)$ .
4. Момент инерции материальной точки, твердого тела относительно точки, относительно оси. Теорема Штейнера.

5. Момент силы относительно неподвижной точки, закрепленной оси. Его модуль, направление. Плечо силы.
6. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела относительно неподвижной точки, закрепленной оси. Его модуль, направление.
7. Основной закон динамики вращательного движения для абсолютно твердого тела (две формы записи и связь между ними).
8. Закон сохранения момента импульса. Условия его выполнения.
9. Какая сила создает вращательный момент крестовины и как он определяется в данной работе? Получить выражение для вращательного момента.
10. Вывод рабочих формул.

**Лабораторная работа № 3**  
**«Изучение законов идеального газа и определение показателя адиабаты»**

1. Идеальный газ. Понятия: количество вещества, молярная масса, абсолютная шкала температур, теплоемкость вещества, молярная теплоемкость, удельная теплоемкость.
2. Опытные газовые законы: Бойля - Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, Авогадро, Дальтона.
3. Уравнение Менделеева — Клапейрона.
4. Внутренняя энергия идеального газа. Понятие числа степеней свободы молекулы.
5. Работа идеального газа. Вывод выражения работы идеального газа для различных изо-процессов.
6. Первое начало термодинамики.
7. Политропные процессы: изотермический, изохорический, изобарический, адиабатный (для каждого процесса записать уравнения этих процессов, первое начало термодинамики, выражения для работы и теплоемкости, нарисовать графики зависимостей  $P(V)$ ,  $P(T)$ ,  $V(T)$  )
8. Объяснить график зависимости давления газа от объема для всех процессов, протекающих в работе (рис. 2). В каких точках графика внутренняя энергия газа максимальна и минимальна?

**Лабораторная работа № 4**  
**«Экспериментальные исследования электрических полей с помощью электролитической ванны»**

1. Заряд. Свойства заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность. Силовые линии напряженности. Принцип суперпозиции. Расчет напряженности электростатического поля, созданного системой точечных зарядов, с помощью принципа суперпозиции.
3. Потенциал электростатического поля, разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Принцип суперпозиции. Расчет потенциала электростатического поля, созданного системой точечных зарядов с помощью принципа суперпозиции.
4. Связь между напряженностью и потенциалом.
5. Свойства электростатического поля.
6. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.

7. Расчет напряженности электрического поля  $\vec{E}$  равномерно заряженных тел: бесконечной плоскости, бесконечных параллельных разнозаряженных плоскостей, сферы, шара, бесконечно длинных нити и цилиндра.
8. Электроемкость. Емкость единственного проводника. Емкость плоского и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов.
9. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
10. Проводники в электростатическом поле.

### **Лабораторная работа № 5**

Изучение компенсационного метода измерения ЭДС

1. Характеристики электрического тока: плотность тока, сила тока. Единицы их измерения.
2. Условия существования стационарного электрического тока.
3. Понятие ЭДС, разности потенциалов, падения напряжения. Единицы их измерения.
4. Понятия сопротивления участка цепи, удельного сопротивления, электропроводности. Единицы измерения.
5. Закон Ома.
6. Сущность метода компенсации.
7. Правила Кирхгофа и их применение к цепям в данной работе.
8. Применяя правила Кирхгофа, получить соотношение  $\varepsilon_x = \varepsilon_l \frac{l_x}{l_l}$ .
9. Метод вилки.
10. В чем преимущество компенсационного метода определения ЭДС перед методом непосредственного измерения вольтметром?

### **Лабораторная работа № 6**

«Экспериментальные исследования электромагнитной индукции»

1. Магнитное поле. Его основные характеристики.
2. Закон Био-Савара.
3. Сила Ампера. Сила Лоренца.
4. Магнитный поток, потокосцепление.
5. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Уравнение Максвелла, обобщающее закон электромагнитной индукции.
6. Явление самоиндукции. Индуктивность.
7. Явление взаимоиндукции. Взаимная индуктивность.
8. Трансформаторы.
9. Переходные процессы в RL-цепи.
10. Энергия магнитного поля.
11. Методика эксперимента. Назначение и функциональные возможности используемой в установке аппаратуры.

### **Перечень вопросов для промежуточной аттестации (экзамен):**

1. Скорость. Ускорение. Составляющие ускорения.
2. Законы Ньютона. Две формулировки II закона Ньютона.
3. Силы в природе (упругие, силы трения, сила тяжести и другие).
4. Деформация растяжения, сжатия. Деформация сдвига.

5. Энергия, работа, мощность.
6. Кинетическая, потенциальная, полная механическая энергии тела.
7. Консервативные силы.
8. Закон сохранения импульса.
9. Закон сохранения полной механической энергии.
10. Теорема об изменении кинетической, потенциальной и полной механической энергии.
11. Абсолютно упругий удар.
12. Абсолютно неупругий удар.
13. Кинематика вращательного движения. Угловая скорость, угловое ускорение.
14. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
15. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела.
16. Теорема Штейнера.
17. Момент силы.
18. Закон сохранения момента импульса.
19. Кинетическая энергия вращающегося тела.
20. Основное уравнение динамики вращательного движения.
21. Свободные оси. Гирокоп.
22. Опытные законы идеального газа.
23. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
24. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
25. Распределение Максвелла.
26. Распределение Больцмана.
27. Число степеней свободы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.
28. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
29. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
30. Теплоемкость идеального газа.
31. Адиабатический процесс.
32. Политропные процессы.
33. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.

**Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет с оценкой):**

1. Заряд. Напряженность электрического поля. Закон Кулона.
2. Напряженность поля точечного заряда. Сложение электрических полей. Диполь в электрическом поле.
3. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме.
4. Потенциал электростатического поля.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Граничные условия электростатики. Циркуляция и ротор электростатического поля.
7. Электростатическое поле в диэлектриках.
8. Поляризованность. Теорема Гаусса для векторов  $\vec{E}$ ,  $\vec{D}$ , и  $\vec{P}$ . Граничные условия для составляющих вектора  $\vec{P}$ .
9. Поляризация диэлектриков. Объемные и поверхностные связанные заряды.
10. Электроёмкость. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.
11. Энергия электростатического поля.
12. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности.
13. Сторонние силы.

14. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
  15. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
  16. Магнитное поле движущегося заряда.
  17. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
  18. Движение заряженных частиц под действием электрического и магнитного полей.
  19. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент.
  20. Магнитные свойства диамагнетиков. Магнитные свойства парамагнетиков
  21. Ферромагнетизм.
  22. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
  23. Вычисление индуктивности соленоида.
  24. Взаимная индукция. Трансформаторы.
  25. Энергия магнитного поля.
  26. Явления, связанные с законом электромагнитной индукции.
  27. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
  28. Вихревое электрическое поле.
  29. Ток смещения.
  30. Система уравнений Maxwella.
  31. Уравнение электромагнитной волны в вакууме.
  32. Параметры гармонического колебания.
  33. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
  34. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
  35. Сложение взаимно ортогональных колебаний.
  36. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
  37. Вынужденные колебания.
  38. Амплитудно- и фазочастотные характеристики колебательного контура.
- Резонанс.
39. Волновые процессы. Упругие волны.
  40. Уравнение волны. Плоские бегущие волны.
  41. Фазовая и групповая скорости.
  42. Сферические и цилиндрические волны.
  43. Интерференция волн. Стоячие волны.
  44. Энергия упругой волны.
  45. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
  46. Строение электромагнитной волны.
  47. Энергия электромагнитной волны.
  48. Световая волна.
  49. Законы геометрической оптики.
  50. Формула тонкой линзы. Оптические центрированные системы.
  51. Фотометрические единицы. Их связь с мощностью световых пучков.
  52. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
  53. Интерференция волн в опыте Юнга.
  54. Временная когерентность.
  55. Пространственная когерентность.
  56. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
  57. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.

58. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
59. Зоны Френеля.
60. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом диске.
61. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
62. Дифракция Фраунгофера на решетке.
63. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
64. Пространственная решетка. Дифракция рентгеновских лучей.
65. Элементарная теория дисперсии света в газах.
66. Поляризация света. Закон Малюса.
67. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
68. Двойное лучепреломление.
69. Поляризационные призмы и поляроиды.
70. Законы равновесного теплового излучения.

Типовые задания по каждому виду текущего контроля представлены в оценочных материалах по дисциплине «Физика», которые хранятся на кафедре «Цифровая экономика».