

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

---

---

Образовательно-научный институт электроэнергетики (ИНЭЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

Дарьенков А.Б.

“24” апреля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.16 Физика**

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность:

- Электроэнергетические системы и сети – (очная)
- Электроснабжение и релейная защита – (очная)
- Электропривод и автоматика – (очная, заочная)
- Электромеханические системы автономных объектов – (очная)
- Электротехнологические установки и системы – (очная)
- Электрооборудование автомобилей – (очная)

Форма обучения: очная, заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающие кафедры ЭССЭ; ЭПА

Кафедра-разработчик ФТОС

Объем дисциплины 504/14  
часов/з.е

Промежуточная аттестация экзамен, экзамен

Разработчики: Кузикова Н.И., к.т.н., доцент;  
Прончатова-Рубцова Т.О, старший преподаватель

Нижний Новгород, 2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 28.02.2018 № 144 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ протокол от 19.12.2024 № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры: протокол от 12 марта 2025 г. № 16.  
Зав. кафедрой, д.ф.-м.н., Раевский А.С. \_\_\_\_\_

подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ. Протокол от 24.04.2025 г. № 2.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.02-Р-16.  
Начальник МО \_\_\_\_\_

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

## Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	3
<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>8</b>
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ .....	10
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>31</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>34</b>
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА .....	34
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	35
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	37
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>37</b>
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ для ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	38
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	38
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>38</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>39</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>39</b>
10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	39
10.2. Методические указания для занятий лекционного типа .....	41
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах .....	41
10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях .....	41
10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	41
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>42</b>
11.1. Типовые вопросы для текущего контроля .....	42
11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена .....	59

## **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 (модуль) «Физика» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

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

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Электрическое и конструкционное материаловедение», «Теоретическая и прикладная механика», «Электрические машины».

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

**3.1.** Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих общепрофессиональных компетенций в соответствии с ОПОП ВО по специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»:

ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-6 Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

**Для студентов очной формы обучения**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ОПК-3</b>								
<i>Начертательная геометрия. Инженерная графика.</i>								
<i>Математика.</i>								
<i>Физика.</i>								
<i>Электрическое и конструкционное материаловедение</i>								
<i>Теоретические основы электротехники.</i>								
<i>Теоретическая и прикладная механика.</i>								
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.</i>								
<b>ОПК-6</b>								
<i>Физика.</i>								
<i>Метрология, стандартизация и сертификация.</i>								
<i>Электрические машины</i>								
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.</i>								

**Для студентов заочной формы обучения**

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>ОПК-3</b>								
<i>Начертательная геометрия. Инженерная графика.</i>								
<i>Математика.</i>								
<i>Физика.</i>								
<i>Электрическое и конструкционное материаловедение</i>								
<i>Теоретические основы электротехники.</i>								
<i>Теоретическая и прикладная механика.</i>								
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита</i>								

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>BKP.</i>								
<b>ОПК-6</b>								
<i>Физика.</i>								
<i>Метрология, стандартизация и сертификация.</i>								
<i>Электрические машины</i>								
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР.</i>								

### 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	
		Знать:	Уметь:	Владеть:	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<b>Знать:</b> - физические явления и законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<b>Уметь:</b> демонстрировать понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<b>Владеть:</b> - Демонстрацией пониманием физических явлений и применением законов механики, термодинамики, электричества и магнетизма	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам Контрольные и самостоятельные работы Тесты	Вопросы для письменного экзамена: билеты Экзаменационные задачи
	ИОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	<b>Знать:</b> - элементарные основы оптики, квантовой механики и атомной физики	<b>Уметь:</b> - демонстрировать знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	<b>Владеть:</b> - демонстрацией знаний элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	Вопросы для устного собеседования по лабораторным работам Контрольные и самостоятельные работы Тесты	Вопросы для письменного экзамена: билеты Экзаменационные задачи
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	<b>Знать:</b> - Выбор средств измерения, методы проведения измерения электрических и неэлектрических величин, обработку результатов измерений и оценку их погрешности.	<b>Уметь:</b> - Выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность.	<b>Владеть:</b> - Выбором средства измерения, проведением измерений электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценкой их погрешности.	Отчеты по лабораторным работам	Вопросы для письменного экзамена: билеты

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 14 зач.ед. 504 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

**Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам  
Для студентов очной формы 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>504</b>	<b>252</b>	<b>252</b>
<b>1. Контактная работа:</b>			
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>221</b>	<b>102</b>	<b>119</b>
занятия лекционного типа (Л)	119	68	51
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	51	17	34
лабораторные работы (ЛР)	51	17	34
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</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>176</b>	<b>101</b>	<b>75</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.)	176	101	75
Подготовка к экзамену (контроль)	99	45	54

**Для студентов заочной формы обучения**

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		2 сем	3 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>	заочная		
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>504</b>	<b>216</b>	<b>288</b>
<b>1. Контактная работа:</b>			
<b>1.3.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>74</b>	<b>29</b>	<b>45</b>
занятия лекционного типа (Л)	64	24	40
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	30	12	18
лабораторные работы (ЛР)	12	4	8
<b>1.4.Внеаудиторная, в том числе</b>			

курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине	10	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)			
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>412</b>	<b>178</b>	<b>234</b>
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа		№1,2	№3,4,5
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.)	412	178	234
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очной формы 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>													
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 1. Электричество и магнетизм</b>												
	Тема 1.1. Электростатика.	12,0			14,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1, 4,19]							
	Практическое занятие 1. Метод суперпозиции			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.7, 12, 13], [6.2.8], [6.2.15]							
	Практическое занятие 2. Теорема Гаусса			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.7, 12, 13], [6.2.8], [6.2.15]							
	Практическое занятие 3. Работа сил электростатического поля. Потенциал			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.7, 12, 13], [6.2.8], [6.2.15]							
	Лабораторная работа №1 Экспериментальные исследования электростатических полей с помощью		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.2.18, 10]							

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									
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)						
	электролитической ванны										
	<b>Тема 1.2.</b> Постоянный электрический ток.	6,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.4, 19]					
	<b>Практическое занятие 4.</b> Правила Кирхгофа. Законы постоянного тока			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.7, 12, 13], [6.2.8], [6.2.15]					
	<b>Тема 1.3.</b> Электрические токи в металлах, вакууме и газах.	8,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.19]					
	<b>Тема 1.4.</b> Магнитостатика.	8,0			8,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1, 4, 19] <a href="https://www.youtube.com/watch?v=eFUBPqwLxjY">https://www.youtube.com/watch?v=eFUBPqwLxjY</a> (сила Ампера)					
	<b>Практическое занятие 5.</b> Закон Био-Савара. Закон Ампера. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.7, 12, 13], [6.2.8], [6.2.15]					
	<b>Тема 1.5.</b> Электромагнитная индукция.	10,0			10,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.4, 19] <a href="https://www.youtube.com/watch?v=v52to2Ixwjs">https://www.youtube.com/watch?v=v52to2Ixwjs</a> (Как работает трансформатор)					

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										
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)							
	<b>Практическое занятие 6.</b> Электромагнитная индукция			2,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.7, 12, 13], [6.2.8], [6.2.15]		охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.				
	<b>Лабораторная работа №2</b> Экспериментальные исследования электромагнитной индукции		5,0			Подготовка к лабораторным работам [6.2.18, 9]						
	<b>Тема 1.6. Магнитные свойства вещества.</b>	6,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.19]						
	<b>Тема 1.7. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля.</b>	4,0			10,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.1, 4, 19]						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>  <b>реферат, эссе (тема)</b>				60,0							
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>											
	<b>контрольная работа</b>											
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>54,00</b>	<b>11,00</b>	<b>13,00</b>	<b>60,00</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)			
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 2. Колебания и волны</b>							1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. 5. тестирование 6. Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм». 7. Круглый стол (обсуждение в малых группах полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точности эксперимента).  При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с	Конспект лекций			
	<b>Тема 2.1.</b> Механические и электромагнитные колебания.	10,0			28,0							
	<b>Практическое занятие 7.</b> Собственные колебания			2,0								
	<b>Практическое занятие 8.</b> Вынужденные колебания. Векторные диаграммы			1,0								
	<b>Лабораторная работа №3</b> Исследование электрических колебаний		6,0									
	<b>Тема 2.2.</b> Упругие и электромагнитные волны.	4,0			13,0							
	<b>Практическое занятие 9.</b>			1,0								

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										
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)							
	Упругие волны. Электромагнитные волны.											
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b>  реферат, эссе (тема)				41,0							
	расчёто-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>14,00</b>	<b>6,00</b>	<b>4,00</b>	<b>41,00</b>							
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>68</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>101</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)					
		Контактная работа											
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)								
<b>3 семестр</b>													
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 3. Физические основы классической и релятивистской механики</b>								Конспект лекций				
	<b>Тема 3.1.</b> Элементы кинематики	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]							
	<b>Практическое занятие 10.</b> Кинематика поступательного и вращательного движения			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.14], [6.2.7, 12, 13]							
	<b>Тема 3.2.</b> Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела.	3,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]							
	<b>Тема 3.3.</b> Работа и энергия	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]							
	<b>Практическое занятие 11.</b> Законы сохранения энергии и импульса			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.14], [6.2.7, 12, 13]							
	<b>Лабораторная работа №4</b> Механический удар		8,0			Подготовка к лабораторным работам [6.2.17]							
	<b>Тема 3.4.</b> Динамика вращательного движения твердого тела.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=DR7ex8zbMqQ">https://www.youtube.com/watch?v=DR7ex8zbMqQ</a> (момент импульса); <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xxJhwBW2uXw">https://www.youtube.com/watch?v=xxJhwBW2uXw</a>				При изучении нового материала-слайд по-			

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								
						(гироскоп); <a href="https://www.youtube.com/watch?v=3oo1abEnke4">https://www.youtube.com/watch?v=3oo1abEnke4</a> (прецессия гироскопа)						
	<b>Практическое занятие 12.</b> Основное уравнение динамики вращательного движения			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.14], [6.2.7, 12, 13]		каз. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель 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. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значи-				
	<b>Практическое занятие 13.</b> Закон сохранения момента импульса			3,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.14], [6.2.7, 12, 13]						
	<b>Лабораторная работа №5</b> Изучение основного закона динамики вращательного движения		8,0			Подготовка к лабораторным работам [6.2.17]						
	<b>Тема 3.5.</b> Элементы механики жидкостей.	2,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]						
	<b>Тема 3.6.</b> Элементы специальной (частной) теории относительности.	2,0			6,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b> реферат, эссе (тема)				24							
	<b>расчётно-графическая рабо-</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)			
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
	та (РГР)						мости в теории и т.д.					
	контрольная работа											
	Итого по 3 разделу	15,00	16,00	14,00	24,00							
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 4. Основы молекулярной физики и термодинамики</b>								Конспект лекций			
	Тема 4.1. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. 5. тестирование 6.Дискуссия (обсуждение решения задач, выполненных студентом у доски); «мозговой штурм». 7. Круглый стол (обсуждение в малых группах полученных результатов, их соответствие изучаемым законам, оценка точ-				
	Тема 4.2. Основы термодинамики.	3,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.3]						
	Практическое занятие 14. Энтропия			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.14]						
	Лабораторная работа №6. Определение отношения Cp/Cv методом Клемана-Дезорма		6,0		7,0	Подготовка к лабораторным работам [6.2.17]						
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				11,0							
	реферат, эссе (тема)											
	расчётно-											

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								
	графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
	Итого по 4 разделу	6,00	6,00	4,00	11,00							

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)				
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 5. Волновая оптика</b>								
	<b>Тема 5.1.</b> Интерференция света.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.2, 5]			
	<b>Практическое занятие 15.</b> Интерференция света.			6,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.16], [6.2.11]			
	<b>Лабораторная работа №7</b> Интерференция при наблюдении колец Ньютона		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.2.18]			
	<b>Тема 5.2.</b> Дифракция света.	5,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.2, 5]; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=VCIRIIYWX0k">https://www.youtube.com/watch?v=VCIRIIYWX0k</a> (дифракция света)			
	<b>Практическое занятие 16.</b> Дифракция света			6,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.11], [6.2.16]			
	<b>Лабораторная работа №8</b> Дифракция света на плоской прозрачной решетке		6,0			Подготовка к лабораторным работам [6.2.18]			
	<b>Тема 5.3.</b> Поляризация света.	3,0			4,0	Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]			

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)			
		Контактная работа										
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)							
	Практическое занятие 17. Поляризация света.			4,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.8], [6.2.11], [6.2.16]		законам, оценка точности эксперимента).				
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: реферат, эссе (тема)				12,0			При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель 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.				
	расчётно-графическая работа (РГР)							В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм				
	контрольная работа											
	Итого по 5 разделу	11,00	12,00	16,00	12,00							

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								
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 6. Квантовая природа излучения</b>											
	<b>Тема 6.1.</b> Законы равновесного теплового излучения	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]; <a href="https://www.youtube.com/watch?v=JBxwd7X2pRc">https://www.youtube.com/watch?v=JBxwd7X2pRc</a> (абсолютно черное тело)	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. тестирование При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель серией умело подобранных вопросов и заданий возбуждает и направляет мысль обучающихся к новым теоретическим выводам. Далее в ходе закрепления уточняет,	Конспект лекций				
	<b>Тема 6.2.</b> Гипотеза Планка. Свойства фотонов	2,0			3,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]						
	<b>Тема 6.3.</b> Внешний фотоэффект и тормозное рентгеновское излучение	1,0			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:</b>				8,0							
	<b>реферат, эссе (тема)</b>											
	<b>расчётно-графическая работа (РГР)</b>											
	<b>контрольная работа</b>											
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>5,00</b>			<b>8,00</b>							
ОПК-3 ИОПК-3.5	<b>Раздел 7. Элементы квантовой механики и атомной физики</b>											
	<b>Тема 7.1.</b> Строение	2,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]						

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										
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)							
ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	атома. Постулаты Бора.											
	<b>Тема 7.2.</b> Волновая функция и её статистический смысл. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.	1,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]		корректирует понимание учащимися нового знания, формирует первоначальные умения. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.				
	<b>Тема 7.3.</b> Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннельный эффект и его проявления.	1,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]						
	<b>Тема 7.4.</b> Квантовая статистика Бозе-Эйнштейна. Квантовая статистика Ферми-Дирака	1,0			5,0	Подготовка к лекциям [6.1.3], [6.2.6]						
	<b>Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:</b>				20,0							
	реферат, эссе (тема)											
	расчёто-графическая работа (РГР)											
	контрольная работа											
	<b>Итого по 7 разделу</b>	<b>5,00</b>			<b>20,00</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)			
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия								
	Курсовая работа (КР)											
	Курсовой проект (КП)											
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	51	34	34	75							
	ИТОГО по дисциплине	119	51	51	176							

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов заочной формы 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								
	2 семестр											

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)			
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 1. Физические основы классической механики</b>						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами. При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель 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. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть	Конспект лекций
	<b>Тема 1.1.</b> Кинематика поступательного движения	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Тема 1.2.</b> Кинематика Вращательного движения	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Тема 1.3.</b> Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. Законы Ньютона. Закон всемирного тяготения	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Тема 1.4.</b> Импульс тела, системы тел. Закон сохранения импульса.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Тема 1.5.</b> Механическая работа. Консервативные силы. Мощность	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Тема 1.6.</b> Энергия (кинетическая, потенциальная, полная механическая). Теоремы об изменении энергии. Закон сохранения полной механической энергии.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Тема 1.7.</b> Соударения тел (абсолютно упругий и неупругий удары).	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Практическое занятие 1.</b> Динамика поступательного движения. Комбинированные задачи на законы сохранения			1,1		Подготовка к практическим занятиям 6.2.9], [6.2.18]		
	<b>Лабораторная работа 4.</b> «Механический удар»		4			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1],		

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)
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа студентов (час)			
	<b>Тема 1.8.</b> Момент инерции. Момент силы. Момент импульса. Динамика вращательного движения	2,5				[6.1.4], [6.1.5]	разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	<b>Практическое занятие 2.</b> Основной закон динамики вращательного движения твердого тела.			1,0		Подготовка к практическим занятиям 6.2.9], [6.2.18]		
	<b>Тема 1.9.</b> Закон сохранения момента импульса. Кинетическая энергия вращательного движения.	1,0				Подготовка к лекциям Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Практическое занятие 3.</b> Закон сохранения момента импульса.			0,4		Подготовка к практическим занятиям 6.2.9], [6.2.18]		
	<b>Лабораторная работа 5.</b> «Изучение основного закона динамики вращательного движения»		4,0			Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.4], [6.1.5]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:</b>				108			
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>	<b>2,50</b>	<b>108</b>			
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики</b>						1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант,	Конспект лекций
	<b>Тема 2.1.</b> Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов.	1,25				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		
	<b>Тема 2.2.</b> Основы термодинамики. Внутренняя энергия, теплота, работа газа. Первое начало тер-	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4]		

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)			
	модинамики. Теплоемкость.							
	<b>Тема 2.3.</b> Адиабатический процесс. Тепловые двигатели, кпд. Цикл Карно	0,75				Подготовка к лекциям Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4],		
	<b>Тема 2.4.</b> Изопроцессы	0,5				Подготовка к лекциям		
	<b>Практическое занятие 4.</b> Уравнение Менделеева-Клапейрона. Основное уравнение мкт идеальных газов Внутренняя энергия, теплота, работа газа. Первое начало термодинамики			1,5		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.18]		
	<b>Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:</b> реферат, эссе (тема)				38			
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>							
	<b>контрольная работа</b>							
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>4,00</b>		<b>1,50</b>	<b>53</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 в теории и т.д.	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)			
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия							
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>161</b>						
<b>3 семестр</b>											
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 3. Электричество и магнетизм</b> <b>Тема 3.1.</b> Электростатика. Закон Кулона. Напряженность электр. поля. Принцип суперпозиции. <b>Тема 3.2.</b> Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме. <b>Тема 3.3.</b> Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь напряженности и потенциала. <b>Тема 3.4</b> Проводники в электростатическом поле Электроемкость. Конденсаторы. Энергия электрического поля. <b>Практическое занятие 5.</b> Теорема Остроградского-Гаусса в вакууме. <b>Лабораторная работа 1.</b> «Экспериментальные исследования электростатических полей с помощью электролитической ванны». <b>Тема 3.5.</b> Постоянный электрический ток. Основные характеристики тока. Электродвижущая	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	1. Диагностический безоценочный контроль, лучше взаимоконтроль; 2. Разноуровневые качественные, расчетные, графические задания; 3. физический диктант, блиц-опрос; 4. Работа с систематизирующими, обобщающими таблицами, логическими схемами.  При изучении нового материала-слайд показ. Совместно с натурным экспериментом создают единую активную познавательную среду, в которой учитель 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 уме-	Конспект лекций			

сила, напряжение						
<b>Тема 3.6.</b> Закон Ома для различных участков цепи. Соединение проводников и источников	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	ния. В ходе объяснения и закрепления нового материала кадры должны быть разнообразными, чтобы охватить все моменты познания: алгоритм поиска решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.
<b>Тема 3.7.</b> Правила Кирхгофа для разветвленных цепей.	1				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Практическое занятие 6.</b> Правила Кирхгофа. Законы постоянного тока.			1,0		Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	
<b>Тема 3.8.</b> Работа и мощность тока. Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Тема 3.9.</b> Магнитостатика. Основные характеристики магнитного поля. Закон Био-Савара.. Магнитное поле движущегося заряда.	2,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Тема 3.10.</b> Закон Ампера. Сила Лоренца	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Тема 3.11.</b> Закон полного тока. Теорема Гаусса для магнитного поля.	0,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Практическое занятие 7.</b> Закон Био -Савара. Закон Ампера. Сила Лоренца			1,0		Подготовка к практическим занятиям [[6.2.9], [6.2.18]]	
<b>Тема 3.12.</b> Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Самоиндукция. Взаимоиндукция.	2,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Практическое занятие 8.</b> Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Правило Ленца			1,0		Подготовка к практическим занятиям [[6.2.9], [6.2.18]]	
<b>Лабораторная работа 2.</b> «Экспериментальное исследование электромагнитной индукции»		4			Подготовка к лабораторным работам [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
<b>Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:</b> реферат, эссе (тема)				186		

	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>						
	<b>контрольная работа</b>						
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>186</b>		
ОПК-3 ИОПК-3.5 ИОПК-3.6 ОПК-6 ИОПК-6.1	<b>Раздел 4. Волновая оптика</b>						
	<b>Тема 4.1.</b> Гармонические колебания. Упругие волны, стоячие волны, электромагнитные волны	1,5				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
	<b>Тема 4.2.</b> Интерференция света.	1,25				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
	<b>Практическое занятие 9.</b> Законы геометрической оптики. Интерференция света.		1,25			Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	
	<b>Лабораторная работа 7.</b> Интерференция при наблюдении колец Ньютона		3,0			Подготовка к лабораторным работам [6.3.4]	
	<b>Тема 4.3.</b> Дифракция света.	1,25				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
	<b>Практическое занятие 10.</b> Дифракция света		1,0			Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	
	<b>Лабораторная работа 8</b> Дифракция Фраунгофера на дифракционной решётке		3,0			Подготовка к лабораторным работам [6.3.4]	
	<b>Тема 4.4.</b> Поляризация света.	1,0				Подготовка к лекциям [6.1.2], [6.1.4], [6.2.5]	
	<b>Практическое занятие 11.</b> Поляризация света.		0,75			Подготовка к практическим занятиям [6.2.9], [6.2.19], [6.2.20]	
	<b>Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:</b>  реферат, эссе (тема)			63,0			
	<b>расчёто-графическая работа (РГР)</b>						
	<b>контрольная работа</b>						
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>63</b>		

							решения поставленной проблемы, оценивание альтернатив, обнаружение следствий и их значимости в теории и т.д.	
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>249</b>			
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>32</b>	<b>22</b>	<b>12</b>	<b>410</b>			

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса:

- тестирование по темам лекционных занятий,
- решение практических задач,
- устные опросы по темам лабораторных работ,
- контрольные работы,
- самостоятельные работы и т.д.

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных работ, типовые тестовые задания по темам лекционных занятий и примеры заданий для контрольных и самостоятельных работ.

Также сформирован перечень вопросов и примеры задач, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзаменов во 2 и 3 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Физика и техника оптической связи».

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

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

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по пятибалльной 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
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ИОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	<p>Не знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма. Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.</p> <p>Не умеет применять законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; не обладает навыками анализа и представления полученных результатов.</p>	<p>Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, допуская ошибки. Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p> <p>Может применять законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; обладает навыками анализа и представления полученных результатов в не-полном объеме.</p>	<p>Может сформулировать фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, допуская небольшие неточности. Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний. Умеет применять законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера и создавать математическую модель на основе физической модели с помощью преподавателя; обладает навыками анализа и представления полученных результатов, испытывая иногда небольшие затруднения.</p>	<p>Твердо знает фундаментальные законы природы, в том числе основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний. Умеет применять законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма для постановки конкретных задач теоретического и прикладного характера; создавать математическую модель на основе физической модели; обладает навыками анализа и представления полученных результатов в полном объеме.</p>
	ИОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной	<p>Не знает элементарные основы оптики, квантовой механики и атомной физики.</p> <p>Не имеет понятия о современном состоянии исследований в указанных областях знаний.</p>	<p>Обладает поверхностными знаниями в области элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.</p> <p>Слабо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний</p>	<p>Обладает знаниями в области элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.</p> <p>Хорошо знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>	<p>Твердо знает элементарные основы оптики, квантовой механики и атомной физики. Отлично знаком с современным состоянием исследований в указанных областях знаний.</p>

	физики				
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	<p>Не знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума.</p> <p>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 физического эксперимента.</p> <p>Не владеет навыками работы с современными измерительными приборами электрических и неэлектрических величин, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и не может оценить погрешность измерения.</p>	<p>Не твердо знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума.</p> <p>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 физического эксперимента в неполном объеме.</p> <p>Слабо владеет навыками работы с современными измерительными приборами электрических и неэлектрических величин, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и не может оценить погрешность измерения.</p>	<p>Знает принципы действия и основные характеристики современных измерительных приборов; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума.</p> <p>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 физического эксперимента. Иногда испытывает небольшие затруднения</p> <p>Владеет навыками работы с современными измерительными приборами электрических и неэлектрических величин, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и может оценить погрешность измерения. Иногда испытывает небольшие затруднения</p>	<p>основные характеристики современных измерительных приборов, источников питания и прочего оборудования современной физической лаборатории; методики организации и проведения экспериментальных исследований в лабораториях физического практикума.</p> <p>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 физического эксперимента.</p> <p>Владеет навыками самостоятельной работы с современными измерительными приборами электрических и неэлектрических величин, навыками анализа результатов экспериментальных измерений и может оценить погрешность измерения.</p>

Таблица 7 – Критерии оценивания

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Вводится новая система, согласно которой студент может по желанию быть освобожден от экзамена. Для этого требуется:

1. Выполнить, написать отчет, ответить на контрольные вопросы по всем лабораторным работам в срок до зачетной недели, предусмотренной в каждом семестре;
2. Регулярно выполнять домашнее задание, успешно решить самостоятельные и контрольные работы;
3. Успешно пройти тестирование.

Экзаменационная оценка зависит от качества выполнения выше представленных требований.

Кроме того, на экзаменационную оценку влияет попадание в 10 лучших студентов, принял участие в олимпиаде по физике.

## 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 физи-	СПб.: Лань	Учебное пособие рекомендо-	

		ки, Т.2.	2005 2006 2007	вано 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.	Иродов И.Е.	Электромагнетизм. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2006	–	121
6.2.5.	Иродов И.Е.	Волновые процессы. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2006 2007	–	119 1 1
6.2.6.	Иродов И.Е.	Квантовая физика. Основные законы	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2004 2007	–	119 1
6.2.7.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: БИНОМ. Лаб. знаний 2007	–	2
6.2.8.	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике	М.: Физматлит 2003	–	495
6.2.9.	Н. Г. Птицина [и]	Сборник вопросов	М. : Академия,	Учебное пособие рекомендовано м-	27

	др.]; Под ред. Е.М. Гершензона	и задач по общей физике	2002	вом образования РФ	
6.2.10.	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике	СПб.: Лань 2005	Учебное пособие рекомендовано науч.-метод. советом по физике м-ва образования и науки РФ	497
6.2.11.	Трофимова Т.И.	Сборник задач по курсу физики с решениями	М.: Высш. школа 2002 2003 2005	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	2 89 100
6.2.12.	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	М.: СПб: Физматлит 2002	Учебное пособие рекомендовано м-вом образования РФ	38
6.2.13.	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
6.2.14.		Сборник задач по физике. Ч.1: Механика, молекулярная физика, теплота. Для студентов всех специальностей	НГТУ; Сост.: А.Б. Федотов и др. Н. Новгород 2009	Учебное пособие рекомендовано Ученым советом НГТУ-им.Р.Е.Алексеева	2000
6.2.15.		Сборник задач по физике. Ч.2: Электричество. Магнетизм. Для студентов всех специальностей	НГТУ; Сост.: А.Б. Федотов и др. Н. Новгород 2009	Учебное пособие рекомендовано Ученым советом НГТУ-им.Р.Е.Алексеева	2000
6.2.16.		Сборник задач по физике. Ч.3: Колебания и волны. Оптика. Для студентов всех специальностей	НГТУ; Сост.: А.Б. Федотов и др. Н. Новгород 2009	Учебное пособие рекомендовано Ученым советом НГТУ-им.Р.Е.Алексеева	2000
6.2.17.		Лабораторный практикум по общей физике. Ч.1	НГТУ; Сост.: И.А Вдовиченко и др. Н. Новгород 2021	Учебное пособие рекомендовано Ученым советом НГТУ-им.Р.Е.Алексеева	100
6.2.18.		Лабораторный практикум по общей физике. Ч.2	НГТУ; Сост.: И.А Вдовиченко и др. Н. Новгород 2023	Учебное пособие рекомендовано Ученым советом НГТУ-им.Р.Е.Алексеева	100
6.2.19.	Калашников С.Г.	Электричество	М.: Физматлит	Учебное пособие	406

			2003	рекомендовано м- вом высш. и сред. спец. образования СССР	
--	--	--	------	--	--

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

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Физика» находятся на кафедре «ФТОС».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Физика».

6.3.2. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Механика. Термодинамика». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.3. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Электричество и магнетизм». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.4. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу «Оптика». Общие требования и правила оформления отчета

6.3.5. Методические рекомендации по организации и планированию практических занятия по дисциплине «Физика»

6.3.5. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Физика»

## **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)**

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

6. 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.

7. 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 10 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.

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 РОС-СТАНДАРТ	<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

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

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 лекционных демонстраций имеется демонстрационный кабинет 5307 рядом с лекционной аудиторией 5303, оснащённый приборами, макетами, различными установками.

Лабораторные работы проводятся в оснащённых необходимым оборудованием лабораториях:

5306 – Лаборатория «Механика и молекулярная физика» - 6 лабораторных работ;

5305- Лаборатория ««Электричество и магнетизм», «Оптика»» – 10 и 4 лабораторных работы соответственно;

Для проведения лабораторных работ имеются аудитории, оснащенные необходимым лабораторным оборудованием (ауд. 5306, 5305).

Лаборатория «Механика и молекулярная физика» (ауд. 5306):

- 1) установки для изучения законов взаимодействия тел (механический удар);
- 2) установки для изучения законов вращательного движения (маятник Обербека);
- 3) установки для определения моментов инерции методом трифиллярного подвеса);
- 4) установки для изучения газовых законов;
- 5) комплект устройств для изучения законов термодинамики;
- 6) частотомеры электронно-счетные Ч3-54;
- 7) индикаторы часового типа ИЧ-10 (цена деления 0,01 мм).

Лаборатория «Электричество и магнетизм», «Оптика» (ауд. 5305): шесть комбинированных лабораторных установок, включающих в себя:

- 1) источники питания;
- 2) осциллограф С1-68;
- 3) генераторы импульсов Г5-54;
- 3) генераторы сигналов низкочастотный Г3-102;
- 3) генераторы сигналов высокочастотный Г4-102;
- 4) милливольтметр В3-41;
- 5) вольтметры универсальный В7-16;
- 6) частотомер электронно-счетный Ч3-34;
- 7) набор лабораторных макетов для изучения законов электромагнетизма.
- 8) полупроводниковые лазеры;
- 9) 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.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ФТОС» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

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 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 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 рекомендованной 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.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ФТОС».

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

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

- тестирование
- проведение самостоятельных работ;
- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам.

Промежуточная аттестация по дисциплине: **обязательным является экзамен во 2 и 3 семестрах.**

### **11.1. Типовые задания для текущего контроля**

#### **Типовые вопросы для лабораторных работ и темы круглых столов**

**Лабораторная работа №1** Экспериментальные исследования электростатических полей с помощью электролитической ванны

1. Заряд. Свойства заряда. Закон Кулона.
2. Напряженность. Силовые линии напряженности. Принцип суперпозиции. Расчет напряженности электростатического поля, создаваемого системой точечных зарядов, с помощью принципа суперпозиции.
3. Потенциал электростатического поля, разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Принцип суперпозиции. Расчет потенциала электростатического поля, создаваемого 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 Е равномерно заряженных тел: бесконечной плоскости, бесконечных параллельных разнозаряженных плоскостей, сферы, шара, бесконечно длинных нити и цилиндра.
8. Электроемкость. Емкость уединенного проводника. Емкость плоского и цилиндрического конденсаторов. Соединение конденсаторов.
9. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
10. Проводники в электростатическом поле.

**Лабораторная работа №2** 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.

**Лабораторная работа №3** Исследование электрических колебаний

1. Гармонические колебания. Основные характеристики гармонических колебаний (амплитуда, частота, период, фаза, начальная фаза).

2. Уравнение собственных незатухающих колебаний заряда (тока) в LC-контуре и его решение. Собственная частота колебаний.

3. Уравнение собственных затухающих колебаний заряда(тока) в последовательном RLC-контуре и его решение. Коэффициент затухания, частота затухающих колебаний, логарифмический декремент затухания, добротность, время релаксации.

4. Апериодический процесс. Критическое сопротивление.

5. Уравнение вынужденных колебаний заряда (тока) в последовательном RLC-контуре и его решение.

6. Амплитудно- и фазочастотные характеристики. Резонансная частота фрэз.

7. Метод векторных диаграмм. Построить векторную диаграмму напряжений и токов последовательной RLC-цепи для случаев:  $\omega < \omega_{\text{рез}}$ ,  $\omega = \omega_{\text{рез}}$ ,  $\omega > \omega_{\text{рез}}$ .

8. Резонанс напряжений, резонанс токов.

9. Мощность в цепи переменного тока. Эффективные значения тока и напряжения.

10. Методика эксперимента.

**Лабораторная работа №4** Механический удар

1. Кинематические характеристики поступательного движения: траектория, вектор перемещения  $r$ , пройденный путь  $S$ , скорость  $V$  и  $V_{\text{ср}}$ , ускорение  $a_{\text{ср}}$  и  $a$ , виды ускорения  $a_t$ ,  $a_n$ . 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 -  $V_2$ , среднего значения силы удара  $\langle F \rangle$ , используемых в данной работе.

**Лабораторная работа №5** Изучение основного закона динамики вращательного движения

1. Кинематические характеристики вращательного движения: вектор элементарного углового перемещения  $d\phi$ , угловая скорость  $\omega$ , угловое ускорение  $\varepsilon$ . Направление и модуль каждой из этих величин. Сделать рисунок.

2. Взаимосвязь линейных и угловых характеристик вращательного движения.

3. Указать направления вектора углового перемещения  $d\phi$ , угловой скорости  $\omega$  и углового ускорения  $\varepsilon$  крестовины. Записать зависимости этих величин от времени  $\phi(t), \omega(t), \varepsilon(t)$ .

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 №6** Определение отношения Ср/Сv методом Клемана-Дезорма

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. В каких точках графика внутренняя энергия газа максимальна и минимальна?
9. Вычислить внутреннюю энергию воздуха, находящегося в стеклянном сосуде. Условия считать нормальными ( $t=0^\circ\text{C}$ ,  $P=0,1013\text{ МПа}$ ), объем сосуда 5 литров.

**Лабораторная работа №7** Интерференция света при наблюдении колец Ньютона

1. Световая волна. Ее основные характеристики. Интенсивность света. Границы оптического диапазона.
2. Явление интерференции. Условия наблюдения интерференционной картины.
3. Пространственная и временная когерентности.
4. Оптический путь, оптическая разность хода. Условия максимума и минимума интенсивности при интерференции.
5. Методы реализации интерференции от естественных источников. Опыт Юнга.
6. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона и равной толщины.
7. Наблюдение колец Ньютона в отраженном и проходящем свете.
8. Оптическая схема установки для наблюдений колец Ньютона с лазером.
9. Вывод расчетных формул для радиусов темных и светлых колец Ньютона в отраженном и проходящем свете

**Лабораторная работа №8** Дифракция света на плоской прозрачной решётке

1. В чем состоит суть явления дифракции? Виды дифракции.
2. Принцип Гюйгенса – Френеля.
3. Дифракция Фраунгофера на щели. Распределение интенсивности на экране. Условие минимумов.
4. Дифракция Фраунгофера на решетке. Распределение интенсивности на экране.
5. Сравнить дифракционные картины при освещении решетки монохроматическим и белым светом.
6. Влияние ширины щели на распределение интенсивности монохроматического света при дифракции на решетке.
7. Условие главных максимумов. От каких параметров решетки зависит угловая ширина главных максимумов?
8. Как влияет количество щелей на вид дифракционной картины?
9. Как влияет соотношение ширины щели и периода решетки на вид дифракционной картины?

10. Угловая дисперсия дифракционной решетки. От чего она зависит?
11. Разрешающая способность спектрального прибора. Критерий Релея. Разрешающая способность решетки. От чего она зависит?
12. Принципиальная схема установки.
13. Методика измерения периода решетки, длины волны и угловой дисперсии

### Типовые тестовые задания

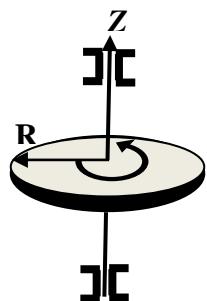
#### Динамика вращательного движения:

1. Момент импульса материальной точки относительно центра вращения может быть вычислен по формуле ( $\vec{r}$  – радиус-вектор, задающий положение материальной точки относительно центра вращения):

1.  $[m\vec{v} \times \vec{r}]$ ;
2.  $[\vec{r} \times m\vec{v}]$ ; **Ответ**
3.  $(\vec{r}, m\vec{v})$ ;
4.  $(m\vec{v}, \vec{r})$ .

2. Однородный диск вращается вокруг оси **Z**. Определить знак проекции момента импульса диска на ось **Z** ( $L_z$ )

1.  $L_z \leq 0$ ;
2.  $L_z \geq 0$ ;
3.  $L_z < 0$ ;
4.  $L_z > 0$ . **Ответ**



3. Закон сохранения вектора момента импульса всегда выполняется в

1. системе отсчета, где суммарный момент внешних сил равен нулю; **Ответ**
2. консервативной системе;
3. неконсервативной системе;
4. системе отсчета, где суммарный момент внешних сил не равен нулю;
5. замкнутой системе. **Ответ**

4. Человек переходит с края вращающейся платформы на середину ее радиуса. Угловая ско-



рость платформы

1. увеличивается;
2. не меняется; **Ответ**

3. уменьшается;  
 4. ответ зависит от массы человека.
5. Момент силы  $\vec{F}$  относительно неподвижного центра вращения вычисляется по формуле ( $\vec{r}$  - радиус-вектор, проведенный от центра вращения в точку приложения силы):
1.  $[\vec{F} \times \vec{r}]$ ;
  2.  $[\vec{r} \times \vec{F}]$ ; **Ответ**
  3.  $(\vec{F}, \vec{r})$ ;
  4.  $(\vec{r}, \vec{F})$ .

## **Типовые самостоятельные работы**

### **Самостоятельная работа №1**

#### Вариант №1

1. Движение материальной точки в плоскости XY описывается законом  $x=At$ ,  $y=At(1+Bt)$ , где А и В – положительные постоянные. Определить: 1) радиус-вектор  $\mathbf{r}$  точки в зависимости от времени; 2) скорость  $\mathbf{v}$  и ускорение  $\mathbf{a}$  в зависимости от времени; 3) модули скорости и ускорения в зависимости от времени.
2. Вертикально расположенный однородный стержень массы M и длины L может вращаться вокруг своего верхнего конца. В нижний конец стержня попала, застряв, горизонтально летевшая пуля массы m, в результате чего стержень отклонился на угол а. Считая  $m \ll M$ , найти скорость летевшей пули.

#### Вариант №2

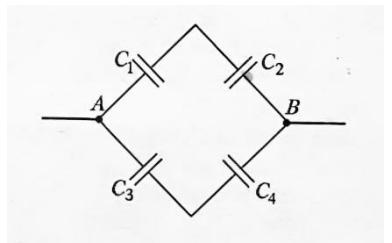
1. Однородный шар радиусом  $r=20$  см скатывается без скольжения с вершины сферы радиусом  $R=50$  см. Определить угловую скорость шара после отрыва от поверхности сферы.
2. Моторная лодка массой  $m=400$  кг начинает двигаться по озеру. Сила тяги F мотора равна 0,2 кН. Считая силу сопротивления  $F_c$  пропорциональной скорости, определить скорость  $v$  лодки через  $\tau=20$  с после начала ее движения. Коэффициент сопротивления  $k=20$  кг/с.

### **Самостоятельная работа №2**

#### Вариант №1

1. Эбонитовый шар ( $\epsilon = 3,0$ ) равномерно заряжен по объему. Во сколько раз энергия электрического поля вне шара превосходит энергию поля, сосредоточенную в шаре.

2. Конденсаторы электроемкостями  $C_1 = 0,2 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 0,6 \text{ мкФ}$ ,  $C_3 = 0,3 \text{ мкФ}$ ,  $C_4 = 0,5 \text{ мкФ}$  соединены так, как это указано на рисунке. Разность потенциалов  $U$  между точками  $A$  и  $B$  равна 320 В. Определить разность потенциалов  $U_i$  и заряд  $Q_i$  на пластинах каждого конденсатора ( $i = 1, 2, 3, 4$ ).



### Вариант №2

- Металлический шар имеет заряд  $Q_1 = 100 \text{ нКл}$ . На расстоянии, равном радиусу шара, от его поверхности находится конец нити, вытянутой вдоль силовой линии. Нить несет равномерно распределенный по длине заряд  $Q_2 = 10 \text{ нКл}$ . Длина нити равна радиусу шара. Определить силу  $F$ , действующую на нить, если радиус  $R$  шара равен 10 см.
- Три батареи с ЭДС  $E_1 = 12 \text{ В}$ ,  $E_2 = 5 \text{ В}$ ,  $E_3 = 10 \text{ В}$  и одинаковыми внутренними сопротивлениями  $r$ , равными 1 Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов  $I$ , идущих через каждую батарею.

### **Самостоятельная работа №3**

#### Вариант №1

- Найти число  $N$  полных колебаний системы, в течение которых энергия системы уменьшилась в  $n = 2$  раза. Логарифмический декремент затухания  $\theta = 0,01$ .
- Плоская электромагнитная волна с частотой  $v = 10 \text{ МГц}$  распространяется в слабо проводящей среде с удельной проводимостью  $\sigma = 10 \text{ мСм/м}$  и диэлектрической проницаемостью  $\epsilon = 9$ . Найти отношение амплитуд плотностей токов проводимости и смещения.

#### Вариант №2

- В трубе длиной  $l = 1,2 \text{ м}$  находится воздух при температуре  $T = 300 \text{ К}$ . Определить минимальную частоту  $v_{\min}$  возможных колебаний воздушного столба в двух случаях: 1) труба открыта; 2) труба закрыта.
- Колебания точки происходят по закону  $x = A \cos(\omega t + \varphi)$ . в некоторый момент времени смещение  $x$  точки равно 5 см, ее скорость  $x = 20 \text{ см/с}$  и ускорение  $x = -80 \text{ см/с}^2$ . Найти амплитуду  $A$ , угловую частоту  $\omega$ , период  $T$  колебаний и фазу  $(\omega t + \varphi)$  в рассматриваемый момент времени.

### **Самостоятельная работа №4**

#### Вариант №1

- Точечный источник света с длиной волны  $\lambda = 0,50 \text{ мкм}$  расположен на расстоянии  $a = 100 \text{ см}$  перед диафрагмой с круглым отверстием радиуса  $r = 1,0 \text{ мм}$ . Найти расстояние  $b$  от диафрагмы до точки наблюдения, для которой число зон Френеля в отверстии составляет  $k = 3$ .
- Если в опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей поместить перпендикулярно этому лучу тонкую стеклянную пластинку ( $n = 1,5$ ), то центральная светлая полоса смещается в положение, первоначально занимаемое пятой светлой полосой. Длина волны  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ . Определить толщину пластиинки.

## Вариант №2

1. На установке для наблюдения колец Ньютона был измерен в отраженном свете радиус третьего темного кольца ( $k=3$ ). Когда пространство между плоскопараллельной пластины и линзой заполнили жидкостью, тот же радиус стало иметь кольцо с номером, на единицу большим. Определить показатель преломления  $n$  жидкости.
2. Угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ ?

### **Типовые задания для практической работы.**

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

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

$$x_1=? , x_2=?$$

$$\langle V \rangle=?$$

$$V_1=? , V_2=?$$

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

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)  $x_1 = 38 \text{ м}$ ,  $x_2 = 123 \text{ м}$ ; б)  $\langle V \rangle = 17 \text{ м/с}$ ; в)  $V_1 = 12 \text{ м/с}$ ,  $V_2 = 22 \text{ м/с}$ ;

г)  $\langle a \rangle = 2 \text{ м/с}^2$ ; д)  $a = 2 \text{ м/с}^2$ .

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.

Дано

$m, \mu$

$\alpha_{F_{\min}} = ?$

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:

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

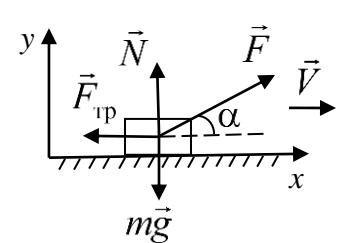
Отсюда

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

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

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

Пример 3. Молот массой  $m = 5 \text{ кг}$ , падая с высоты  $h = 2 \text{ м}$ , ударяет небольшой кусок железа, лежащий на наковальне. Масса наковальни вместе с куском железа  $M = 100 \text{ кг}$ . 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

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

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,

$$E_{\text{деф}} = mgh - \frac{m^2gh}{m+M} = \frac{mMgh}{m+M},$$

$$E_{\text{деф}} = \frac{5 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 2}{5+100} \approx 93,4 \text{ (Дж).}$$

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

$$m = 1\text{кг},$$

$$m_1 = 1 \text{ кг},$$

$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$\text{а) } a=?$$

$$\text{б) } F_1=?$$

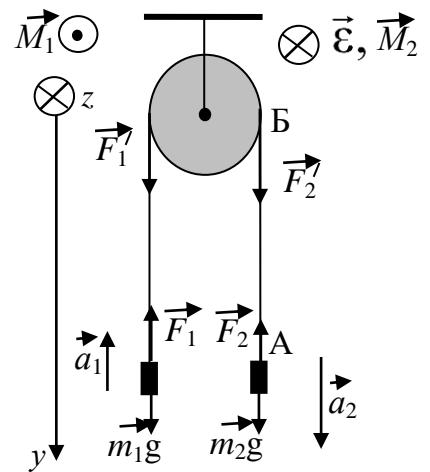
$$F_2=?$$

Решение

Так как нить нерастяжима, путь, пройденный грузом  $m_1$ , равен пути, 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  $z$ :

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

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

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

$$-m_1a = m_1g - F_1; m_2a = m_2g - F_2; \frac{ma}{2} = F_2 - F_1.$$

Решая эту систему относительно искомых величин, получим:

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

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

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 10л 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  $M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ .

Дано

$$\begin{aligned} V &= 10 \text{ л} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \\ P_1 &= 100 \text{ кПа} = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}, \\ t_1 &= 17^\circ\text{C}, T_1 = 290 \text{ К}, \\ t_1 &= 0^\circ\text{C}, T_2 = 273 \text{ К}, \\ \Delta m &= 10 \text{ г} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \end{aligned}$$

$$P_2 = ?$$

Решение

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

$$P_2V = \frac{m_2}{M} RT_2,$$

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

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:

$$P_1V = \frac{m_1}{M} RT_1,$$

откуда

$$m_1 = \frac{P_1VM}{RT_1}.$$

В окончательном виде

$$P_2 = \left( \frac{P_1VM}{RT_1} - \Delta m \right) \frac{RT_2}{MV} = T_2 \left( \frac{P_1}{T_1} - \frac{R}{MV} \Delta m \right).$$

Подстановка численных данных даёт  $P_2 = 23243 \text{ Па}$ .

Ответ:  $P_2 = 23,2 \text{ кПа}$ .

Пример 6. Воздух, занимавший объем  $V_1 = 1 \text{ л}$  при давлении  $P_1 = 0,8 \text{ МПа}$ , изотермически расширился до  $V_2 = 10 \text{ л}$ . 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

$$\Delta U = ?$$

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

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

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

$$R_1 = R,$$

$$R_2 = 2R,$$

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

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

$$E(r) = ?$$

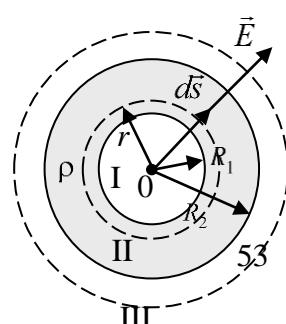
Решение

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

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

1. Определим напряженность  $E_1$  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 сто-



роне 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  $E_{\text{II}}$  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

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

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

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  $S$  сопротивлены 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:

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

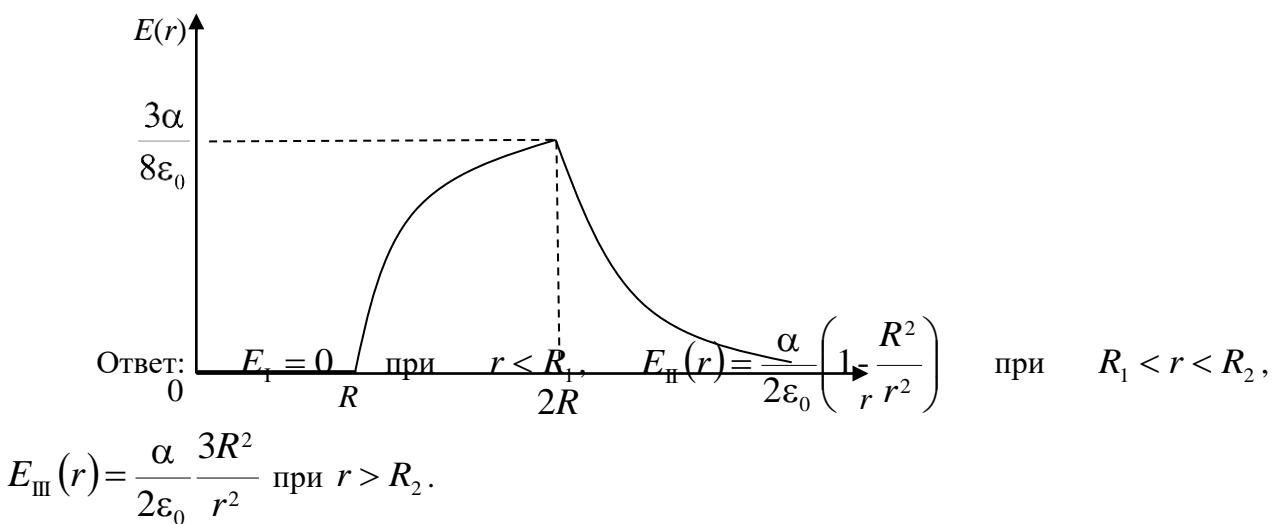
Зная, что  $R_1 = R$  и  $R_2 = 2R$ , соотношения (5) и (7) запишем в виде

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

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

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 области 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.



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

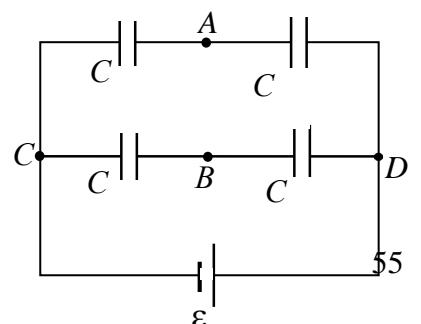
$$\frac{E}{\varphi_A - \varphi_B} = ? \quad \frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}; \quad C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}.$$

Решение

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



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

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

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

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

$$R = 75 \text{ Ом},$$

$$q = 100 \text{ Кл},$$

$$I_2 = 0,$$

$$\Delta t = 50 \text{ с}$$

$$Q = ?$$

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:

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

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:  $Q = 20 \text{ кДж.}$

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

$U$ ,

$\vec{B}$ ,

$\alpha$ ,

$e$ ,

$m_e$

$h=?$

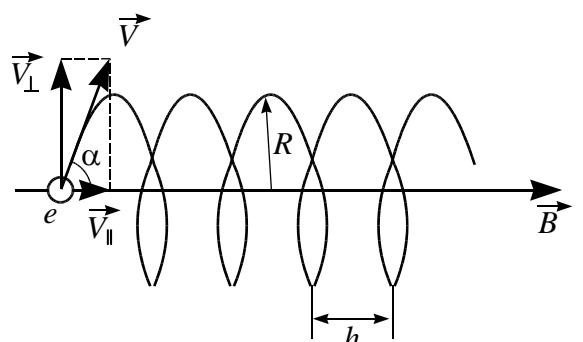
$R=?$

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

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

$$\text{отсюда } V = \sqrt{2eU/m_e}.$$

Решение



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

$$m_e a_n = m_e V_{\perp}^2 / R = eV_{\perp} B.$$

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.

Дано

$A = 3,5 \text{ мм}$ ,

$\Delta x = 15,0 \text{ см}$

$A_{\max} = ?$

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  $\lambda = 4 \cdot 15 = 60 \text{ см}$ .

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?

Дано

$$\begin{aligned} \lambda &= 500 \text{ нм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \\ a &= 2 \text{ м}, \\ D &= 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}, \\ b &= 1 \text{ м} \\ m &=? \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} m &= \frac{(a+b)D^2}{4ab\lambda}, \\ m &= \frac{(2+1)(2 \cdot 10^{-3})^2}{4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 3. \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \varphi &= 60^\circ, \\ I_1 &= 2I_2 \end{aligned}$$

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

Решение

$P = ?$  света).

$\frac{I_{\max}}{I_{\min}} = ?$  Пусть  $I_{\pi}$  – интенсивность поляризованного света,  $I_e$  – интенсивность естественного света.

При первом положении николя интенсивность прошедшего света равна

$$I_1 = I_{\pi} + \frac{I_e}{2},$$

а при втором из закона Малюса

$$I_2 = I_{\pi} \cos^2 60^\circ + \frac{I_e}{2} = \frac{I_{\pi}}{4} + \frac{I_e}{2}$$

По условию  $I_1 = 2I_2$ :

$$I_{\pi} + \frac{I_e}{2} = 2 \left( \frac{I_{\pi}}{4} + \frac{I_e}{2} \right)$$

откуда  $I_{\pi} = I_e$ .

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

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

$$I_2 = I_{\pi} \cos^2 90^\circ + \frac{I_e}{2} = \frac{I_{\pi}}{2}.$$

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

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

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

## 11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

**Перечень вопросов и заданий к экзамену (ОПК-3, ИОПК-3.5, ИОПК-3.6):**

### 11.2.1. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании второго семестра

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. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Сегнетоэлектрики.
11. Метод зеркальных изображений. Электростатическая защита.
12. Электроёмкость. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.
13. Энергия электростатического поля.
14. Постоянный ток, его характеристики. Уравнение непрерывности.
15. Сторонние силы.
16. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома.
17. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
18. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
19. Магнитное поле движущегося заряда.
20. Сила Лоренца. Закон Био-Савара. Закон Ампера.
21. Движение заряженных частиц под действием электрического и магнитного полей.
22. Рамка с током в магнитном поле. Магнитный момент.
23. Магнитные свойства диамагнетиков.
24. Магнитные свойства парамагнетиков.
25. Границные условия для составляющих векторов магнитного поля.
26. Ферромагнетизм.
27. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
28. Вычисление индуктивности соленоида.
29. Взаимная индукция. Трансформаторы.
30. Энергия магнитного поля.
31. Процессы при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность.
32. Явления, связанные с законом электромагнитной индукции.
33. Переменный ток. Резистор, конденсатор, индуктивность в цепи переменного тока.
34. Метод векторных диаграмм для расчета сопротивления цепей переменного тока.
35. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
36. Вихревое электрическое поле.
37. Ток смещения.
38. Система уравнений Maxwella.
39. Уравнение электромагнитной волны в вакууме.
40. Параметры гармонического колебания.
41. Собственные незатухающие колебания пружинного маятника.
42. Собственные незатухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
43. Сложение взаимно ортогональных колебаний.
44. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
45. Вынужденные колебания.
46. Амплитудно- и фазочастотные характеристики колебательного контура. Резонанс.

### **11.2.2. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании третьего семестра**

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.
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 и неупругий удары.
12. Кинематика вращательного движения. Угловая скорость, угловое ускорение.

13. Момент импульса материальной точки и абсолютно твердого тела.
14. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела. Теорема Штейнера.
15. Момент силы.
16. Закон сохранения момента импульса.
17. Основное уравнение динамики вращательного движения.
18. Свободные оси. Гирокоп.
19. Силы инерции.
20. Законы Кеплера. Космические скорости. Поле тяготения.
21. Опытные законы идеального газа. Уравнение Клапейрона - Менделеева.
22. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
23. Распределение Максвелла.
24. Распределение Больцмана.
25. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
26. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
27. Теплоемкость идеального газа.
28. Адиабатический процесс.
29. Политропные процессы.
30. Второе начало термодинамики. Работа тепловой машины. Цикл Карно.
31. Элементы молекулярной теории неидеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа
32. Энтропия. Неравенство Клаузиуса.
33. Волновые процессы. Упругие волны.
34. Интерференция волн. Стоящие волны.
35. Волновые уравнения электромагнитной волны в вакууме.
36. Электромагнитные волны.
37. Законы геометрической оптики.
38. Формула тонкой линзы. Оптические центрированные системы.
39. Интерференция света. Условия интерференционных максимумов и минимумов.
40. Интерференция волн в опыте Юнга.
41. Временная когерентность.
42. Пространственная когерентность.
43. Интерференция света в тонких пленках. Полосы равного наклона.
44. Интерференция в плоском клине. Полосы равной толщины. Кольца Ньютона.
45. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
46. Зоны Френеля.
47. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом диске.
48. Дифракция Фраунгофера на бесконечной щели.
49. Дифракция Фраунгофера на решетке.
50. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
51. Элементарная теория дисперсии света в газах.
52. Поляризация света. Закон Малюса.
53. Поляризация света при прохождении границы раздела сред.
54. Двойное лучепреломление.
55. Поляризационные призмы и поляроиды.
56. Законы равновесного теплового излучения.

**Перечень вопросов и заданий к экзамену (ОПК-6, ИОПК-6.1):**

1. Потенциал электростатического поля.
2. Электроёмкость. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.
3. Энергия электростатического поля.

4. Закон Ома для участка цепи. Обобщенный закон Ома.  
Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
5. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
6. Взаимная индукция. Трансформаторы.
7. Процессы при замыкании и размыкании цепи, содержащей индуктивность.
8. Явления, связанные с законом электромагнитной индукции.
9. Переменный ток. Резистор, конденсатор, индуктивность в цепи переменного тока.
10. Собственные затухающие колебания заряда и тока в колебательном контуре.
11. Собственные затухающие колебания (пружинный маятник, колебательный контур).
12. Вынужденные колебания.
13. Амплитудно- и фазочастотные характеристики колебательного контура. Резонанс.
14. Резонанс напряжений. Резонанс токов.
15. Принцип действия и проведения измерений осциллографом С1-73
16. Принцип действия и проведения измерений генераторами электрических сигналов Г3-118 и Г3-111
17. Принцип действия и проведения измерений вольтметрами РВ-7-32; 30

***Типовые задачи к экзамену, проводимому по окончании второго семестра***

1. Электростатическое поле создается шаром радиуса  $R=8$  см равномерно заряженным с объемной плотностью заряда  $\rho = 10 \text{ нКл}/\text{м}^3$ . Определить разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях  $r_1=10$  см и  $r_2=15$  см от центра шара.

2. В однородное электрическое поле напряженностью  $E_0=700 \text{ В/м}$  помещается плоскопараллельная бесконечно большая пластина из стекла ( $\epsilon = 7$ ).

- Определить:
- 1) напряженность  $E$  внутри пластины;
  - 2) электростатическую индукцию  $D$ ;
  - 3) поляризацию стекла  $P$ ;
  - 4) поверхностную плотность связанных зарядов  $\sigma'$ .

3. По двум длинным параллельным проводам текут в одинаковом направлении токи  $I_1 = 10 \text{ А}$  и  $I_2 = 15 \text{ А}$ . Расстояние между проводами  $a = 10 \text{ см}$ . Определить напряженность  $H$  магнитного поля в точке, удаленной от первого провода на расстояние  $r_1 = 8 \text{ см}$  и от второго на  $r_2 = 6 \text{ см}$ .

4. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,2 \text{ Тл}$  находится прямой проводник длиной  $l = 15 \text{ см}$ , по которому течет ток  $I = 5 \text{ А}$ . На проводник действует сила  $F = 0,13 \text{ Н}$ . Определить угол  $\alpha$  между направлениями тока и вектора магнитной индукции.

5. В однородном магнитном поле ( $B=0,2 \text{ Тл}$ ) равномерно с частотой  $n=600 \text{ мин}^{-1}$ , вращается рамка, содержащая  $N=1200$  витков, плотно прилегающих друг к другу. Площадь рамки  $S=100 \text{ см}^2$ . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции магнитного поля. Определить максимальную ЭДС, индуцируемую в рамке.

6. Прямой провод длиной  $l=10 \text{ см}$ , по которому течет ток  $I=20 \text{ А}$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,01 \text{ Тл}$ . Найти угол между направлением вектора  $B$  и тока, если на провод действует сила  $F=10 \text{ мН}$ .

7. Электрон, ускоренный разностью потенциалов  $U=0,5 \text{ кВ}$ , движется параллельно прямолинейному длинному проводнику на расстоянии  $r=1 \text{ см}$  от него. Определить силу, действующую на электрон, если через проводник течет ток  $I=10 \text{ А}$ .

***Типовые задачи к экзамену, проводимому по окончании третьего семестра***

1. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha=45^\circ$ . Пройдя расстояние  $s=36,4 \text{ см}$ , тело приобретает скорость  $v=2 \text{ м/с}$ . Чему равен коэффициент трения тела о плоскость?

2. На барабан радиусом  $R=20$  см, момент инерции которого  $J=0,1\text{кг}\cdot\text{м}^2$ , намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m_1=0,5$  кг. До начала вращения барабана высота груза над полом  $h_1=1$  м. Найти: через сколько времени груз опустится до пола; натяжение нити.

3. С тележки, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью  $v_1=3$  м/с, в сторону движения тележки прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной  $v_2=2$  м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости  $v_{2x}$  человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки  $m_1=210$  кг, масса человека  $m_2=70$  кг.

4. Однородный стержень длиной 85 см подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Какую наименьшую скорость нужно сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси?

5. При наблюдении колец Ньютона в отраженном свете плосковыпуклую линзу заменили стеклянным конусом с углом раскрытия  $\alpha$ . Найти радиус  $m$ -го темного кольца. Длина волн монохроматического света  $\lambda$ .

6. На пути плоской световой волны интенсивностью  $I_0$  помещены концентрические непрозрачные кольца, закрывающие 3-ю и 5-ю зоны Френеля для точки наблюдения, лежащей против центра колец. Найти интенсивность света в точке наблюдения.

7. На поляризатор падает световая волна с плоской поляризацией. При повороте плоскости поляризатора на угол  $\pi/2$  интенсивность прошедшего света изменилась в  $m$  раз. Чему равен первоначальный угол между плоскостью поляризатора и плоскостью колебаний падающей волны?

8. Свет с длиной волны 530 нм падает нормально на прозрачную дифракционную решетку, период которой равен 1,50 мкм. Найти угол с нормалью к решетке, под которым образуется фраунгоферов максимум наибольшего порядка.

### ***Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену по физике для студентов заочной формы обучения***

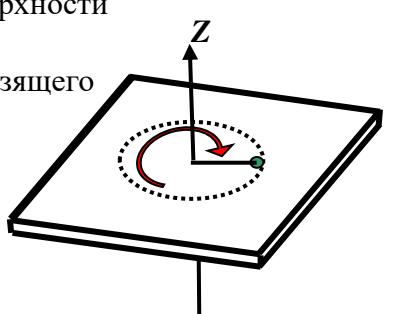
#### ***Список тем, выносимых на экзамен по физике ч.1 «Механика и молекулярная физика» по окончании второго семестра:***

1. Кинематика поступательного и вращательного движений. Основные понятия и величины.
2. Динамика поступательного движения. Законы Ньютона. Силы в природе.
3. Импульс тела. Изменение импульса. Закон сохранения импульса.
4. Работа. Консервативные силы. Мощность
5. Энергия. Теоремы об изменении энергии. Закон сохранения полной механической энергии.
6. Момент инерции материальной точки и абсолютно твердого тела. Теорема Штейнера
7. Момент силы. Момент импульса. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела.
8. Закон сохранения момента импульса
9. Опытные законы идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
10. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
11. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
12. Изопроцессы.
13. Внутренняя энергия системы. Работа газа при изменении его объема.
14. Первое начало термодинамики для различных изопроцессов.
15. Адиабатический процесс.
16. Теплоемкость идеального газа.

**Типовые задания к экзамену для студентов заочной формы обучения, проводимому по окончании второго семестра.**

Экзамен проводится в письменной форме.

**Вариант 1-1**

1. Кинематические уравнения двух материальных точек имеют вид  $x_1 = 2t + 4t^2 - 3t^3$  и  $x_2 = 5t - 2t^2 + 1t^3$ . В какой момент времени ускорения этих точек будут равны?
2. К нити подвешен груз массой  $m$ . Определить силу натяжения нити, если нить с грузом опускать с ускорением  $a$ . Ускорение свободного падения  $g$ . Сделать рисунок.
3. Тело массой  $m$  движется по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $\vec{V}$ . У основания горки оно испытывает абсолютно неупругий удар с покоящимся телом массой  $3m$ . Найти высоту, на которую поднимутся оба тела после удара. Поверхность горки считать гладкой. Сделать рисунок.
4. Шарик вращается по часовой стрелке на горизонтальной поверхности вокруг оси  $Z$ . Какой знак имеют проекции угловой скорости  $\omega_z$ , углового ускорения  $\epsilon_z$ , момента импульса  $L_z$  шарика и тормозящего момента сил  $M_z$  на ось  $Z$ ? Ответ обосновать, используя соответствующие формулы.
5. Диск ( $m = 5$  кг,  $R = 60$  см) вращается относительно вертикальной оси  $Z$ , перпендикулярной его плоскости. Угол поворота зависит от времени по закону  $\varphi = 2t + 0.5t^2$  (рад). Определить кинетическую энергию диска через одну секунду после начала вращения.
6. Три шарика массой  $m$  каждый закреплены в вершинах равностороннего треугольника со стороной  $a$ . Чему равен момент инерции системы относительно оси, перпендикулярной плоскости треугольника и проходящей через его центр? Сделать рисунок.
7. Какую работу совершает один моль одноатомного идеального газа при адиабатическом расширении, если температура газа падает при этом на  $100^\circ$ ?
8. Идеальный газ, совершающий цикл Карно, две третьих количества теплоты, полученного от нагревателя, отдает холодильнику (температура холодильника 280 К). Определить температуру нагревателя.

**Список тем, выносимых на экзамен физике ч.2 «Электромагнетизм» по окончании третьего семестра:**

- 1 Электрический заряд. Закон сохранения заряда.
2. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Расчет напряженности электростатического поля, создаваемого системой точечных зарядов, с помощью принципа суперпозиции.

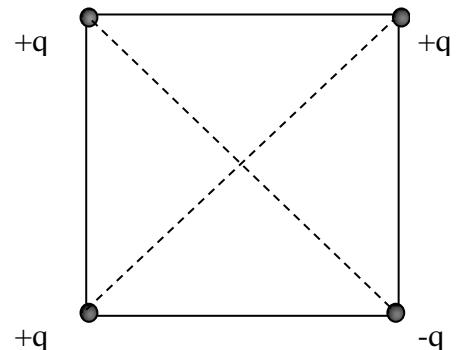
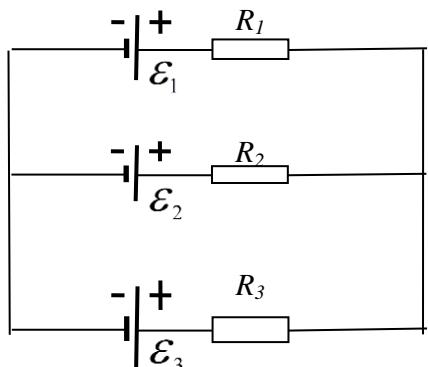
3. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса в интегральной форме. Напряженность электрического поля  $\vec{E}$  равномерно заряженных тел: бесконечной плоскости, сферы, бесконечно длинных нити и цилиндра.
4. Потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции для потенциала. Расчет потенциала электростатического поля, созданного системой точечных зарядов, с помощью принципа суперпозиции.
5. Связь между напряженностью и потенциалом.
6. Электроемкость. Емкость уединенного проводника.
7. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Плоский и цилиндрический конденсаторы.
8. Энергия и плотность энергии электростатического поля.
9. Постоянный электрический ток, основные характеристики. Сопротивление проводника. Соединение проводников и источников.
10. Закон Ома для различных участков цепи: однородного, неоднородного и для замкнутого контура.
11. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца.
12. Правила Кирхгофа. Сформулировать и записать для произвольной схемы.
13. Магнитное статистическое поле в вакууме. Напряженность и индукция магнитного поля.
14. Магнитное поле движущегося заряда.
15. Закон Био-Савара.
16. Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц под действием электрического и магнитного полей.
17. Магнитный поток, потокосцепление.
18. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
19. Явление самоиндукции. Индуктивность.
20. Явление взаимоиндукции. Взаимная индуктивность.
21. Энергия магнитного поля.

**Типовые задания к экзамену для студентов заочной формы обучения, проводимому по окончании третьего семестра.**

Экзамен проводится в письменной форме.

### Вариант 2-1

1. В вершинах квадрата со стороной  $b$  расположены равные по модулю точечные заряды. Определить величину и направление вектора напряженности электрического поля  $\vec{E}$  в центре квадрата.

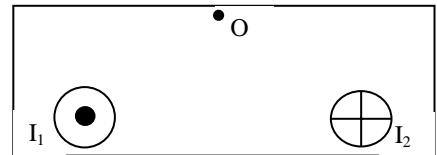


2. Три источника тока с ЭДС  $\epsilon_1 = 11$  В,  $\epsilon_2 = 4$  В и  $\epsilon_3 = 6$  В и три реостата с сопротивлениями  $R_1 = 5$  Ом,  $R_2 = 10$  Ом и  $R_3 = 2$  Ом соединены, как показано на рисунке. Определить с помощью законов Кирхгофа силу тока  $I_1$  через сопротивление  $R_1$ .

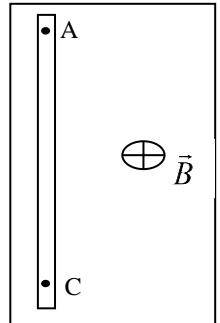
Внутреннее сопротивление источников тока пренебрежимо мало.

3. Определить заряд, прошедший по проводу с сопротивлением  $R = 3$  Ом при равномерном нарастании напряжения на концах провода от  $U_0 = 2$  В до  $U = 4$  В в течение  $t = 20$  с.

4. По двум прямолинейным параллельным проводникам текут равные по величине токи. Какое направление имеет вектор индукции магнитного поля  $\vec{B}$  в точке O, равноудаленной от каждого проводника?



5. Прямой проводник с током помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции  $\vec{B}$ . Как направлена сила Ампера, действующая на проводник, если потенциал точки A больше потенциала точки C?



6. Через катушку индуктивностью  $L = 0,2$  Гн протекает ток, изменяющийся по закону  $I = I_0 \cos \omega t$ , где  $I_0 = 0,2$  А, а  $\omega = 4,0$  рад/с. Определить закон изменения ЭДС самоиндукции.

Полный фонд оценочных средств находится на кафедре «ФТОС».