

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о документе:

ФИО: Апатенко Александр Сергеевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина

Дата подписания: 2023-07-29 15:34:57

Уникальный идентификатор документа:

966df42f20792acade08f7f8f984d66d010981da



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Кафедра физики

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

А.С. Апатенко

“ 29 ”

07



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.07 ФИЗИКА**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение, Распределительные электрические сети

Курс 1,2

Семестр 1, 2, 3, 4

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2023

Москва, 2023

Разработчик: Н.А. Коноплин, к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«30» 06 2023 г.

Рецензент: Понизовкин Д.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«30» 06 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры физики  
протокол № 8 от «30» 06 2023 г.

И.о. зав. кафедрой физики

Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«30» 06 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина

Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» 08 2023 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
кафедрой электроснабжения и электротехники  
имени академика И.А. Будзко

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«28» 08 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	8
ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	12
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>17</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>18</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	30
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	32
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	32
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>32</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>33</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>33</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>35</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	35
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>36</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.07 «Физика» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электроснабжение», «Распределительные электрические сети».

**Цель освоения дисциплины:** развить способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; сформировать умение использовать системный подход для решения поставленных задач; развить способность осуществлять социальное взаимодействие и уметь реализовывать свою роль в команде; сформировать способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, измерительную технику, в том числе цифровые приборы, при решении физических задач, относящихся к области профессиональных задач.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электроснабжение», «Распределительные электрические сети».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы сформированности компетенции): УК-1 (УК-1.2); УК-3 (УК-3.2); ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6); ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6).

**Краткое содержание дисциплины:** механика материальной точки и твердого тела, элементы механики сплошных сред, колебания и волны, молекулярно-кинетическая теория, термодинамика, электростатика, постоянный ток, магнитное поле, теория электромагнитного поля, волновые и квантовые свойства света, строение атома, элементы квантовой механики, ядерная физика.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 432 часа / 12 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** 2 семестр – экзамен, 3 семестр – зачет с оценкой, 4 семестр – экзамен.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является:

развить способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач; сформировать умение использовать системный подход для решения поставленных задач; развить способность осуществлять социальное взаимодействие и уметь реализовывать свою роль в команде; сформировать способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, измерительную технику, в том числе цифровые приборы, при решении физических задач, относящихся к области профессиональных задач.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Физика» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Физика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электро-снабжение», «Распределительные электрические сети».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физика» является «Математика».

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Гидравлика», «Теплотехника», «Теоретическая механика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Прикладная механика», «Теоретические основы электротехники», «Светотехника», «Электротехнические материалы», «Электроснабжение», «Общая энергетика».

Особенностью дисциплины является ее базовый характер для технических и естественно-научных дисциплин.

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

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикаторов достижения компетенций (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Использует системный подход для решения поставленных задач	Основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения	Использовать системный подход и критический анализ для решения поставленных задач	Существующими справочными материалами и методами математического анализа для их применения в теоретических и экспериментальных исследованиях
2.	УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи	Правила поведения в составе малой группы во время выполнения лабораторной работы	Взаимодействовать с другими членами малой группы при выполнении лабораторной работы	Навыками распределения обязанностей в составе малой группы, умением достигать общего результата в составе коллектива
3.	ОПК-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК – 2.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	основные физические явления, понятия и законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики	решать типовые задачи по механике, термодинамике, электричеству и магнетизму	навыками работы с физическими измерительными приборами, в том числе цифровыми, методами оценки параметров состояния физических процессов по механике, термодинамике, электричеству и магнетизму
			ОПК – 2.6 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	основные физические явления, понятия и законы оптики, квантовой механики и атомной физики	решать элементарные задачи по оптике, квантовой механике, атомной физике	навыками работы с физическими измерительными приборами, в том числе цифровыми, методами оценки параметров состояния физических процессов по оптике

4.	ОПК-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК- 3.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	основные физические явления, понятия и законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики	решать типовые задачи по механике, термодинамике, электричеству и магнетизму	навыками работы с физическими измерительными приборами, в том числе цифровыми, методами оценки параметров состояния физических процессов по механике, термодинамике, электричеству и магнетизму
			ОПК- 3.6 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	основные физические явления, понятия и законы оптики, квантовой механики и атомной физики	решать элементарные задачи по оптике, квантовой механике, атомной физике	навыками работы с физическими измерительными приборами, в том числе цифровыми, методами оценки параметров состояния физических процессов по оптике

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 12 зач.ед. (432 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость				
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам			
		№1	№2	№3	№4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>432/0</b>	<b>36</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>37,15</b>	<b>2</b>	<b>10,4</b>	<b>12,35</b>	<b>12,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>37,15</b>	<b>2</b>	<b>10,4</b>	<b>12,35</b>	<b>12,4</b>
<i>в том числе:</i>					
<i>лекции (Л)</i>	12	2	2	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	12	-	4	4	4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	12	-	4	4	4
<i>консультации перед экзаменом</i>					
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	1,15	-	0,4	0,35	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>430,85</b>	<b>34</b>	<b>133,6</b>	<b>95,65</b>	<b>131,6</b>
<i>контрольная работа</i>	30	-	10	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	379,65	34	115	81,65	113
<i>Подготовка к экзамену / зачету с оценкой (контроль)</i>	21,2	-	8,6	4	8,6
Вид промежуточного контроля:		-	Экзамен	зачёт с оценкой	Экзамен

\* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Физические основы механики»	36	2	-	-	-	34

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Всего за 1 семестр</b>	36	2	-	-	-	34
Раздел 1 «Физические основы механики»	72	1	2	2	-	67
Раздел 2 «Молекулярная физика и термодинамика»	71,6	1	2	2	-	66,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	-	0,4	-
<b>Всего за 2 семестр</b>	144	2	4	4	0,4	133,6
Раздел 3 «Электричество»	54	2	2	2	-	48
Раздел 4 «Магнетизм»	53,65	2	2	2	-	47,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	-	0,35	-
<b>Всего за 3 семестр</b>	108	4	4	4	0,35	95,65
Раздел 5 «Оптика»	50	2	2	2	-	44
Раздел 6 «Квантовая физика»	47,6	1	1	2	-	43,6
Раздел 7 «Ядерная физика»	46	1	1	-	-	44
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	-	0,4	-
<b>Всего за 4 семестр</b>	144	4	4	4	0,4	131,6
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>432</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>1,15</b>	<b>394,85</b>

## **Раздел 1 «Физические основы механики»**

### **Тема 1 «Кинематика»**

Предмет физики. Методы физического исследования. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Классическая механика. Пространство и время в классической механике. Физические модели. Кинематическое описание движения точки. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное и касательное (тангенциальное) ускорения. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь линейных скоростей и ускорений с угловыми скоростями и ускорениями.

### **Тема 2 «Динамика»**

Динамика. Механическая система. Сила. Масса и импульс. Современная трактовка законов Ньютона. Силы в механике. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса. Обобщенная формулировка II закона Ньютона. Закон всемирного тяготения. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой.

### **Тема 3 «Энергия»**

Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Работа силы. Консервативные и неконсервативные силы. Мощность. Кинетическая энергия механической системы. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике. Удары.

### **Тема 4 «Динамика вращательного движения»**

Момент инерции. Теорема Штейнера. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Кинетическая энергия вращающегося и катящегося твердого тела. Работа при вращательном движении.

### **Тема 5 «Момент импульса»**

Момент импульса материальной точки, механической системы и тела. Закон сохранения момента импульса. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела в обобщенном виде.

## **Тема 6 «Деформация твердого тела»**

Деформация в твердом теле. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Диаграмма растяжения.

## **Тема 7 «Механика жидкостей и газов»**

Гидростатика несжимаемой жидкости. Давление столба жидкости. Сила Архимеда. Условия плавания тел. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкости. Режимы течения. Число Рейнольдса. Методы определения вязкости.

## **Раздел 2 «Колебания и волны»**

### **Тема 1 «Гармонические колебания»**

Классификация колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Механические колебания. Энергия колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Маятники. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.

### **Тема 2 «Волны»**

Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны.

## **Раздел 3 «Молекулярная физика и термодинамика»**

### **Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория» (МКТ)**

Статистический и термодинамический методы исследования. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Температурная шкала Цельсия и Кельвина. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега.

### **Тема 2 «Термодинамика»**

Термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие и процесс. Уравнение состояния идеального газа. Изопроцессы. Первое начало термодинамики. Работа газа. Теплообмен, количество теплоты. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. Теплоемкость. Уравнение Майера. Коэффициент Пуассона. Политропный процесс. Циклы. Термический КПД цикла. Тепловые двигатели, холодильные машины. Теорема Карно. Цикл Карно и его к.п.д. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Определение энтропии равновесной системы через термодинамическую вероятность макросистемы. Теорема Нернста-Планка. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и экспериментальные изотермы.

### **Тема 3 «Явления переноса»**

Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.

## **Раздел 4 «Электричество»**

### **Тема 1 «Основы электростатики»**

Электрические заряды. Закон сохранения зарядов. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона. Электростатическое поле, его характеристики. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля. Принцип суперпозиции полей. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса (для вакуума). Потенциальный характер электростатического поля. Понятие потенциала. Расчет работы при перемещении заряда в электростатическом поле. Циркуляция вектора  $E$  электростатического поля. Определение разности потенциалов в электростатическом поле. Связь напряженности и потенциала. Градиент потенциала.

### **Тема 2 «Проводники в электрическом поле»**

Проводники в электростатическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Ёмкость проводников и конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии поля.

### **Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле»**

Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков и ее виды. Поляризованность диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Вектор электрического смещения. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

#### **Тема 4 «Постоянный электрический ток»**

Постоянный электрический ток, условия его существования и основные характеристики.сторонние силы. Понятие ЭДС и напряжения. Сопротивление проволочного проводника. Соединения проводников. Температурная зависимость сопротивления и ее качественное объяснение. Сверхпроводимость. Закон Ома в интегральной форме для однородного и неоднородного участков цепи, для полной цепи. Правила Кирхгофа. Закон Джоуля – Ленца в интегральной форме. Мощность тока. Закон Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме. Электрический ток в металлах. Классическая теория электропроводности. Ток в вакууме. Эмиссия электронов. Газовые разряды.

#### **Тема 5 «Элементы физики твердого тела»**

Полупроводники. Зонная теория твердого тела. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Диод.

### **Раздел 5 «Магнетизм»**

#### **Тема 1 «Магнитостатика»**

Магнитное поле и его характеристики. Макро- и микротоки. Воздействие магнитного поля на рамку с током и на прямолинейный проводник с током. Силовые линии магнитной индукции. Силовая картина магнитного поля прямолинейного проводника с током и кругового витка. Принцип суперпозиции магнитных полей. Закон Био – Савара – Лапласа. Воздействие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле. Эффект Холла. Вихревой характер магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции вектора магнитной индукции (в вакууме).

#### **Тема 2 «Магнитное поле в веществе»**

Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Связь векторов  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ . Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ .

#### **Тема 3 «Электромагнитная индукция»**

Электромагнитная индукция. ЭДС индукции в подвижных и неподвижных проводниках. Вращение рамки в магнитном поле. Токи Фуко. Самоиндукция. Индуктивность проводника. Закон Ленца. Взаимная индукция. Трансформаторы. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля в соленоиде. Плотность энергии магнитного поля.

#### **Тема 4 «Уравнения Максвелла»**

Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.

#### **Тема 5 «Электромагнитные колебания и волны»**

Колебательный контур. Преобразование энергии на различных этапах колебания. Дифференциальные уравнения свободных незатухающих и затухающих колебаний в нем и их решения. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны и его решение. Скорость распространения волны. Вектор Умова-Пойтинга. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

### **Раздел 6 «Оптика»**

#### **Тема 1 «Геометрическая оптика»**

Оптика. Законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Линзы.

#### **Тема 2 «Интерференция волн»**

Интерференция света. Условия возникновения интерференции. Метод векторной диаграммы для сложения двух или нескольких волн. Принцип получения интерференционной картины. Условия максимумов и минимумов. Разность фаз и разность хода. Интерференция в тонкой пленке. Кольца Ньютона.

#### **Тема 3 «Дифракция волн»**

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция на круглом отверстии. Дифракция на длинной щели. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Главные минимумы. Разрешающая способность.

#### Тема 4 «Поляризация волн»

Поляризованный свет. Виды поляризации. Способы получения поляризованного света. Прохождение естественного света через поляризатор и анализатор. Поворот плоскости поляризации. Поляризация света при отражении и преломлении на границе диэлектриков. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление.

#### Тема 5 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»

Корпускулярно-волновой дуализм света. Квант света. Энергия и импульс фотона. Внешний фотоэффект. Световое давление. Опыты Лебедева. Эффект Комптона. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина. Тепловое излучение. Формула Планка. Распределение энергии в спектре излучения по частоте и длине волны.

#### Раздел 7 «Квантовая физика»

##### Тема 1 «Строение атома»

Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Модель атома Резерфорда-Бора. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Теория Бора. Уровни энергии атома водорода. Квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное.

##### Тема 2 «Элементы квантовой механики»

Волновые свойства микрочастиц. Длина волны де Бройля и ее свойства. Волновая функция. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера.

#### Раздел 8 «Ядерная физика»

##### Тема 1 «Ядро и ядерные реакции»

Состав атомного ядра. Характеристики ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Дефект масс. Энергетический эффект ядерной реакции. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.

##### Тема 2 «Элементарные частицы»

Основные классы элементарных частиц.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Физические основы механики»</b>				<b>7</b>
	Тема 1 «Кинематика» Тема 2 «Динамика» Тема 3 «Энергия»	Лекция №1.1 «Кинематика. Динамика. Момент импульса» с использованием мультимедийного проектора	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		2
	Тема 4 «Динамика вращательного движения» Тема 5 «Момент импульса»	Лекция №1.2 «Энергия. Динамика вращательного движения. Деформация. Механика жидкостей и газов» с использованием мультимедийного проектора	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		1
		Практическое занятие № 1.1. «Физические основы меха-	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2)	решение задач	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 6 «Деформация твердого тела»	ники»	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		
	Тема 7 «Механика жидкостей и газов»	Лабораторная работа № 1.1 «Изучение движения тела по наклонной плоскости» или «Изучение законов прямолинейного движения и свободного падения на машине Атвуда» или «Изучение кинематики и динамики поступательного движения» или «Измерение коэффициента трения качения» или «Изучение закона сохранения энергии с помощью маятника Максвелла» или «Изучение основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека» или «Определение коэффициента вязкости жидкости методом течения через узкий канал» или «Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика» или «Определение коэффициента вязкости воздуха» с применением цифровых устройств для получения и обработки экспериментальных данных	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	защита лабораторных работ	2
2.	<b>Раздел 3. «Молекулярная физика и термодинамика»</b>				<b>5</b>
	Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория» (МКТ)	Лекция №2.1 «Молекулярная физика и термодинамика. Перенос» с использованием мультимедийного проектора	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		1
	Тема 2 «Термодинамика»	Практическое занятие № 2.1. «Молекулярная физика и термодинамика»	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	2
	Тема 3 «Явления переноса»	Лабораторная работа № 2.1. «Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме» или	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		«Определение универсальной газовой постоянной» или «Исследование изопротесов» с применением цифровых устройств для получения и обработки экспериментальных данных	3.5, 3.6)		
3.	<b>Раздел 4 «Электричество»</b>				6
	Тема 1 «Основы электростатики» Тема 2 «Проводники в электрическом поле» Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле» Тема 4 «Постоянный электрический ток» Тема 5 «Элементы физики твердого тела»	Лекция №3.1 «Электричество» с использованием мультимедийного проектора  Практическое занятие № 3.1. «Электричество»  Лабораторная работа № 3.1 «Изучение топографии электрического поля» или «Определение емкости конденсатора с помощью баллистического гальванометра» или «Измерение сопротивления методом мостовой схемы» или «Исследование полезной мощности и коэффициента полезного действия источников постоянного тока» или «Исследование вольт-амперной характеристики полупроводникового диода» с применением цифровых устройств для получения и обработки экспериментальных данных	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	2
			УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	2
			УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	защита лабораторных работ	2
4.	<b>Раздел 5 «Магнетизм»</b>				6
	Тема 1 «Магнито- статика» Тема 2 «Магнитное поле в веществе» Тема 3 «Электромагнитная индукция» Тема 4 «Уравнения	Лекция №4.1 «Магнетизм» с использованием мультимедийного проектора  Практическое занятие № 4.1 «Магнетизм»  Лабораторная работа № 4.1. «Изменение горизонтальной составляющей напряженно-	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	2
			УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	2
			УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Максвелла» Тема 5 «Электромагнитные колебания и волны»	сти магнитного поля земли с использованием тангенс-гальванометра», или «Определение индуктивности катушки с железным сердечником и без сердечника» с применением цифровых устройств для получения и обработки экспериментальных данных	2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		
5.	<b>Раздел 6 «Оптика»</b>				6
	Тема 1 «Геометрическая оптика»	Лекция №5.1 «Оптика» с использованием мультимедийного проектора	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		2
	Тема 2 «Интерференция волн» Тема 3 «Дифракция волн»	Практическое занятие № 5.1. «Оптика»	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	2
	Тема 4 «Поляризация волн» Тема 5 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»	Лабораторная работа № 5.1 «Определение показателей преломления жидкостей с помощью рефрактометра» или «Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона» или «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки» с применением цифровых устройств для получения и обработки экспериментальных данных	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	защита лабораторных работ	2
6.	<b>Раздел 7 «Квантовая физика»</b>				4
	Тема 1 «Строение атома»	Лекция №6.1 «Квантовая физика» с использованием мультимедийного проектора	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		1
	Тема 2 «Элементы квантовой механики»	Практическое занятие №6.1 «Квантовая физика»	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	1
		Лабораторная работа № 6.1 «Исследование излучения абсолютно твердого тела» или «Исследование внешнего фотоэффекта» или «Экспе-	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		риментальное изучение законов теплового излучения» с применением цифровых устройств для получения и обработки экспериментальных данных	3.5, 3.6)		
7.	<b>Раздел 8 «Ядерная физика»</b>				2
	Тема 1 «Ядро и ядерные реакции»	Лекция №7.1 «Ядерная физика» с использованием мультимедийного проектора	ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)		1
	Тема 2 «Элементарные частицы»	Практическое занятие № 7.1 «Ядерная физика»	УК-1 (УК-1.2) УК-3(УК- 3.2) ОПК-2 (ОПК-2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК-3.5, 3.6)	решение задач	1

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и перечень компетенций, осваиваемых при их изучении (может осваиваться часть компетенции)
<b>Раздел 1. «Физические основы механики»</b>		
1.	Тема 2. «Динамика»	Закон всемирного тяготения. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
<b>Раздел 2. «Колебания и волны»</b>		
1.	Тема 1 «Гармонические колебания»	Классификация колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Механические колебания. Энергия колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний. Маятники. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
2.	Тема 2. «Волны»	Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
<b>Раздел 3. «Молекулярная физика и термодинамика»</b>		
1.	Тема 2. «Термодинамика»	Применение первого начала термодинамики к изопроцессам ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
<b>Раздел 4. «Электричество»</b>		
1.	Тема 3. «Диэлектрики в электрическом поле»	Электрическое поле в однородном диэлектрике ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
<b>Раздел 5. «Магнетизм»</b>		
1.	Тема 5. «Электромагнитные колеба-	Энергетические характеристики электромагнитных волн ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и перечень компетенций, осваиваемых при их изучении (может осваиваться часть компетенции)
	ния и волны»	
<b>Раздел 6. «Оптика»</b>		
1.	Тема 1. «Геометрическая оптика»	Линзы ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
<b>Раздел 7. «Квантовая физика»</b>		
1.	Тема 1. «Строение атома»	Эмпирические закономерности в атомных спектрах ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)
<b>Раздел 8. «Ядерная физика»</b>		
1.	Тема 2. «Элементарные частицы»	Основные классы элементарных частиц ОПК-2 (ОПК- 2.5, 2.6) ОПК-3 (ОПК- 3.5, 3.6)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Лабораторная работа № 1.1 «Изучение движения тела по наклонной плоскости» или «Изучение законов прямолинейного движения и свободного падения на машине Атвуда» или «Изучение кинематики и динамики поступательного движения» или «Измерение коэффициента трения качения» или «Изучение закона сохранения энергии с помощью маятника Максвелла» или «Изучение основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека» или «Определение коэффициента вязкости жидкости методом течения через узкий канал» или «Определение коэффициента вязкости жидкости методом падающего шарика» или «Определение коэффициента вязкости воздуха»	ЛР	Работа в малых группах
2.	Лабораторная работа № 2.1 «Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме» или «Определение универсальной газовой постоянной» или «Исследование изопроецсов»	ЛР	Работа в малых группах
3.	Лабораторная работа № 3.1 «Изучение топографии электрического поля» или «Определение емкости конденсатора с помощью баллистического гальванометра» или «Измерение сопротивления методом мостовой схемы» или «Исследование полезной мощности и коэффициента полезного действия источников постоянного тока» или «Исследование вольт-амперной характеристики полупроводникового диода»	ЛР	Работа в малых группах
4.	Лабораторная работа № 4.1. «Изменение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли с использованием тангенс-гальванометра», или «Определение индуктив-	ЛР	Работа в малых группах

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	ности катушки с железным сердечником и без сердечника»	
5.	Лабораторная работа № 5.1 «Определение показателей преломления жидкостей с помощью рефрактометра» или «Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона» или «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки»	ЛР Работа в малых группах
6.	Лабораторная работа № 6.1 «Исследование излучения абсолютно твердого тела» или «Исследование внешнего фотоэффекта» или «Экспериментальное изучение законов теплового излучения»	ЛР Работа в малых группах

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Типовые задачи для контроля на практических занятиях, защиты лабораторной работы, для экзамена или зачета с оценкой.

Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся

**Типовые задачи по разделу 1 «Физические основы механики». Тема 1 «Кинематика»**

**Практическое занятие №1. «Кинематика поступательного движения».**

Решение задач по кинематике

1. Материальная точка движется в пространстве согласно уравнениям:  $X(t) = 5t$  (м),  $Y(t) = 4 - 2t^2$  (м),  $Z(t) = 3t - 4t^3$  (м). Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 1$  с.
2. Какой угол составляет вектор полного ускорения точки, лежащей на ободе маховика, с радиусом маховика через  $t = 1.5$  с после начала движения? Угловое ускорение маховика  $\varepsilon = 0.77$  рад/с<sup>2</sup>.
3. Найти изменение импульса шарика массы  $m = 100$  г при ударе о землю и количество выделившейся теплоты, если он падает с высоты  $h_1 = 200$  см, а после удара поднимается на высоту  $h_2 = 180$  см.

Пример типового варианта контрольной работы для текущего контроля знаний обучающихся

**Типовой вариант контрольной работы №1 (разделы 1- 2, семестр 2)**

1. Тело массой  $m$  брошено с начальной скоростью под углом  $\alpha$  к горизонту в гравитационном поле Земли с вышки высотой  $h_0$ . Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить максимальную высоту подъема тела над Землей и кинетическую энергию его в этой точке, если  $m = 2,0 \text{ кг}$ ;  $v_0 = 10,0 \text{ м/с}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $h_0 = 2,0 \text{ м}$

2. Через блок в виде сплошного диска массой  $m$  и радиусом  $R$ , ось которого посредством бечевки может перемещаться в вертикальной плоскости с ускорением  $a_0$ , перекинута нить, к колодам которой прикреплены грузы массами  $m_1$  и  $m_2$ . Проскальзывание нити исключается. Пренебрегая силами сопротивления и считая бечевку и нить невесомыми и нерастяжимыми, определить ускорения грузов и силу натяжения бечевки, если  $m_1 = 0,20 \text{ кг}$ ;  $m_2 = 0,30 \text{ кг}$ ;  $m = 0,40 \text{ кг}$ ;  $a_0 = 0$

3. Два шара массами  $m_1$  и  $m_2$ , движущиеся со скоростями  $v_1$  и  $v_2$ , испытывают прямой центральный удар. Определить скорости шаров после удара, считая его абсолютно упругим, если шары двигались навстречу друг другу и  $m_1 = 2,0 \text{ кг}$ ;  $m_2 = 4,0 \text{ кг}$ ;  $v_1 = 2,0 \text{ м/с}$ ;  $v_2 = 8,0 \text{ м/с}$

4. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках вертикально тонкий однородный стержень массой  $m$  и длиной  $l$  так, что центр масс человека со стержнем находится на оси вращения скамьи. Платформа (скамья) массой  $m_1$ , представляющая собой сплошной диск радиуса  $R$ , вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси. Определить с какой угловой скоростью будет вращаться платформа, если человек повернет стержень горизонтально, держа его за середину. Считать, что

$$m = 4,0 \text{ кг}; l = 2,0 \text{ м}; m_1 = 20,0 \text{ кг}; R = 0,50 \text{ м}; \omega_1 = 2,0 \text{ рад/с}$$

5. Два маятника: пружинный, представляющий собой груз массой  $m_1$ , подвешенный на невесомой пружине с коэффициентом упругости  $K$ , и физический - однородный тонкий стержень длиной  $l$  и массой  $m$ . Ось качания физического маятника горизонтальна и проходит на расстоянии  $x$  от верхнего конца стержня, к нижнему концу которого прикреплен точечный груз массой  $m_3$ . Определить на сколько процентов изменится частота колебаний пружинного маятника, если массу его груза увеличить на  $\Delta m = 200 \text{ г}$ . Считать, что

$$k = 5,0 \times 10^2 \text{ Н/м}; m_1 = 0,20 \text{ кг}$$

6. Плоская косинусоидальная бегущая волна с циклической частотой  $\omega$  распространяется без затухания в направлении  $Ox$  со скоростью  $v$  и имеет амплитуду смещения  $A$ . После отражения от рефлектора возникает отраженная плоская волна той же амплитуды, движущаяся навстречу падающей. Определить смещения от положения равновесия точек с координатами:  $x_1 = 10,0 \text{ м}$  и  $x_2 = 13,0 \text{ м}$ , вызванные падающей бегущей волной при отсутствии отраженной в момент времени  $\tau = 1,20 \text{ с}$ , если  $\omega = 5\pi \text{ с}^{-1}$ ;  $v = 20,0 \text{ м/с}$ ;  $A = 0,10 \text{ м}$

7. Два сферических баллона, внутренние радиусы которых  $r_1$  и  $r_2$ , соединены трубкой пренебрежимо малого объема, снабженной закрытым вентиляем. В баллонах находится азот под давлением соответственно  $p_1$  и  $p_2$  при единой температуре  $t_1$ . Считая газ идеальным, определить число молей газа в каждом баллоне, если  $r_1 = 0,50 \text{ м}$ ;  $r_2 = 0,25 \text{ м}$ ;  $p_1 = 2,5 \text{ ммрт.ст.}$ ;  $p_2 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $t = 27^\circ \text{ C}$

8. Кислород в цилиндре под поршнем совершает замкнутый цикл. Из состояния 1 с основными параметрами  $p_1 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $v_1 = 2,0 \text{ л}$ ;  $T_1 = 300 \text{ К}$  газ переходит адиабатически во 2 состояние так, что его объем возрастает вдвое; затем его изобарически нагревают до начальной температуры  $T_1$ , наконец, изотермически возвращают в исходное состояние. Считая газ идеальным, определить число молей кислорода, участвующих в цикле, и внутреннюю энергию газа в состоянии 1.

### Типовой вариант контрольной работы №2 (разделы 3 - 4, семестр 3)

1. Два точечных заряда  $Q_1$  и  $Q_2$  расположены в соседних вершинах квадрата со стороной  $a$ . Две другие вершины соединены тонкой проволокой с равномерно распределенным по ней зарядом  $Q$  (рис. 1.). Определить напряженность поля, созданного заряженной проволокой в

2. 1.

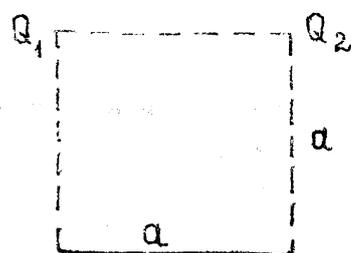


Рис. 1

центре квадрата, если  $a = 30,0 \text{ см}$ ;  $Q = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ ;  $Q_1 = Q_2 = 0$

2. Две бесконечные вертикальные плоскости имеют поверхностные плотности заряда  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Через малые отверстия, не касаясь плоскостей, перпендикулярно им проходит тонкая заряженная нить бесконечной длины с линейной плотностью заряда  $\tau$ . Пользуясь теоремой Остроградского-Гаусса, определить напряженность электростатического поля слева от плоскостей на расстоянии  $r = 0,10 \text{ м}$  от нити, если

$$\sigma_1 = 2,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2; \sigma_2 = 3,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл/м}^2; \tau = 4,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/м}$$

3. Шар из диэлектрика ( $\epsilon = 2$ ) радиусом  $R_1 = 2,0 \text{ см}$  с объемной плотностью заряда  $\rho_{эл} = 9,0 \cdot 10^{-5} \text{ Кл/м}^3$  окружен металлической концентрической оболочкой, радиусы которой  $R_2 = 6,0 \text{ см}$  и  $R_3 = 8,0 \text{ см}$ . Оболочка несет на себе заряд  $Q = 4,0 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ . Обозначая расстояние от центра шара до соответствующей точки  $r$ , определить потенциал в точке 1, если  $r_1 = 1,0 \text{ см}$

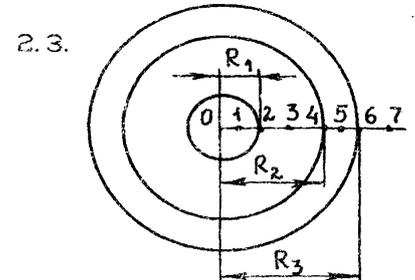


Рис. 2

4. Три одинаковых плоских конденсатора заполнены диэлектриком ( $\epsilon = 2$ ) и включены в электрическую цепь, как показано, на рис.3. К батарее конденсаторов (между точками  $a$  и  $b$ ) приложено напряжение  $U = 500 \text{ В}$ . Площадь одной пластины каждого конденсатора  $S = 0,010 \text{ м}^2$ , длина  $l = 10,0 \text{ см}$ , расстояние между пластинами  $d = 3,0 \text{ см}$ . Определить емкость  $C_1$  первого конденсатора.

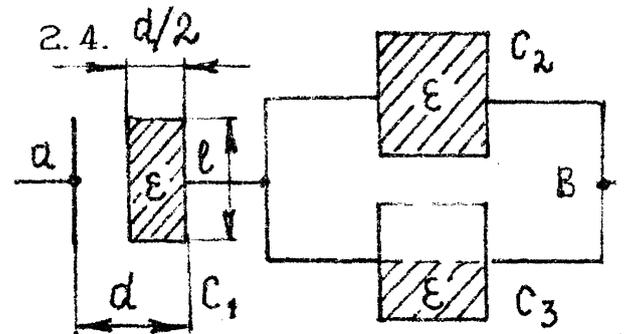


Рис. 3

5. Между точками 1 и 4 электрической цепи (рис.4) приложено напряжение  $U_{14} = 220 \text{ В}$ . Сопротивления резисторов, включенных в цепь, имеют следующее значение

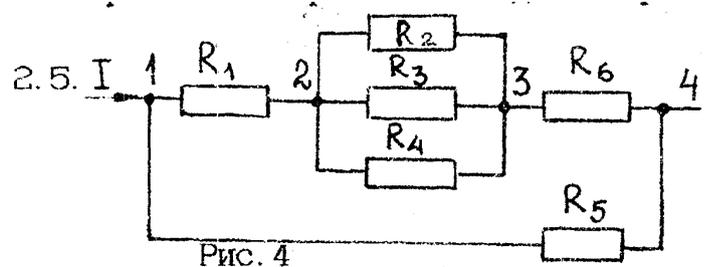


Рис. 4

ния  $R_1 = 10,0 \text{ Ом}$ ;  $R_2 = 12,0 \text{ Ом}$ ;  $R_3 = 24,0 \text{ Ом}$ ;  $R_4 = 8,0 \text{ Ом}$ ;  $R_5 = 22,0 \text{ Ом}$ ;  $R_6 = 8,0 \text{ Ом}$ . Определить силу тока  $I$ , текущего через все разветвление;

6. Два вольтметра с внутренними сопротивлениями  $R_1 = 6,0 \text{ кОм}$  и  $R_2 = 4,0 \text{ кОм}$  соединены последовательно, к ним подключено сопротивление  $R_3 = 10,0 \text{ кОм}$ . Схема питается источником тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, ЭДС которого  $\epsilon = 180 \text{ В}$  (рис. 5). Определить показания первого вольтметра при разомкнутом ключе  $K$ .

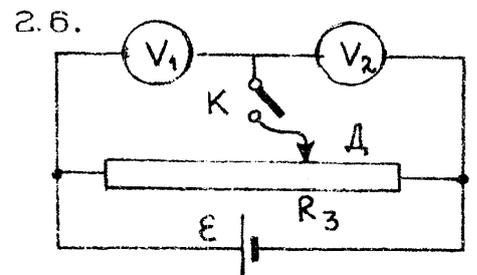


Рис. 5

7. Диск радиусом  $r$  и толщиной  $h$  из материала с удельным сопротивлением  $\rho$  охвачен кольцом из материала с гораздо большей электропроводностью, так что сопротивлением кольца можно пренебречь. В центр

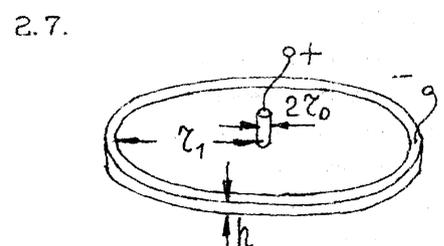


Рис. 6

диска введен цилиндрический электрод радиусом  $r_0$  с пренебрежимо малым сопротивлением (рис. 6). Полагая, что между центральным электродом и кольцом создана разность потенциалов  $U$ , определить величину сопротивления  $R$  между центральным электродом и кольцом.

8. Лампа накаливания потребляет ток  $I = 5,0 \cdot 10^{-1}$  А. Температура раскаленной вольфрамовой нити ( $\rho_w = 5,5 \cdot 10^{-8}$  Ом·м) лампы диаметром  $d_1 = 0,10$  мм соответствует  $t = 2200^\circ\text{C}$ ; ток подводится медным проводом ( $\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м) сечением  $S_2 = 5,0$  мм<sup>2</sup>. Принимая температурный коэффициент сопротивления вольфрама  $\alpha = 0,0045$  К<sup>-1</sup> и пренебрегая нагревом медных проводов, определить напряженность электрического поля в меди  $E_2$ .

9. В замкнутой электрической цепи, состоящей из двух разнородных металлов, возникает термо ЭДС, если спаи имеют разную температуру (явление Зеебека, рис. 8а). Если же по этой цепи пропустить электрический ток, то один из спаев будет нагреваться, а другой охлаждаться (явление Пельтье, рис. 8б). Термоэлектрические свойства такой цепи зависят от природы контактирующих металлов. Для примера сравним две системы, состоящие из двух пар разнородных металлов:

1. Медь – серебро:

$$(\rho_{Cu} = 8,93 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; M_{Cu} = 64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \rho_{Ag} = 10,5 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; M_{Ag} = 108 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль})$$

2. Висмут – железо:

$$(\rho_{Bi} = 9,80 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; M_{Bi} = 209 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \rho_{Fe} = 7,88 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; M_{Fe} = 56 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль})$$

Определить, полагая, что на каждый атом металла приходится один свободный электрон концентрацию свободных электронов в меди.

10. Широко применяются в электронной технике полупроводники на основе элементов четвертой группы таблицы Менделеева: германия и кремния. Пользуясь зонной теорией электропроводности, определить минимальную энергию, необходимую для образования пары электрон - дырка в чистом германии при 0К, если его электропро-

водность возрастает в  $z = 27,1$  раз при увеличении температуры от  $T_1 = 300\text{K}$  до  $T_2 = 400\text{K}$ ;

11. В магнитном поле бесконечного прямого проводника с током  $I_1 = 2,0$  А находится жесткая квадратная рамка со стороной  $a = 0,20$  м, обтекаемая током  $I_2 = 4,0$  А, две стороны которой параллельны первому проводнику. Ближайшая к проводнику сторона рамки находится от него на расстоянии  $a$  (рис.9). Приняв

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м, определить силу, действующую на сторону АВ рамки.

12. В центре «бесконечного» соленоида с плотной навивкой радиусом  $R = 5,0$  см, имеющего  $n = 4000$  витков на метр, помещена квадратная рамка с  $N = 4000$  витков, сторона которой равна  $a = 2,0$  см. Рамка с током  $I_2 = 0,50$  А может поворачиваться вокруг оси  $OO'$  (рис. 10), перпендикулярной оси соленоида, по которому течет ток  $I_1 = 5,0$  А. Определить индукцию магнитного поля соленоида В.

13. Торойд без сердечника квадратного сечения имеет обмотку, состоящую из  $N = 1000$  витков, по которой течет ток  $I = 10,0$  А. Учитывая, что наружный диаметр торойда  $D = 40,0$  см, а внутренний  $d = 20,0$  см, определить, сделав вывод соответствующих формул с помощью закона полного тока напряженность магнитного поля на средней линии торойда.

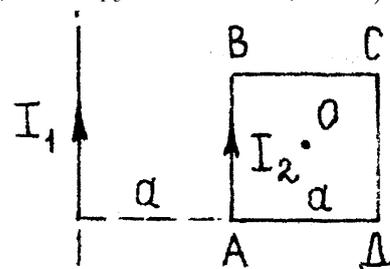


Рис. 9

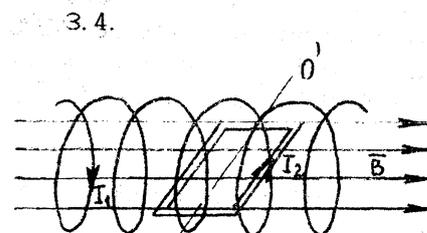


Рис. 10

14. В однородном магнитном поле индукцией  $B = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$  с частотой  $\omega = 314 \text{ рад/с}$  вращаются две замкнутые изолированные рамки, жестко связанные между собой (рис. 11). Рамки размерами:

$$1 - \text{я} - (2,0 \times 3,0) \text{ см}^2;$$

$$2 - \text{я} - (1,5 \times 3,0) \text{ см}^2$$

содержат по  $n = 100$  витков тонкой проволоки сопротивлениями  $R_1 = 6,0 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 4,5 \text{ Ом}$  соответственно. Они могут вращаться вокруг общей оси  $OO'$ , перпендикулярной линиям индукции. Плоскости рамок взаимно перпендикулярны. Полагая, что в начальный момент плоскость первой рамки параллельна линиям индукции внешнего поля, определить как функцию времени электродвижущую силу индукции, возникающую в 1-й рамке.

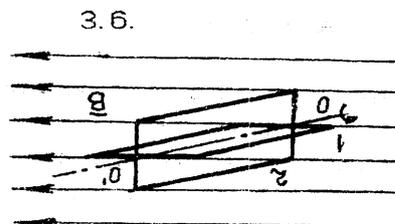


Рис. 11

15. Соленоид, выполненный в виде картонного каркаса длиной  $B = 50 \text{ м}$  и диаметром  $D = 2,50 \text{ см}$  с однослойной обмоткой из медной проволоки ( $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ ) диаметром  $d = 0,20 \text{ мм}$  с плотно прилегающими друг к другу витками включен в электрическую цепь (рис. 12). ЭДС источника  $\varepsilon = 4,24 \text{ В}$  с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением. Считая незначительным сопротивление подводящих проводов, определить индуктивность соленоида.

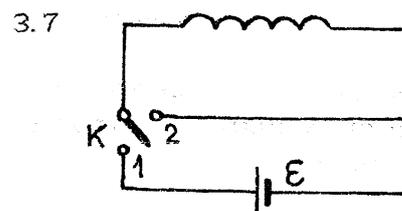


Рис. 12

16. В однородное магнитное поле индукцией  $B = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$  влетают под углом  $\alpha = 30^\circ$  протон ( $p$ ) и электрон ( $e$ ) с одинаковыми скоростями, равными  $v = 4,0 \text{ км/с}$  (рис. 13). Учитывая, что элементарный заряд  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ , и массы протона и электрона соответственно равны:

$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}; m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ , определить радиус винтовой линии протона.

3. 8.

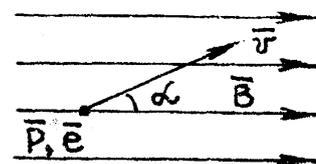


Рис. 13

### Типовой вариант контрольной работы №3 (разделы 5 - 7, семестр 4)

1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка  $n = 1,5$  толщиной  $h = 1,20 \text{ мкм}$  помещена между двумя прозрачными средами: сверху расположена жидкость с показателем преломления  $n_1$ , снизу – с показателем преломления  $n_2$ . Монохроматический свет (длина волны в вакууме  $\lambda = 0,64 \text{ мкм}$ ) падает на пластинку сверху под углом  $i = 30^\circ$ . Показать ход лучей на рисунке, вывести необходимые расчетные формулы и определить оптическую разность хода волн, отраженных от поверхностей пластинки и интерферирующих в отраженном свете, если  $n_1 = 1,33, n_2 = 1,33$ .

2. Параллельный пучок монохроматического света ( $\lambda = 0,64 \text{ мкм}$ ) падает нормально на непрозрачную диафрагму  $D$  с круглым отверстием радиусом  $r$ . Оптическая ось проходит через центр отверстия перпендикулярно плоскостям диафрагмы и экрана  $\mathcal{E}$  для наблюдения явления дифракции, пересекая последний в точке  $P$  (точка наблюдения) на расстоянии  $B$  от диафрагмы (рис. 14). Используя метод зон Френеля, определить темное или светлое пятно наблюдается в точке  $P$ ,

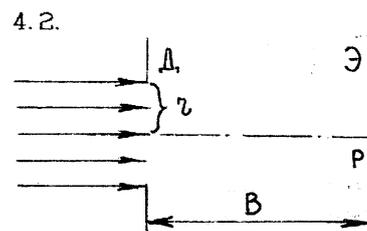


Рис. 14

если  $r = 1,60 \text{ мм}$ , а  $B = 2,0 \text{ м}$ .

3. Оптическая система состоит из трех одинаковых призм Николя и трубки с оптически активным веществом, вращающим плоскость поляризации (рис.15). Потери на отражение и поглощение света в каждом из четырех приборов составляют  $\kappa = 5,0\%$ . Николи расположены так, что угол между главными плоскостями двух ближайших призм составляет  $30^\circ$ . Трубка длиной, содержащая раствор сахара  $c = 0,30 \text{ г/см}^3$  с удельным вращением

4.3.

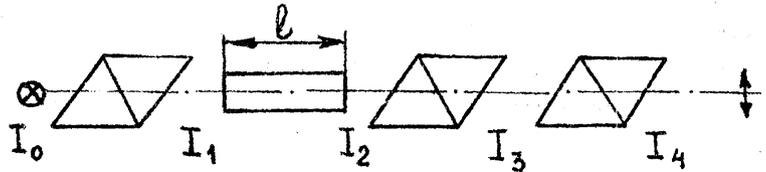


Рис. 15

$\alpha_{\text{уд}} = 66,5 \text{ град/}(\text{дм} \cdot \text{г/см}^3)$ , увеличивает угол между плоскостью колебаний светового вектора и главной плоскостью второй призмы. На первую призму падает естественный свет интенсивностью  $I_0$ , на выходе из призмы он уменьшается до  $I_1$ , на выходе из трубки - до  $I_2$  и т.д. до  $I_4$ . Определить отношение интенсивностей  $I_0/I_1$ .

4. Излучение угольной дуги с простыми углями можно в первом приближении принять за излучение абсолютно черного тела. Излучающий кратер дуги диаметром  $d = 7,0 \text{ мм}$  в зависимости от режима работы изменяет температуру от  $T_1 = 4200 \text{ К}$  до  $T_2 = 4500 \text{ К}$ . Определить полную излучательную способность (энергетическую светимость) дуги при температуре  $T_1$ .

5. На поверхность серебряной пластины падает электромагнитное излучение с длиной волны  $\lambda$ , вызывая явление внешнего фотоэффекта. Принимая работу выхода электронов из серебра равной:  $A = 4,70 \text{ эВ}$ , определить красную границу фотоэффекта для серебра.

6. Определить, пользуясь теорией Бора, для атома водорода радиус первой боровской орбиты и скорость электрона на ней.

7. Определить энергии ядерных реакций. Освобождается или поглощается энергия в каждой из указанных реакций  ${}^{16}_8\text{O} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He}$ ;

8. Типичными металлическими проводниками электрического тока являются медь (Cu) и алюминий (Al), плотности и атомные массы которых соответственно равны:

$$\rho_{\text{Cu}} = 8,93 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; A_{\text{Cu}} = 64 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}; \rho_{\text{Al}} = 2,70 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3; A_{\text{Al}} = 27 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}.$$

Пользуясь распределением Ферми-Дирака, определить уровень Ферми в меди при 0К (в джоулях и электронвольтах), считая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон.

Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся

## Вопросы по разделу 1. «Физические основы механики». Тема 1 «Кинематика»

### Лабораторная работа № 1.1 «Изучение основного закона динамики вращательного движения с помощью маятника Обербека»

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Вращательное движение. Угловое перемещение, угловая скорость и угловое ускорение. Кинематические формулы равномерного и равноускоренного вращения. Связь линейных и угловых характеристик движения.

2. Момент инерции материальной точки, системы материальных точек, тела. Теорема Штейнера.

3. Момент силы относительно оси вращения. Основной закон динамики вращательного движения.

# Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен / зачет с оценкой)

## Вопросы к экзамену (2 семестр)

### Раздел 1 «Физические основы механики»

1. Предмет физики. Методы физического исследования. Роль физики в развитии техники и влияние техники на развитие физики.
2. Механическое движение как простейшая форма движения материи. Классическая механика. Пространство и время в классической механике. Физические модели.
3. Кинематическое описание движения точки. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное и касательное (тангенциальное) ускорения.
4. Движение точки по окружности. Векторы угловой скорости и углового ускорения. Связь линейных скоростей и ускорений с угловыми скоростями и ускорениями.
5. Динамика. Механическая система. Сила. Масса и импульс. Современная трактовка законов Ньютона. Силы в механике.
6. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса.
7. Обобщенная формулировка II закона Ньютона. Закон всемирного тяготения. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой.
8. Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Работа силы. Консервативные и неконсервативные силы. Мощность.
9. Кинетическая энергия механической системы. Потенциальная энергия.
10. Закон сохранения энергии в механике. Удары.
11. Момент инерции. Теорема Штейнера.
12. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
13. Кинетическая энергия вращающегося и катящегося твердого тела. Работа при вращательном движении.
14. Момент импульса материальной точки, механической системы и тела. Закон сохранения момента импульса.
15. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела в обобщенном виде. Закон сохранения момента импульса.
16. Деформация в твердом теле. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Диаграмма растяжения.
17. Гидростатика несжимаемой жидкости. Давление столба жидкости. Сила Архимеда. Условия плавания тел.
18. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.
19. Вязкость жидкости. Режимы течения. Число Рейнольдса. Методы определения вязкости.

### Раздел 2 «Колебания и волны»

20. Классификация колебаний. Уравнение гармонических колебаний. Механические колебания. Энергия колебаний. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний.
21. Маятники.
22. Свободные затухающие колебания.
23. Вынужденные колебания. Резонанс.
24. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны.

### Раздел 3 «Молекулярная физика и термодинамика»

25. Статистический и термодинамический методы исследования. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов. Температурная шкала Цельсия и Кельвина.
26. Средняя кинетическая энергия молекул. Молекулярно-кинетическое толкование абсолютной температуры.
27. Распределение Максвелла молекул идеального газа.
28. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега.
29. Термодинамические параметры. Термодинамическое равновесие и процесс. Уравнение

состояния идеального газа. Изопроцессы.

30. Первое начало термодинамики. Работа газа. Теплообмен, количество теплоты. Внутренняя энергия идеального газа. Число степеней свободы.
31. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс.
32. Теплоемкость. Уравнение Майера. Коэффициент Пуассона. Политропный процесс.
33. Циклы. Термический КПД цикла. Тепловые двигатели, холодильные машины. Теорема Карно. Цикл Карно и его к.п.д. Второе начало термодинамики.
34. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия. Неравенство Клаузиуса. Определение энтропии равновесной системы через термодинамическую вероятность макросистемы. Теорема Нернста-Планка.
35. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и экспериментальные изотермы.
36. Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.

### **Вопросы к зачету с оценкой (3 семестр)**

#### **Раздел 4 «Электричество»**

37. Электрические заряды. Закон сохранения зарядов. Взаимодействие зарядов. Закон Кулона.
38. Электростатическое поле, его характеристики. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля. Принцип суперпозиции полей.
39. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Гаусса (для вакуума).
40. Потенциальный характер электростатического поля. Понятие потенциала. Расчет работы при перемещении заряда в электростатическом поле. Циркуляция вектора  $E$  электростатического поля.
41. Определение разности потенциалов в электростатическом поле. Связь напряженности и потенциала. Градиент потенциала.
42. Проводники в электростатическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Ёмкость проводников.
43. Ёмкость конденсаторов. Соединения конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.
44. Энергия электростатического поля. Объемная плотность энергии поля.
45. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков и ее виды. Поляризованность диэлектриков. Диэлектрическая восприимчивость и проницаемость. Вектор электрического смещения.
46. Свободные и связанные заряды. Теорема Гаусса для поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики. Электрическое поле в однородном диэлектрике.
47. Постоянный электрический ток, условия его существования и основные характеристики. Сторонние силы. Понятие ЭДС и напряжения.
48. Сопротивление проволочного проводника. Соединения проводников. Температурная зависимость сопротивления и ее качественное объяснение. Сверхпроводимость.
49. Закон Ома в интегральной форме для однородного и неоднородного участков цепи, для полной цепи.
50. Правила Кирхгофа.
51. Закон Джоуля – Ленца в интегральной форме. Мощность тока.
52. Закон Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.
53. Электрический ток в металлах. Классическая теория электропроводности. Ток в вакууме. Эмиссия электронов. Газовые разряды.
54. Полупроводники. Зонная теория твердого тела. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Диод.

#### **Раздел 5 «Магнетизм»**

55. Магнитное поле и его характеристики. Макро- и микротоки. Воздействие магнитного поля на рамку с током и на прямолинейный проводник с током.
56. Силовые линии магнитной индукции. Силовая картина магнитного поля прямолинейного

проводника с током и кругового витка. Принцип суперпозиции магнитных полей.

57. Закон Био – Савара – Лапласа.
58. Воздействие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле. Эффект Холла.
59. Вихревой характер магнитного поля. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции вектора магнитной индукции (в вакууме).
60. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость.
61. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.
62. Связь векторов  $B$  и  $H$ . Закон полного тока для магнитного поля в веществе. Теорема о циркуляции вектора  $H$ .
63. Электромагнитная индукция. ЭДС индукции в подвижных и неподвижных проводниках. Вращение рамки в магнитном поле. Токи Фуко.
64. Самоиндукция. Индуктивность проводника. Закон Ленца. Взаимная индукция. Трансформаторы.
65. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля в соленоиде. Плотность энергии магнитного поля.
66. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
67. Колебательный контур. Преобразование энергии на различных этапах колебания. Дифференциальные уравнения свободных незатухающих и затухающих колебаний в нем и их решения.
68. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны и его решение. Скорость распространения волны. Вектор Умова-Пойтинга. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Шкала электромагнитных волн.

#### **Вопросы к экзамену (4 семестр)**

##### **Раздел 6 «Оптика»**

69. Оптика. Законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение. Линзы.
70. Интерференция света. Условия возникновения интерференции. Метод векторной диаграммы для сложения двух или нескольких волн.
71. Принцип получения интерференционной картины. Условия максимумов и минимумов. Разность фаз и разность хода.
72. Интерференция в тонкой пленке. Кольца Ньютона.
73. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
74. Дифракция на круглом отверстии. Дифракция на длинной щели.
75. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Главные минимумы. Разрешающая способность.
76. Поляризованный свет. Виды поляризации. Способы получения поляризованного света.
77. Прохождение естественного света через поляризатор и анализатор. Поворот плоскости поляризации.
78. Поляризация света при отражении и преломлении на границе диэлектриков. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление.
79. Корпускулярно-волновой дуализм света. Квант света. Энергия и импульс фотона. Внешний фотоэффект.
80. Световое давление. опыты Лебедева. Эффект Комптона.
81. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.
82. Тепловое излучение. Формула Планка. Распределение энергии в спектре излучения по частоте и длине волны.

##### **Раздел 7 «Квантовая физика»**

83. Модель атома Томсона и Резерфорда-Бора. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Теория Бора.

84. Уровни энергии атома водорода. Квантовые числа: главное, орбитальное, магнитное.  
85. Волновые свойства микрочастиц. Длина волны де Бройля и ее свойства. Волновая функция.  
86. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера.

### Раздел 8 «Ядерная физика»

87. Состав атомного ядра. Характеристики ядра. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Дефект масс. Энергетический эффект ядерной реакции.  
88. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Понятие о дозиметрии и защите.  
89. Основные классы элементарных частиц.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Критерии оценки решения задачи для контроля на практических занятиях, при защите лабораторной работы, на контрольной работе, на экзамене или зачете с оценкой:

- **5 баллов** выставляется студенту, если в логически выстроенном решении правильно указаны формулы всех необходимых физических законов с пояснениями, сделаны все необходимые математические преобразования, рисунки (при необходимости), получен правильный ответ;
- **4 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны все необходимые физические законы с пояснениями, приведены рисунки (при необходимости), но в пояснениях к физическим законам или в рисунке содержатся неточности, или допущена математическая ошибка при решении;
- **3 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны только необходимые физические законы или рисунки (при необходимости), или в законах и рисунке допущены ошибки;
- **2 балла** - решение не содержит основной понятийный аппарат по теме задачи.

Для допуска к экзамену или зачету с оценкой студент обязан решить итоговую контрольную работу на оценку «зачет».

Итоговая оценка по контрольной работе «зачет» или «незачет» определяется по среднему баллу по всем задачам варианта контрольной работы:

**0 – 2,4 балла – «незачет»;**

**2,5 – 5 баллов – «зачет».**

Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно и предоставляется на кафедру физики для проверки не позднее чем за неделю до даты проведения экзамена и зачета с оценкой. Номер варианта контрольной работы соответствует последним цифрам студенческого билета. Контрольная работа оформляется в отдельной тонкой тетради. При оформлении работы каждая задача должна содержать полный текст условия, краткое условие, решение и ответ.

Критерии оценки вопросов для защиты лабораторных работ:

- «зачет» выставляется студенту, если в ответе на вопрос правильно указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, правильно описаны явления или в ответе содержатся незначительные неточности;
- «незачет» - ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса

Для допуска к экзамену или зачету с оценкой студент обязан защитить все выполненные лабораторные работы на оценку «зачет».

Итоговая оценка по защите лабораторной работы «зачет» или «незачет» определяется по среднему баллу решения 3-х задач по теме работы: **2,5 – 5 баллов – «зачет»**; **0 – 2,4 балла – «незачет»** и ответам с оценкой «зачет» на вопросы для защиты лабораторной работы. Итоговая оценка по защите лабораторной работы «зачет» соответствует решению задач и ответу на вопросы для защиты лабораторной работы с оценками «зачет».

Для выполнения и защиты лабораторных работ студенты разбиваются на малые группы по 4 - 6 человек. Каждая группа выполняет на занятии индивидуальную лабораторную работу. При защите лабораторной работы малой группой ответы каждого студента оцениваются по критериям индивидуально.

Критерии оценки вопросов к экзамену:

- **5 баллов** выставляется студенту, если в логически выстроенном ответе на вопрос правильно указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, правильно описаны явления, представлен вывод основных формул в соответствии с изложенным лекционным материалом;
- **4 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, описаны явления, но в пояснениях к физическим законам и определениям содержатся неточности и (или) явления описаны с ошибкой и (или) не представлен вывод основных формул в соответствии с изложенным лекционным материалом;
- **3 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны только необходимые физические законы, определения без пояснений (или в пояснениях содержатся ошибки) и (или) при описании явления допущены ошибки (или описание отсутствует);
- **2 балла** - ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса.

Критерии оценки вопросов к зачету с оценкой:

- **5 баллов** выставляется студенту, если в логически выстроенном ответе на вопрос правильно указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, правильно описаны явления, представлен вывод основных формул в соответствии с изложенным лекционным материалом;
- **4 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны все необходимые физические законы и определения с пояснениями, описаны явления, но в пояснениях к физическим законам и определениям содержатся неточности и (или) явления описаны с ошибкой и (или) не представлен вывод основных формул в соответствии с изложенным лекционным материалом;

- **3 балла** выставляется студенту, если в ответе указаны только необходимые физические законы, определения без пояснений (или в пояснениях содержатся ошибки) и (или) при описании явления допущены ошибки (или описание отсутствует);

- **2 балла** - ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов используются критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

На экзамене студент отвечает на два теоретических вопроса, включенных в билет, и решает одну задачу. Билет и задачу студент выбирает случайно из комплекта предлагаемых ему соответствующих материалов. Итоговая оценка по экзамену выставляется по средней арифметической оценке ответов на теоретические вопросы и решения задачи.

### Критерии оценивания результатов обучения для сдачи экзамена

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретические вопросы и решение задачи - от 4,5 до 5 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий;
Хорошо	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретические вопросы и решение задачи - от 3,5 до 4,4 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)
Удовлетворительно	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретические вопросы и решение задачи - от 2,5 до 3,4 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный
Неудовлетворительно	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретические вопросы и решение задачи - от 0 до 2,4 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

На зачете с оценкой студент отвечает на один теоретический вопрос и решает одну задачу. Вопрос и задачу студент выбирает случайно из комплекта предлагаемых ему соответствующих материалов. Итоговая оценка по зачету с оценкой выставляется по средней арифметической оценке ответов на теоретический вопрос и решения задачи.

## Критерии оценивания результатов обучения для сдачи зачета с оценкой.

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретический вопрос и решение задачи - от 4,5 до 5 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий;
Хорошо	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретический вопрос и решение задачи - от 3,5 до 4,4 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний)
Удовлетворительно	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретический вопрос и решение задачи - от 2,5 до 3,4 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный
Неудовлетворительно	средняя арифметическая оценка по ответу на теоретический вопрос и решение задачи - от 0 до 2,4 баллов; компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 7.1 Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики: учебн. пособие для студ. учреждений высш. образования / Т.И. Трофимова. – 23-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 560 с.
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики. Учебное пос. / Т.И. Трофимова. – 3-е изд. – М.: ООО "Издательский дом "Оникс 21 век", 2003. – 384 с.

#### 7.2 Дополнительная литература

1. Савельев, И.В. Курс физики: учебное пособие для вузов: в 3 томах / И.В. Савельев. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 1: Механика. Молекулярная физика — 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-8114-6796-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152453>.
2. Савельев, И.В. Курс физики: учебное пособие: в 3 томах / И.В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2: Элек-

- тричество. Колебания и волны. Волновая оптика — 2019. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-4253-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117715>.
3. Хусаинов, Ш.Г. Курс физики: теория, задачи и вопросы: учебное пособие / Ш.Г. Хусаинов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021 — 464 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/s20210609.pdf>.
  4. Коноплин, Н.А. Физика. Материалы контрольной работы для студентов аграрных направлений подготовки. / Н.А. Коноплин, И.В. Левкин, В.Л. Прищеп; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021 — 154 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/s20210715.pdf>.
  5. Хусаинов, Ш.Г. Основы механики и молекулярная физика: учебное пособие / Ш.Г. Хусаинов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020 — 146 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo456.pdf>.
  6. Хусаинов, Ш.Г. Электромагнетизм и волны: учебное пособие / Ш.Г. Хусаинов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020 — 168 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo457.pdf>.
  7. Коноплин, Н.А. Физика. Материалы для решения контрольной работы. Часть 1: учебно-методическое пособие / Н. А. Коноплин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018 — 215 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo315.pdf>.
  8. Коноплин, Н.А. Физика. Материалы для решения контрольной работы. Часть 2: учебно-методическое пособие / Н.А. Коноплин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020 — 183 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo449.pdf>.
  9. Коноплин, Н. А. Физика. Материалы контрольной работы с цифровыми компетенциями для направлений подготовки сферы IT аграрных вузов : Учебно-методическое пособие / Н. А. Коноплин, К. А. Горшков. — Москва : Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. — 168 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s08122022FizikaKonoplin.pdf>.
  10. Хусаинов, Ш. Г. Лекции по физике. Часть III. Оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / Ш. Г. Хусаинов. — Москва: Российский государственный

аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – 305 с. –  
Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s04072023fizika3.pdf>.

### **7.3 Нормативные правовые акты**

Не предусмотрено.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Для проведения лабораторных работ рекомендуется использовать методические указания:

1. Механика: методические указания / В.Л. Прищеп [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2018 — 61 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo214.pdf>.
2. Коноплин, Н. А. Погрешности физических измерений / Н. А. Коноплин, С. А. Маринова, М. В. Шестаков. — Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2022. — 35 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s08122022konoplin.pdf>.
3. Башлачев В. А., Быстров Г. С., Дмитриев Г. В., Ершов А. П. Механика часть I: методические указания по выполнению лабораторных работ. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. — 44с.
4. Башлачев В. А., Быстров Г. С., Дмитриев Г. В., Ершов А. П., Туркин А. В. Механика. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Ч. II / Под общей ред. А. В. Туркина. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. — 48 с.
5. Быстров Г. С., Ершов А. П., Храмшина Э. В. Электричество. Методические указания к лабораторным работам. Ч. I. — М.: ВНИИГиМ имени А.Н.Костякова, 2016. — 48 с.
6. Быстров Г. С., Николаев С.Н., Храмшина Э. В. Электромагнетизм. Методические указания к лабораторным работам по физике. Ч. II. — М.: ВНИИГиМ имени А.Н.Костякова, 2016. — 60 с.
7. Башлачев В. А., Быстров Г. С., Дмитриев Г. В., Ершов А. П., Туркин А. В., Челноков Б. И. Оптика и атомная физика. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Ч. II / Под общей ред. А. В. Туркина, Г. В. Дмитриева. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. — 50 с.

### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Не предусмотрено

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

Не предусмотрено

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 301а)	1. Стол 21 шт. 2. Стулья 39 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 2 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв. №410124000603107) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. №410124000603116)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 301б)	1. Парты 23 шт. 2. Стулья 1шт. 3. Стол 1 шт. 4. Доска меловая 1шт. 5. Шкафы 1 шт.
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 302)	1. Столы 20 шт. 2. Стулья 29 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв. № 410124000603118) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв. № 410124000603235)
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Учебный корпус № 28 ауд. 304)	1. Стол 1 шт. 2. Парты 70 шт. 3. Стулья 1шт. 4. Доска меловая 1 шт. 5. Кафедра 1 шт. 6. Экран 1 шт. 7. Проектор 1 шт.
Учебная лаборатория,	1. Парты 17 шт.

<p><i>аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (Учебный корпус № 28 ауд. 337)</p>	<p>2.Стулья 35 шт. 3.Доска меловая 1 шт. 4.Шкафы 1 шт. 5.Типовой комплект оборудования лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв.№ 410124000603114) 6.Установка для exper. изуч. законов тепл.изл. 1 шт. (инв.№ 410134000000313)</p>
<p><i>Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (Учебный корпус № 28 ауд. 336)</p>	<p>1.Парты 20 шт. 2.Стулья 34 шт. 3.Доска меловая 1 шт. 4.Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования для лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв. № 410124000603113)</p>
<p><i>Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (Учебный корпус № 28 ауд. 335)</p>	<p>1.Парты 16 шт. 2.Стулья 34 шт. 3.Доска меловая 1 шт. 4.Шкафы 1 шт. 5.Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв.№ 410124000603117) 6.Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв.№ 410124000603236)</p>
<p><i>Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (Учебный корпус № 28 ауд. 332)</p>	<p>1.Столы 9 шт. 2.Стулья 21 шт. 3.Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. №410124000603115)</p>
<p><i>Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i> (Учебный корпус № 28 ауд. 333)</p>	<p>1.Стол 11 шт. 2.Стулья 21 шт. 3.Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. №410124000603115) 4.Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв.№ 410124000603106)</p>
<p><i>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</i></p>	<p>1.Столы 18 шт. 2.Стол для преподавателя 1 шт. 3.Стулья 55 шт. 4.Доска меловая 2 шт. 5.Шкафы 3 шт.</p>

(Учебный корпус № 28 ауд. 306а)	
Учебная лаборатория, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 306б)	1.Парты 27 шт. 2.Стулья 57 шт. 3.Доска меловая 1 шт. 4.Шкафы 3 шт. 5.Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв.№ 410124000603236) 6.Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв.№ 410124000603106) 7.Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. № 410124000603115)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 28 ауд. 307)	1.Лабораторные столы 15 шт. 2.Стол для преподавателя 1 шт. 3.Стулья 47 шт. 4.Доска меловая 1 шт. 5. Шкафы 1 шт.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальные залы библиотеки	
Общежитие. Комната для самоподготовки	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий обучающихся с преподавателем и самостоятельной работы обучающихся. Учебные занятия представлены следующими видами: лекции; лабораторные работы, практические занятия, консультации.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

После каждой лекции требуется самостоятельная проработка изложенного материала. Перед занятием по выполнению лабораторной работы необходимо подготовить конспект работы, внимательно изучив содержание методических указаний, и запомнить порядок выполнения.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан отработать теоретический материал по соответствующей теме самостоятельно.

Студент, пропустивший практическое занятие, должен получить у преподавателя дополнительные задачи по соответствующей теме, решить их и сдать преподавателю.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать (выполнить), рассчитать и защитить.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Для более успешного освоения дисциплины «Физика» рекомендуется сначала давать студентам лекционный материал, а затем закреплять его виде практических и лабораторных занятий.

Изучение курса складывается из лекций, практических занятий, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

На лекциях освещаются основополагающие вопросы программы. Часть разделов выносятся на самостоятельную проработку.

Практические занятия предусматривают развитие у студентов навыков количественного анализа физических процессов, составляющих суть программы. Формируются приемы рассмотрения конкретных вопросов с позиции фундаментальных законов науки.

Лабораторные работы наглядно демонстрируют физические законы и явления.

**Программу разработал:**

**Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент**



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.О.07 «Физика»  
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение», «Распределительные электрические сети» (квалификация выпускника – бакалавр).

Понизовкиным Дмитрием Андреевичем, доцентом кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Физика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение», «Распределительные электрические сети» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физики (разработчик – Коноплин Николай Александрович, доцент кафедры физики, кандидат физико-математических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Физика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Физика» закреплено 3 **компетенции (6 индикаторов сформированности компетенции)**. Дисциплина «Физика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Физика» составляет 12 зачётных единиц (432 часов/ из них практическая подготовка 0 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Физика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Физика» предполагает 6 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (защита лабораторных работ, решение задач, решение контрольной работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзаменов и зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины.

плины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник и сборник задач), дополнительной литературой – 10 наименований и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

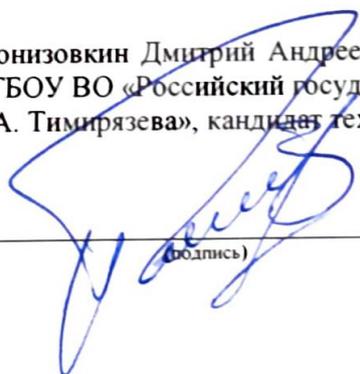
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Физика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Физика».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Физика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение», «Распределительные электрические сети» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Коноплиным Николаем Александровичем, доцентом кафедры физики, кандидатом физико-математических наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

**Рецензент:** Понизовкин Дмитрий Андреевич, доцент кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

« 30 » 06 2023 г.