



**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:  
Декан факультета заочного образования  
к.с.-х.н., доцент Антимирова О.А.

“ 03 ” 09 - 20 19 г.

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

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электроснабжение

Курс 1, 2

Семестр 2, 3, 4

Форма обучения заочная

Год начала подготовки 2018

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 20 19

Разработчик: Храмшина Э.В. ст. преподаватель \_\_\_\_\_  
«26» 08 2019 г.

Рецензент: Карнаухов В.М., к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_  
«26» 08 2019 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана на 2018 года начала подготовки.

Программа обсуждена на заседании кафедры физики  
протокол №10 от «26» 08 2019 г.

Зав. кафедрой Коноплин Н.А., к.ф.-м.н., доцент \_\_\_\_\_  
«26» 08 2019 г.

**Согласовано:**

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

Парлюк Е.П., к.э.н., доцент \_\_\_\_\_  
«28» 08 2019 г.  
Протокол 52 от 28.08.2019

Заведующий выпускающей кафедрой  
электрооборудования и электротехники  
имени академика И.А. Будзко  
Стушкина Н.А., к.т.н., доцент \_\_\_\_\_

«28» 08 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Иванова Л.Л. \_\_\_\_\_  
(подпись)

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:**

Методический отдел УМУ

« » 20 г

## 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>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
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
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	27
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>29</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	29
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	30
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	30
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....</b>	<b>30</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>30</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>30</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>33</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	33
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>34</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.Б.07 «ФИЗИКА» для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Электроснабжение».

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области физики, развитие способности применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, развитие способности осуществлять социальное взаимодействие и уметь реализовывать свою роль в команде, взаимодействуя с другими членами команды для достижения поставленной задачи, развитие способности к самоорганизации и самообразованию.

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

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОК-7; ОПК-2; ПК-2.

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

**Общая трудоемкость дисциплины:** 468 часов / 13 зач. ед.

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

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Физика» является освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области физики, развитие способности применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач, развитие способности осуществлять социальное взаимодействие и уметь реализовывать свою роль в команде, взаимодействуя с другими членами команды для достижения поставленной задачи, развитие способности к самоорганизации и самообразованию.

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

Дисциплина «Физика» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана базовой части. Дисциплина «Физика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Электроэнергетика и электротехника» направленность «Электроснабжение».

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

Дисциплина «Физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы энергетики», «Электротехнические материалы», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Теоретические основы электротехники», «Общая энергетика», «Теоретическая механика», «Электроника», «Электрические машины», «Переходные процессы в электроэнергетических системах», «Техника высоких напряжений», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрохимические переходные процессы», «Электрические измерения», «Монтаж электрооборудования и средств автоматизации», «Водоснабжение», «Гидравлика», «Электроснабжение», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Прикладная механика», «Источники тепловой энергии», «Светотехника», «Теплотехника», «Освещение», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», «Электропривод», «Электротехнология», «Электронагрев материалов» «Электрические станции и подстанции».

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**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

#### **4. Структура и содержание дисциплины**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 13 зач. ед. (468 часа), их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	Современную физическую картину мира. Фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки.	Выстраивать и реализовать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования.	Современными достижениями в области физики для проведения аргументированной дискуссии и полемики.
2.	ОПК-2	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Основные физические явления и основные законы физики. Назначение и принципы действия важнейших физических приборов. Основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения	Использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем в профессиональной деятельности.	Различными методами анализа для правильного восприятия информации и дальнейшего ее и использования. Навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования, применяемых в профессиональной деятельности.
3.	ПК-2	способностью обрабатывать результаты экспериментов	Физические законы, составляющие фундамент современной техники и технологий; границы их применимости; применение законов в важнейших практических приложениях.	Объяснять основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий. Истолковывать смысл физических величин и понятий. Использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных в профессиональной деятельности.	Методами обработки и интерпретации результатов эксперимента; и методами физического моделирования в производственной практике.

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	час.	в т.ч. по семестрам		
		№2	№3	№4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>468</b>	<b>180</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>41,15</b>	<b>16,4</b>	<b>12,35</b>	<b>12,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>41,15</b>	<b>16,4</b>	<b>12,35</b>	<b>12,4</b>
<i>в том числе:</i>				
<i>лекции (Л)</i>	12	4	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	8	4	4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	12	4	4	4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	1,15	0,4	0,35	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>426,85</b>	<b>163,6</b>	<b>131,65</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 и т.д.)</i>	375,65	145	117,65	113
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	17,2	8,6	-	8,6
<i>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</i>	4	-	4	-
Вид промежуточного контроля:		экзамен	зачёт с оценкой	экзамен

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Физические основы механики»	90	2	4	2	-	82
Раздел 2 «Молекулярная физика и термодинамика»	89,6	2	4	2	-	81,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	-	0,4	-
<b>Всего за 2 семестр</b>	<b>180</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>0,4</b>	<b>163,6</b>
Раздел 3 «Электричество»	72	2	2	2	-	66
Раздел 4 «Магнетизм»	71,65	2	2	2	-	65,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35	-	-	-	0,35	-
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,35</b>	<b>131,65</b>
Раздел 5 «Оптика»	66	2	2	2	-	60
Раздел 6 «Квантовая физика»	40	1	1	2	-	36
Раздел 7 «Ядерная физика»	37,6	1	1	-	-	35,6
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	-	0,4	-
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0,4</b>	<b>131,6</b>

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>468</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>1,15</b>	<b>426,85</b>

## Раздел 1 «Физические основы механики»

### **Тема 1 «Кинематика»**

Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.

### **Тема 2 «Динамика»**

Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы сопротивления. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой.

### **Тема 3 «Момент импульса»**

Момент импульса материальной точки и момент механической системы. Момент силы. Закон сохранения момента механической системы.

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

Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула Штейнера.

### **Тема 5 «Энергия»**

Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Кинетическая энергия вращающегося тела.

### **Тема 6 «Элементы механики сплошных сред»**

Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.

### **Тема 7 «Релятивистская механика»**

Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика.

### **Тема 8 «Гармонические колебания»**

Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Энергия колебаний. Примеры колебательных движений различной физической природы. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу).

### **Тема 9 «Волны»**

Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Элементы акустики. Эффект Доплера. Поляризация волн.

## Раздел 2 «Молекулярная физика и термодинамика»

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

Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула.

### **Тема 2 «Феноменологическая термодинамика»**

Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатистические процессы. Уравнение состояния в термодинамике. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики.

Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.

### **Тема 3 «Элементы физической кинетики»**

Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение.

## **Раздел 3 «Электричество»**

### **Тема 1 «Электростатика»**

Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и её применение для расчета электрических полей.

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

Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Ёмкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

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

Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике.

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

Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме. Закон Джоуля-Ленца. Закон Видемана-Франца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа. Классическая теория электропроводности металлов (теория Друде-Лоренца), условия её применимости и противоречия с экспериментальными результатами.

## **Раздел 4 «Магнетизм»**

### **Тема 1 «Магнитостатика»**

Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока). Поток магнитного поля. Магнитное поле движущегося заряда. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение.

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

Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.

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

Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля.

### **Тема 4 «Уравнения Максвелла»**

Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.

## **Раздел 5 «Оптика»**

### **Тема 1 «Световая волна»**

Волновое уравнение в пространстве. Плоские и сферические электромагнитные волны. Волновой вектор. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойтинга.

### **Тема 2 «Интерференция волн»**

Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Стоячие волны. Основное уравнение

интерференции, роль когерентности. Временная (продольная) когерентность. Пространственная (поперечная) когерентность. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.

### **Тема 3 «Дифракция волн»**

Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений. Метод зон Френеля. Амплитудные и фазовые зонные пластинки Френеля.

### **Тема 4 «Поляризация волн»**

Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Брюстеровское отражение.

### **Тема 5 «Поглощение и дисперсия света»**

Феноменология поглощения и дисперсии света.

### **Тема 6 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»**

Тепловое излучение и люминесценция. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и закон смещения Вина. Абсолютно черное тело. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов. Формула Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

## **Раздел 6 «Квантовая физика»**

### **Тема 1 «Экспериментальные данные о структуре атомов»**

Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.

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

Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция, её статистический смысл и условия которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный порог и барьер.

### **Тема 3 «Квантово-механическое описание атомов»**

Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана.

### **Тема 4 «Оптические квантовые генераторы»**

Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.

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

Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Проводимость металлов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках. Температурная зависимость полупроводников. Контактные явления в полупроводниках. P-n переход. Термоэлектрические явления.

## **Раздел 7 «Ядерная физика»**

### **Тема 1 «Элементы квантовой микрофизики»**

Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите.

### **Тема 2 «Элементарные частицы»**

Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Физические основы механики»</b>				<b>8</b>
	Тема 1. «Кинематика»	Лекция №1. «Физические основы механики»	ОК-7 ОПК-2		2
	Тема 2 «Динамика»	Практическое занятие № 1. «Кинематика, динамика поступательного и вращательного движения»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	2
	Тема 3 «Момент импульса»				
	Тема 4 «Динамика вращательного движения»	Лабораторная работа № 1 «Изучение законов прямолинейного движения и свободного падения на машине Атвуда»	ОК-7 ОПК-2 ПК-2	защита лабораторных работ	2
Тема 5 «Энергия»	Практическое занятие № 2. «Законы сохранения»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	2	
2.	<b>Раздел 2. «Молекулярная физика и термодинамика»</b>				<b>8</b>
	Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория»	Лекция №2 «Молекулярная физика и термодинамика»	ОК-7 ОПК-2		2
	Тема 2 «Феноменологическая термодинамика»	Практическое занятие № 3. «Молекулярная физика»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	2
	Тема 3 «Элементы физической кинетики»				
	Тема 1 «Молекулярно-кинетическая теория»	Лабораторная работа № 2. «Определение коэффициента Пуассона методом адиабатического расширения», «Определение коэффициента вязкости жидкости»	ОК-7 ОПК-2 ПК-2	защита лабораторных работ	2
Тема 2 «Феноменологическая термодинамика»	Практическое занятие № 4. «Термодинамика»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	2	
3.	<b>Раздел 3 «Электричество»</b>				<b>6</b>
	Тема 1 «Электростатика»	Лекция №1 «Электричество»	ОК-7 ОПК-2		2
		Тема 2 «Проводники в электрическом поле»	Практическое занятие № 1. «Электричество»	ОК-7 ОПК-2	решение задач
	Тема 4 «Постоянный электрический ток»	Лабораторная работа № 1 «Изучение электростатического поля», «Измерение сопротивления с помощью мостика Уитсона», «Исследование зависимости сопротивления металлического проводника от температуры», «Исследование зависимости полезной мощности и	ОК-7 ОПК-2 ПК-2	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		коэффициента полезного действия батареи аккумуляторов от сопротивления нагрузки».			
4.	<b>Раздел 4 «Магнетизм»</b>				6
	Тема 1 «Магнитоэлектроника»	Лекция №2 «Магнетизм»	ОК-7 ОПК-2		2
	Тема 2 «Магнитное поле в веществе»	Практическое занятие № 2. «Магнетизм»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	2
	Тема 3 «Электромагнитная индукция»	Лабораторная работа № 2. «Изменение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли с использованием тангенс-гальванометра», «Определение индуктивности катушки с железным сердечником и без сердечника»	ОК-7 ОПК-2 ПК-2	защита лабораторных работ	2
	Тема 4 «Уравнения Максвелла»				
5	<b>Раздел 5 «Оптика»</b>				6
	Тема 1 «Световая волна»	Лекция №1 «Оптика»	ОК-7 ОПК-2		2
	Тема 2 «Интерференция волн»	Практическое занятие № 1. «Оптика»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	2
	Тема 3 «Дифракция волн»	Лабораторная работа № 1 «Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона», «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки», «Определение концентрации сахарного раствора с помощью полутеневого сахариметра»	ОК-7 ОПК-2 ПК-2	защита лабораторных работ	2
	Тема 4 «Поляризация волн»				
	Тема 6 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»				
6.	<b>Раздел 6 «Квантовая физика»</b>				4
	Тема 1 «Экспериментальные данные о структуре атомов»	Лекция №2 «Квантовая физика»	ОК-7 ОПК-2		1
	Тема 2 «Элементы квантовой механики»	Практическое занятие № 2. «Квантовая физика»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	1
	Тема 3 «Квантово-механическое»	Лабораторная работа № 2. «Экспериментальное определение постоянной в законе Стефана-Больцмана при помощи оптического пирометра», «Фотоэлектрический эффект»	ОК-7 ОПК-2 ПК-2	защита лабораторных работ	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	описание атомов»				
7	<b>Раздел 7 «Ядерная физика»</b>				2
	Тема 1 «Элементы квантовой микрофизики»	Лекция №2 «Ядерная физика»	ОК-7 ОПК-2		1
	Тема 2 «Элементарные частицы»	Практическое занятие № 2 «Ядерная физика»	ОК-7 ОПК-2	решение задач	1

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 «Физические основы механики»</b>		
1.	Тема 1 «Кинематика»	Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением. (ОК-7; ОПК-2)
2.	Тема 2 «Динамика»	Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой. (ОК-7; ОПК-2)
3.	Тема 3 «Момент импульса»	Момент импульса материальной точки и момент механической системы. (ОК-7; ОПК-2)
4.	Тема 4 «Динамика вращательного движения»	Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула Штейнера. (ОК-7; ОПК-2)
5.	Тема 6 «Элементы механики сплошных сред»	Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. (ОК-7; ОПК-2)
6.	Тема 7 «Релятивистская механика»	Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика. (ОК-7; ОПК-2)
7.	Тема 8 «Гармонические колебания»	Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Энергия колебаний. Примеры колебательных движений различной физической природы. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу). (ОК-7; ОПК-2)
8.	Тема 9 «Волны»	Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны.

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		Одномерное волновое уравнение. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Элементы акустики. Эффект Доплера. Поляризация волн. (ОК-7; ОПК-2)
<b>Раздел 2. «Молекулярная физика и термодинамика»</b>		
1.	Тема 1 «МКТ»	Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Определение числа Авогадро методом Перрена. (ОК-7; ОПК-2)
2.	Тема 2 «Феноменологическая термодинамика»	Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия. (ОК-7; ОПК-2)
3.	Тема 3 «Элементы физической кинетики»	Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение. (ОК-7; ОПК-2)
<b>Раздел 3 «Электричество»</b>		
1.	Тема 1 «Электростатика»	Теорема Гаусса в интегральной форме и её применение для расчета электрических полей. (ОК-7; ОПК-2)
2.	Тема 2 «Проводники в электрическом поле»	Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Ёмкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. (ОК-7; ОПК-2)
3.	Тема 3 «Диэлектрики в электрическом поле»	Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Электрическое поле в однородном диэлектрике. (ОК-7; ОПК-2)
4.	Тема 4 «Постоянный электрический ток»	Уравнение непрерывности для плотности тока. (ОК-7; ОПК-2)
<b>Раздел 4 «Магнетизм»</b>		
1.	Тема 1 «Магнитостатика»	Магнитное поле движущегося заряда. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение. (ОК-7; ОПК-2)
2.	Тема 2 «Магнитное поле в веществе»	Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. (ОК-7; ОПК-2)
3.	Тема 4 «Уравнения Максвелла»	Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений. (ОК-7; ОПК-2)
<b>Раздел 5 «Оптика»</b>		
1.	Тема 1 «Световая волна»	Волновое уравнение в пространстве. Плоские и сферические электромагнитные волны. Волновой вектор. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойтинга. (ОК-7; ОПК-2)
2.	Тема 2 «Интерференция волн»	Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Стоячие волны. Основное уравнение интерференции, роль когерентности. Временная (продольная) когерентность. Пространственная (поперечная) когерентность. Многолучевая интерференция. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо. (ОК-7; ОПК-2)
3.	Тема 3 «Дифракция волн»	Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений. Метод зон Френеля. Амплитудные и фазовые зонные пластинки Френеля. (ОК-7; ОПК-2)
4.	Тема 4 «Поляризация волн»	Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Брюстеровское отражение. (ОК-7; ОПК-2)
5.	Тема 5 «Поглощение и дисперсия света»	Феноменология поглощения и дисперсии света. (ОК-7; ОПК-2)
6.	Тема 6 «Квантовые свойства электромагнитного излучения»	Ультрафиолетовая катастрофа. (ОК-7; ОПК-2)
<b>Раздел 6 «Квантовая физика»</b>		
1.	Тема 2 «Элементы квантовой механики»	Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция, её статистический смысл и условия которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный порог и барьер. (ОК-7; ОПК-2)
2.	Тема 3 «Квантово-механическое описание атомов»	Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана. (ОК-7; ОПК-2)
3.	Тема 4 «Оптические квантовые генераторы»	Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение. (ОК-7; ОПК-2)
4.	Тема 5 «Элементы физики твердого тела»	Собственная и примесная проводимость полупроводников. P-n переход. Полупроводниковые триоды. (ОК-7; ОПК-2)
<b>Раздел 7 «Ядерная физика»</b>		
1.	Тема 1 «Элементы квантовой микрофизики»	Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите. (ОК-7; ОПК-2)

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
2.	Тема 2 «Элементарные частицы»	Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие. (ОК-7; ОПК-2)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
<b>Раздел 1. «Физические основы механики»</b>			
1.	Лабораторная работа № 1 (Тема 1-5) «Изучение законов прямолинейного движения и свободного падения на машине Атвуда»	ЛР	Работа в малых группах
<b>Раздел 2. «Молекулярная физика и термодинамика»</b>			
2.	Лабораторная работа № 2. (Тема 1-3) «Определение коэффициента Пуассона методом адиабатического расширения», «Определение коэффициента вязкости жидкости»		
<b>Раздел 3. «Электричество»</b>			
3.	Лабораторная работа № 1 (Тема 1,2,4) «Изучение электростатического поля», «Измерение сопротивления с помощью мостика Уитсона», «Исследование зависимости сопротивления металлического проводника от температуры», «Исследование зависимости полезной мощности и коэффициента полезного действия батареи аккумуляторов от сопротивления нагрузки».	ЛР	Работа в малых группах
<b>Раздел 4 «Магнетизм»</b>			
4.	Лабораторная работа № 2. (Тема 1-4) «Изменение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля земли с использованием тангенс-гальванометра», «Определение индуктивности катушки с железным сердечником и без сердечника»	ЛР	Работа в малых группах
<b>Раздел 5 «Оптика»</b>			
5.	Лабораторная работа № 1 (Тема 1-5, 6) «Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона», «Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки», «Определение концентрации сахарного раствора с помощью полутеневого сахариметра»	ЛР	Работа в малых группах
<b>Раздел 6 «Квантовая физика»</b>			
6.	Лабораторная работа № 2. (Тема 1-3) «Экспериментальное определение постоянной в законе Стефана-Больцмана при помощи оптического пирометра», «Фотоэлектрический эффект»	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

#### Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

Типовые задачи для контроля на практических занятиях, для экзамена и 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, динамика поступательного и вращательного движения».**

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. Колесо вращается с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon = 2$  рад/с<sup>2</sup>. Через время  $t = 0.5$  с после начала движения полное ускорение колеса стало  $a = 13.6$  см/с<sup>2</sup>. Найдите радиус колеса.

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  $m = 2,0$  кг;  $v_0 = 10,0$  м/с;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $h_0 = 2,0$  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  $m_1 = 0,20$  кг;  $m_2 = 0,30$  кг;  $m = 0,40$  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  $m_1 = 2,0$  кг;  $m_2 = 4,0$  кг;  $v_1 = 2,0$  м/с;  $v_2 = 8,0$  м/с
4. В центре скамьи Жуковского стоит человек и держит в руках вертикально тонкий однородный стержень массой 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. 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  $r_1 = 0,50 \text{ м}$ ;  $r_2 = 0,25 \text{ м}$ ;  $p_1 = 2,5 \text{ мм рт. ст.}$ ;  $p_2 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $t = 27^\circ \text{ C}$

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 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

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

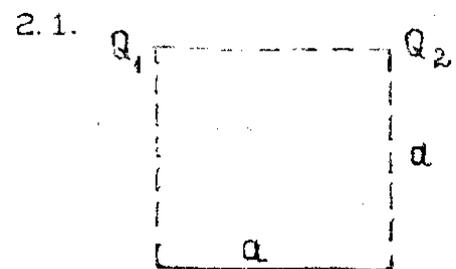


Рис. 1

3. Шар из диэлектрика ( $\varepsilon = 2$ ) 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  $r_1 = 1,0\text{см}$

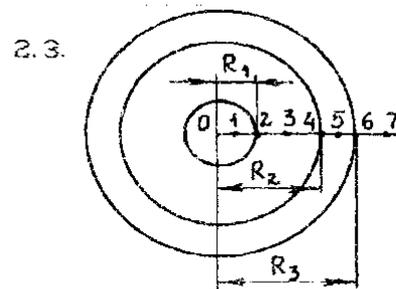


Рис. 2

4. Три одинаковых плоских конденсатора заполнены диэлектриком ( $\varepsilon = 2$ ) 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.

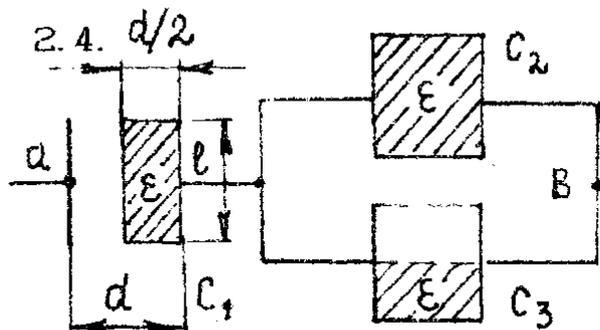


Рис. 3

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

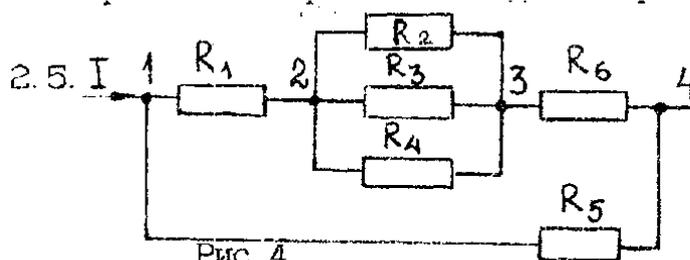


Рис. 4

$R_1 = 10,0\text{Ом}$ ;  $R_2 = 12,0\text{Ом}$ ;  $R_3 = 24,0\text{Ом}$ ;  $R_4 = 8,0\text{Ом}$ ;  $R_5 = 22,0\text{Ом}$ ;  $R_6 = 8,0\text{Ом}$ . 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  $\varepsilon = 180\text{В}$  (рис. 5). Определить показания первого вольтметра при разомкнутом ключе  $K$ .

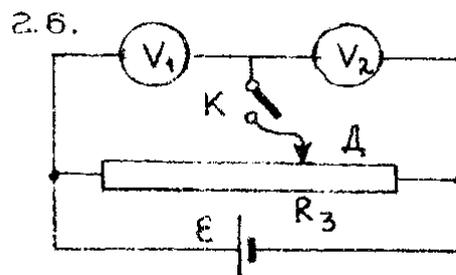


Рис. 5

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 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.

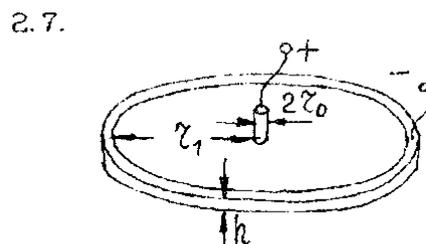


Рис. 6

8. Лампа накаливания потребляет ток  $I = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ А}$ . Температура раскаленной вольфрамовой нити ( $\rho_w = 5,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ ) лампы диаметром  $d_1 = 0,10 \text{ мм}$  соответствует  $t = 2200^\circ \text{ С}$ ; ток подводится медным проводом ( $\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{ м}$ ) сечением  $S_2 = 5,0 \text{ мм}^2$ . Принимая температурный коэффициент сопротивления вольфрама  $\alpha = 0,0045 \text{ К}^{-1}$  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:

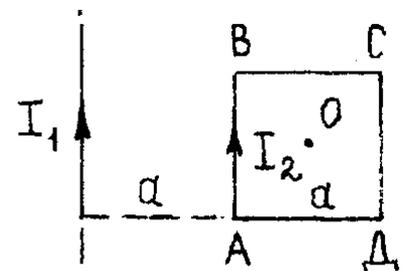


Рис. 9

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

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  $0 \text{ К}$ , если его электропроводность возрастает в  $z = 27,1$  раз при увеличении температуры от  $T_1 = 300 \text{ К}$  до  $T_2 = 400 \text{ К}$ ;

11. В магнитном поле бесконечного прямого проводника с током  $I_1 = 2,0 \text{ А}$  находится жесткая квадратная рамка со стороной  $a = 0,20 \text{ м}$ , обтекаемая током  $I_2 = 4,0 \text{ А}$ , две стороны которой параллельны первому проводнику. Ближайшая к проводнику сторона рамки находится от него на расстоянии  $a$  (рис.9). Приняв  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ , определить силу, действующую на сторону  $AB$  рамки.

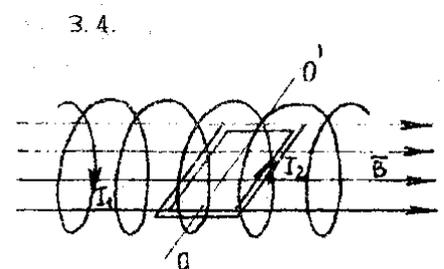


Рис. 10

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

13. Торойд без сердечника квадратного сечения имеет обмотку, состоящую из  $N = 1000$  витков, по которой течет ток  $I = 10,0 \text{ А}$ . Учитывая, что наружный диаметр тороида

$D = 40,0\text{см}$ , а внутренний  $d = 20,0\text{см}$ , определить, сделав вывод соответствующих формул с помощью закона полного тока напряженность магнитного поля на средней линии тороида.

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

2 – 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, возникшую в 1 – й рамке.

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.

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. 6.

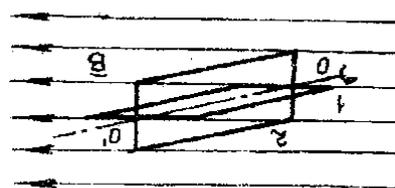


Рис. 11

3. 7

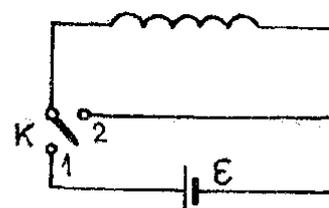


Рис. 12

3. 8.

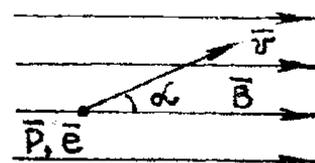
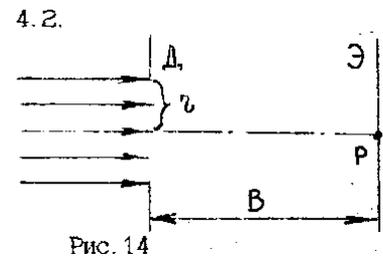


Рис. 13

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

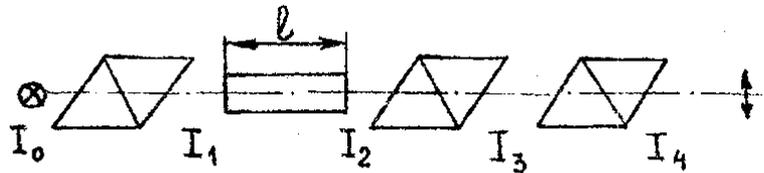
1. Плоскопараллельная стеклянная пластинка  $n = 1,5$  толщиной  $h = 1,20\text{мкм}$  помещена между двумя прозрачными средами: сверху расположена жидкость с показателем преломления  $n_1$ , снизу – с показателем преломления  $n_2$ . Монохроматический свет (длина волны в вакууме  $\lambda = 0,64\text{мкм}$ ) 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  $P$ , 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).

4.3.



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  $\alpha_{\text{уд}} = 66,5 \text{ град}/(\text{дм} \cdot \text{г/см}^3)$ , 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 ( $\text{Cu}$ ) и алюминий ( $\text{Al}$ ), 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  $0 \text{ К}$  (в джоулях и электронвольтах), считая, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон.

Пример типовых контрольных вопросов при защите лабораторных работ для текущего контроля знаний обучающихся.

## Контрольные вопросы при защите **Лабораторной работы №1**. «Изучение электростатического поля».

### Вопросы для защиты.

1. Свойства зарядов. Закон сохранения зарядов. Закон кратности электрических зарядов элементарному заряду. Закон Кулона.
2. Электрическое поле, напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Силовые линии.
3. Потенциальный характер электрического поля. Потенциал электрического поля. Эквипотенциальные поверхности.
4. Связь между потенциалом и напряженностью поля.
5. Вектор электрической индукции, его связь с напряженностью поля.
6. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского – Гаусса.
7. Применить теорему Остроградского – Гаусса для определения напряженностей полей в частных случаях.
8. Проводники и диэлектрики в электрическом поле.
9. Потенциальная энергия двух точечных электрических зарядов, системы зарядов. Энергия электрического поля.
10. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Электрическая емкость конденсатора.

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

### **Вопросы к экзамену (2 семестр)**

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

1. Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение.
2. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.
3. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила.
4. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы сопротивления.
5. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой.
6. Момент импульса материальной точки и момент механической системы. Момент силы. Закон сохранения момента механической системы.
7. Уравнение вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Формула Штейнера.
8. Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия.
9. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Кинетическая энергия вращающегося тела.
10. Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Упругие напряжения и деформации в твердом теле.
11. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона.
12. Принцип относительности и преобразования Галилея. Экспериментальные обоснования специальной теории относительности (СТО). Постулаты СТО.
13. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета.

14. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии. СТО и ядерная энергетика.
15. Идеальный гармонический осциллятор. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Энергия колебаний. Примеры колебательных движений различной физической природы.
16. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу).
17. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение.
18. Упругие волны в газах, жидкостях и твердых телах. Элементы акустики. Эффект Доплера. Поляризация волн.

## **Раздел 2 «Молекулярная физика и термодинамика»**

19. Давление газа с точки зрения МКТ. Связь теплоемкости с числом степеней свободы молекул газа. Распределение Максвелла молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула.
20. Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатистические процессы.
21. Уравнение состояния в термодинамике. Обратимые и необратимые процессы. Первое начало термодинамики.
22. Теплоемкость. Уравнение Майера.
23. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах.
24. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия.
25. Явление переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение.

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

### **Раздел 3 «Электричество»**

26. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля.
27. Теорема Гаусса в интегральной форме и её применение для расчета электрических полей.
28. Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита.
29. Ёмкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.
30. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации.
31. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике.
32. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности для плотности тока.
33. Закон Ома в интегральной и дифференциальной форме.
34. Закон Джоуля-Ленца. Закон Видемана-Франца. Электродвижущая сила источника тока.
35. Правила Кирхгофа.
36. Классическая теория электропроводности металлов (теория Друде-Лоренца), условия её применимости и противоречия с экспериментальными результатами.

### **Раздел 4 «Магнетизм»**

37. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера.
38. Силе Лоренца. Движение зарядов в электрических и магнитных полях.

39. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции (закон полного тока). Поток магнитного поля.
40. Магнитное поле движущегося заряда. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла и его применение.
41. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость и магнитная восприимчивость.
42. Классификация магнетиков: диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.
43. Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции.
44. Самоиндукция. Индуктивность соленоида.
45. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле. Энергия магнитного поля.
46. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений.

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

#### **Раздел 5 «Оптика»**

47. Волновое уравнение в пространстве. Плоские и сферические электромагнитные волны. Волновой вектор.
48. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойтинга.
49. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона.
50. Интерференция в тонких пленках. Стоячие волны. Основное уравнение интерференции, роль когерентности
51. Временная (продольная) когерентность. Пространственная (поперечная) когерентность. Многолучевая интерференция. Интерферометр Фабри-Перо.
52. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера.
53. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.
54. Метод зон Френеля. Амплитудные и фазовые зонные пластинки Френеля.
55. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Линейное двулучепреломление.
56. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Фотоупругость. Электрооптические и магнитооптические эффекты.
57. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля.
58. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Брюстеровское отражение.
59. Феноменология поглощения и дисперсии света.
60. Тепловое излучение и люминесценция. Спектральные характеристики теплового излучения.
61. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и закон смещения Вина.
62. Абсолютно черное тело. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа».
63. Гипотеза квантов. Формула Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения.
64. Корпускулярно-волновой дуализм света.
65. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

#### **Раздел 6 «Квантовая физика»**

66. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома.
67. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.
68. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц.
69. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция, её статистический смысл и условия которым она должна удовлетворять.
70. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Одномерный потенциальный порог и барьер.
71. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода.
72. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана.
73. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды.
74. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.
75. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Проводимость металлов.
76. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках.
77. Температурная зависимость полупроводников. Контактные явления в полупроводниках. P-n переход. Термоэлектрические явления.

#### **Раздел 7 «Ядерная физика»**

78. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов.
79. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения.
80. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите.
81. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие.

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

Критерии оценки решения задачи для контроля на практических занятиях, на контрольной работе, на экзамене и 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 и зачету с оценкой студент обязан решить итоговую контрольную работу на оценку «зачет». Контрольная работа выполняется студентом самостоятельно и предоставляется на кафедру физики для проверки

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.

Итоговая оценка по контрольной работе «зачет» или «незачет» определяется по среднему баллу по всем задачам варианта контрольной работы и выставляется только после беседы преподавателя и студента, направленной на выявление знания студента:

- **0 – 2,4 балла – «незачет»;**
- **2,5 – 5 баллов – «зачет».**

Если студент не может объяснить решение задач, по контрольной работе выставляется оценка «незачет». Студенту предлагается дополнительная проработка решения и повторная беседа.

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 и зачету с оценкой студент обязан защитить все выполненные лабораторные работы на оценку «зачет». Итоговая оценка по защите лабораторной работы «зачет» соответствует 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 оценивания результатов обучения для сдачи экзамена**

На экзамене студент отвечает на один теоретический вопрос и решает две задачи, включенные в билет. Билет студент выбирает случайно из комплекта предлагаемых ему соответствующих материалов.

Таблица 7

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Отлично	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 и обе задачи решены на 5 баллов.
Хорошо	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, и средний балл решения задач составляет от 3,5 баллов и выше.
Удовлетворительно	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), и (или) средний балл решения задач составляет от 2,5 баллов и выше.
Неудовлетворительно	ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса, и обе задачи решены на 2 балла.

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

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.

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	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 и задача решена на 5 баллов.
Хорошо	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, и задача решена на 4 или 5 баллов.
Удовлетворительно	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), и (или) задача решена на 3, 4 или 5 баллов.
Неудовлетворительно	ответ не содержит основной понятийный аппарат по теме вопроса, и задача решена на 2 балла.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие в 3 томах. 1 том: Механика. Молекулярная физика.: С.-Петербург – Мифрил, 1996 – 304с.
2. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие в 3 томах. 2 том: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. С.-Петербург, Лань, 2008г. – 468с.

3. Савельев И.В. Курс физики: учеб. пособие в 3 томах. 3 том: М. – Наука, Лань, 1989г. – 320с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Трофимова Т.И. Курс физики: М. – Издательский центр «Академия», 2017 г. – 560с.
2. Трофимова Т.И. Сборник задач по курсу физики: ООО Издательский дом «Оникс – 21 век», 2003г. – 384с.

### **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. Дмитриев Г. В., Попов А.И., Челноков Б.И. Механика часть I: методические указания по выполнению лабораторных работ. – М.: РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 44с.
2. Ершов А. П., Николаев С.Н., Туркина Е.А. Механика. Часть II: методические указания по выполнению лабораторных работ. – М.: РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 48с.
3. Быстров Г. С., Ершов А. П., Храмшина Э. В. Электричество. Методические указания к лабораторным работам. Ч. I. – М.: ВНИИГиМ имени А.Н.Костякова, 2016. –48с.
4. 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. – 60с.
5. Дмитриев Г. В., Попов А.И., Челноков Б. И. Оптика и атомная физика: методические указания по выполнению лабораторных работ – М.: РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016. – 52с.

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

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 9

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	2
Учебная лаборатория (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 (Учебный корпус № 28 ауд. 301б)	1. Парты 23 шт. 2. Стулья 1шт. 3. Столы 1 шт. 4. Доска меловая 1шт. 5. Шкафы 1 шт.
Учебная лаборатория (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. Стулья 1шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Парты 70 шт. 5. Кафедра 1 шт. 6. Ноутбук ACER E-Mashines e-430-102G16Mi FMD M100 1 шт. (инв.№ 210134000000702) 11. Экран 1 шт.
Учебная лаборатория (Учебный корпус № 28 ауд. 337)	1. Парты 17 шт. 2. Стулья 37 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв.№ 410124000603114) 6. Установка для экспер. изуч.з-нов тепл.изл. 1 шт. (инв.№ 410134000000313)
Учебная лаборатория	1. Парты 20 шт. 2. Стулья 34 шт.

(Учебный корпус № 28 ауд. 336)	3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв. № 410124000603113)
Учебная лаборатория (Учебный корпус № 28 ауд. 335)	1. Парты 16 шт. 2. Стулья 34 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 1 шт. 5. Прибор ОППИР-017 1шт. (инв.№ 110104002616) 6. Прибор ОППИР-017 1шт. (инв.№ 110104002030) 7. Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв.№ 410124000603117) 8. Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв.№ 410124000603236)
Учебная лаборатория (Учебный корпус № 28 ауд. 333)	1. Парты 5 шт. 2. Стулья 15 шт. 3. Шкафы 3 шт. 4. Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв.№ 410124000603106)
Учебная лаборатория (Учебный корпус № 28 ауд. 332)	1. Парты 13 шт. 2. Стулья 27 шт. 3. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. №410124000603115)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (Учебный корпус № 28 ауд. 328)	1. Парты 14 шт. 2. Стулья 2 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Стол преподавателя 1 шт.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (Учебный корпус № 28 ауд. 324)	1. Парты 10 шт. 2. Стулья 1 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Стол преподавателя 1 шт.
Учебная лаборатория (Учебный корпус № 28 ауд. 306а)	1. Лабораторные столы 19 шт. 2. Стулья 45 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 3 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Молекулярная физика и термодинамика» 1 шт. (инв.№ 410124000603106) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Физические основы механики» 1 шт. (инв. № 410124000603115)
Учебная лаборатория (Учебный корпус № 28 ауд. 306б)	1. Лабораторные столы 27 шт. 2. Стулья 57 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Шкафы 2 шт. 5. Типовой комплект оборудования лаборатории «Квантовая физика» 1 шт. (инв.№ 410124000603113) 6. Типовой комплект оборудования лаборатории «Волновые процессы» 1 шт. (инв.№ 410124000603117)

	7. Типовой комплект оборудования лаборатории «Электричество и магнетизм» 1 шт. (инв.№ 410124000603236)
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (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 РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризованных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет - доступом	
Общежития N4, N5 и N 11 Комнаты для самоподготовки.	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

После каждой лекции требуется самостоятельная проработка изложенного материала. При подготовке к практическому занятию необходимо повторить теоретический материал по теме и решить задачи, рекомендованные преподавателем по соответствующей теме. 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) в дополнительное время, заранее договорившись с преподавателем.

## **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 и 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 разработала:**

Храмшина Э.В. ст. преподаватель

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.Б.07 «Физика»  
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,  
направленность «Электроснабжение»  
(квалификация выпускника – бакалавр)

Карнауховым Вячеславом Михайловичем, доцентом кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом физико – математических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Физика» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электроснабжение» (бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре физики (разработчик – Храмшина Элеонора Вячеславовна старший преподаватель кафедры физики).

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 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Физика» закреплено **3 компетенции**). Дисциплина «Физика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Физика» составляет 13 зачётных единицы (468 часов).

7. 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.

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

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, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена (2 и 4 семестр), и зачета с оценкой (3 семестр), что соответствует статусу дисциплины, 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 – 3 источника (базовые учебники), дополнительной литературой – 3 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», направленность «Электроснабжение (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Храмшиной Элеонорой Вячеславовной старшим преподавателем кафедры физики, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Карнаухов Вячеслав Михайлович, доцент кафедры высшей математики ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат физико – математических наук

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.