

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии, Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ФИЗИКА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<b>Б1.О.10</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр – 6 3 семестр – 6 всего – 12 часов
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	432
<b>Лекции</b>	2 семестр – 16 часов 3 семестр – 16 часов всего – 32 часа
<b>Практические занятия</b>	2 семестр – 32 3 семестр – 32 всего – 64 часа
<b>Лабораторные работы</b>	2 семестр – 16 часов 3 семестр – 16 часов всего – 32 часа
<b>Консультации по курсовому проекту/ работе</b>	учебным планом не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр – 116 часов 3 семестр – 116 часов всего – 232 часа
включая:	
РГР	2 семестр – 18 часов 3 семестр – 18 часов
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
экзамен	2 семестр – 2,5 часа
экзамен	3 семестр – 2,5 часа
<b>Контроль:</b>	
экзамен	2 семестр – 33,5 часа
экзамен	3 семестр – 33,5 часа

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Профессор кафедры ФД, д.ф.-м.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Г. Кульков

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой ФД

(название кафедры)



(подпись)

Н.Г. Ходырева

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

А.В. Стрижченко

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательных программ Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Интеллектуальная возобновляемая энергетика

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,  
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)


П.В. Шамигулов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой  
Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

М.С. Иваницкий

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины** - ознакомление с основными физическими законами окружающего мира для формирования материалистического взгляда на явления природы.

**Задачами дисциплины являются:**

- приобретение навыков решения физических задач;
- освоение методов проведения эксперимента и обработки его результатов;
- освоение знаний по современному состоянию физических исследований;
- формирование научно-технического кругозора.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.5. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма. ОПК-3.6. Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики.	<b>знать:</b> – физические основы механики, термодинамики, молекулярной физики, электродинамики – физические основы оптики и квантовой физики <b>уметь:</b> – анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики – решать основные типы задач по описанию физических явлений; обрабатывать результаты физического эксперимента

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на дисциплине «Высшая математика» и уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Электротехнические и конструкционные материалы», «Теоретическая механика», «Прикладная механика (включая ДПМ)», «Вспомогательное гидромеханическое оборудование», «Гидравлика и инженерная гидрология», «Гидравлические машины», «Гидротехнические сооружения», «Диагностика, надежность оборудования и мониторинг ГЭС», «Диагностика, надежность оборудования и мониторинг энергоустановок ВИЭ», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Монтаж и ремонт оборудования станций и подстанций», «Промышленная электроника», «Системы диагностики и надёжность оборудования», «Теоретические основы ВИЭ», «Теоретические основы гидроэнергетики», «Теоретические основы РЗиА», «Теоретические основы электротехники», «Электрические и электронные аппараты», «Электрические машины и электропривод», при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы							СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной ра- боты (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная									
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Физические основы механики	86	2	8	16	8	—	—	—	54	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 5-48, [5] стр. 8-105. Подготовка к практическим занятиям [4] стр. 4-87. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение первой части расчетного задания [9] стр. 4-30, 33-62	
2	Молекулярная физика и термодина- мика	94	2	8	16	8	—	—	—	62	—	Изучение теоретического материала [1] стр. 48-93, [5] стр. 106-181. Подготовка к практическим занятиям [4] стр. 88-131. Подготовка к лабораторным работам. Выполнение второй части расчетного зада- ния [9] стр. 31-32, 33-62	
	Экзамен	36	2	—	—	—	—	—	2,5	—	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>2,5</b>	<b>116</b>	<b>33,5</b>		

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
3	Электромагнетизм	104	3	8	18	8	—	—	—	70	—	Изучение теоретического материала [2] стр. 3-94, [5] стр. 182-357. Подготовка к практическим занятиям [4] 140-279. Подготовка к лабораторным работам Выполнение расчетного задания [10] стр. 7-56.	
4	Оптика. Квантовая и ядерная физика.	76	3	8	14	8	—	—	—	46	—	Изучение теоретического материала [3] стр. 3-118, [5] стр. 420-577.	

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная						СР	Контроль	
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
												Подготовка к практическим занятиям [4] стр. 280-340. Подготовка к лабораторным работам.
	Экзамен	36	3	–	–	–	–	–	2,5	–	33,5	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>–</b>	<b>–</b>	<b>2,5</b>	<b>116</b>	<b>33,5</b>	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2 Краткое содержание разделов

#### 2 семестр

##### 1. Физические основы механики

Пространство и время в ньютоновой механике. Масштабы длины и длительности. Физические модели. Материальная точка, система материальных точек, абсолютно твердое тело. Кинематическое описание движения. Скорость и ускорение. Прямолинейное движение точки. Движение точки по окружности. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорость и ускорение при криволинейном движении точки. Нормальное и касательное ускорения. Связь между линейными и угловыми характеристиками движения точки. Классификация движения точки. Основная задача механики. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона и их современная трактовка. Импульс материальной точки и системы точек. Импульсная форма второго закона Ньютона. Динамика вращательного движения твердого тела. Уравнение моментов сил относительно оси. Момент инерции тела. Теорема Штейнера – Гюйгенса. Основной закон вращательного движения твердого тела. Уравнения движения и равновесия твердого тела. Работа и мощность. Кинетическая энергия и её связь с работой внешних и внутренних сил. Поле центральных сил. Консервативные и неконсервативные силы. Потенциальная энергия и её связь с силой, действующей на систему материальных точек. Общая характеристика законов сохранения. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Закон сохранения механической энергии. Соударения тел. Общефизический закон сохранения энергии. Общие свойства жидкостей и газов. Уравнения равновесия и движения жидкости. Идеальная и вязкая жидкости. Гидростатика несжимаемой жидкости. Стационарное движение идеальной жидкости. Коэффициент вязкости. Формула Стокса. Преобразования Галилея и механический принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Следствия из преобразований Лоренца: сокращение движущихся масштабов длины, замедление движущихся часов. Собственное время. Элементы релятивистской динамики. Свободные механические гармонические колебания. Дифференциальное уравнение колебаний. Осцилляторы. Маятники: математический, физический, упругий, крутильный. Сложение двух одинаково направленных гармонических колебаний равных и разных частот. Битания. Сложение взаимно перпендикулярных гармонических колебаний одинаковой частоты. Фигуры Лиссажу. Свободные механические затухающие колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Коэффициент затухания, логарифмический декремент, добротность. Вынужденные колебания осциллятора. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

##### 2. Молекулярная физика и термодинамика

Статистический и термодинамический методы исследования вещества Основные понятия и определения Модель идеального газа. Основное уравнение идеального газа. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Уравнение состояния идеального газа. Внутренняя энергия идеального газа. Теорема о равном распределении энергии по степеням свободы, Распределение частиц по скоростям. Распределение Максвелла. Скорости теплового движения молекул газа. Давление идеального газа. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Уравнение состояния реального газа. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Основные понятия термодинамики. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Формула Майера. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Круговые процессы. Цикл Карно и его КПД. Энтропия. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические потенциалы и условия равновесия. Определение энтропии неравновесной системы через статистический вес состояния. Принцип возрастания энтропии. Теорема Нернста. Фазы и фазовые превращения. Условия равновесия фаз. Фазовые диаграммы. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Метастабильные состояния. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Уравнения Эренфеста. Основные понятия и определения физической кинетики

(равновесные и неравновесные процессы, время релаксации, длина свободного пробега, число столкновений молекул). Теплопроводность газа. Закон Фурье. Диффузия. Закон Фика. Внутреннее трение. Закон Ньютона.

### 3 семестр

#### 3. Электромагнетизм

Электрическое поле в веществе. Проводники и диэлектрики. Типы диэлектриков. Поляризация. Сторонние и связанные заряды. Момент сил, действующий на диполь в электрическом поле. Энергия диполя в поле. Поляризованность. Основные уравнения электростатики диэлектриков. Электрическое смещение. Условия на границе двух диэлектриков. Проводники в электрическом поле. Явление электростатической индукции. Напряженность поля на границе проводник – вакуум. Электрическое поле в полости. Электростатическая защита. Электрическая емкость. Конденсатор. Емкость конденсаторов различной конфигурации. Энергия системы зарядов, уединенного проводника, конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии. Электрический ток, его характеристики и условия существования. Законы постоянного тока (законы Ома, Джоуля – Ленца в интегральной и дифференциальной формах). Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа. Электрический ток в вакууме. Вид электронной эмиссии. Термоэлектронная эмиссия. Электровакуумные приборы: электронные лампы. Диод и триод. Электронно-лучевая трубка. Принцип работы осциллографа. Выпрямительные и усилительные схемы. Электрический ток в газах. Процессы ионизации и рекомбинации. Электропроводность газов, теория Таунсенда. Понятие о высокотемпературной и низкотемпературной плазме. Искровой разряд. Молния. Тлеющий разряд. Коронный разряд. Электрическая дуга. Классическая электронная теория электропроводности металлов. Ограниченность классической теории. Понятие о сверхпроводимости. Высокотемпературная сверхпроводимость. Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея. Практическое использование электрического тока в электролитах и связанных с ним эффектов. Магнитное поле и его характеристики. Вектор магнитной индукции. Магнитный поток. Теорема Гаусса и теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Закон Био – Савара – Лапласа и его применение к расчетам магнитных полей. Поле прямого тока. Поле кругового тока. Применение теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции для расчета поля прямого тока, соленоида. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Контур с током в магнитном поле. Магнитный и механический моменты. Энергия контура с током в магнитном поле. Работа перемещения контура с током в магнитном поле. Сила Лоренца. Молекулярные токи. Намагниченность. Магнитные моменты атомов и молекул. Напряженность магнитного поля. Основные уравнения магнитостатики в веществе. Условия на границе двух магнетиков. Элементы теории диамагнетизма, парамагнетизма и ферромагнетизма. Классификация магнетиков. Опыты Фарадея. Закон Фарадея для электромагнитной индукции. Правило Ленца. Коэффициент взаимной индукции. Самоиндукция. Индуктивность длинного соленоида. Установление и исчезновение тока в цепи с индуктивностью. Магнитная энергия тока. Плотность энергии магнитного поля. Фарадеевская и максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Энергия и поток энергии. Вектор Умова – Пойнтинга. Колебательный контур. Свободные и вынужденные колебания. Плоские электромагнитные волны. Энергия волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Стоячие волны. Переменный ток. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока. Скорость волн. Шкала электромагнитных волн.

#### 4. Оптика. Квантовая и ядерная физика.

Интерференция света. Расчет интерференционной картины от двух когерентных источников. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры. Принцип Гюйгенса - Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Френеля от круглого отверстия и экрана. Дифракция Фраунгофера на щели и дифракционной решетке. Голография. Разрешающая

способность приборов. Дисперсия. Нормальная и аномальная дисперсии. Поглощение электромагнитных волн. Закон Бугера. Поляризация света при отражении и преломлении на границе раздела двух диэлектрических сред. Закон Брюстера и закон Малюса. Двойное лучепреломление. Искусственная оптическая анизотропия. Тепловое равновесное излучение. Законы теплового излучения черного тела. Элементарная квантовая теория излучения. Фотоэффект. Законы и квантовая теория внешнего фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона. Корпускулярно-волновая двойственность свойств света. Обоснование идеи квантования: Опыты Франка и Герца, опыты Штерна и Герлаха. Правило частот Бора. Линейчатые спектры атомов. Гипотеза де Бройля. Дифракция электронов и нейтронов. Соотношения неопределенностей. Волновые свойства микрочастиц и соотношения неопределенностей. Задание состояния микрочастиц: волновая функция и её статистический смысл. Суперпозиция состояний в квантовой теории. Амплитуда вероятностей. Временное уравнение Шрёдингера. Стационарное уравнение Шредингера, стационарные состояния. Частица в одномерной прямоугольной яме. Прохождение частицы под и над барьером. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор. Водородоподобные атомы, их энергетические уровни. Спектры атомов. Статистическое описание квантовой системы. Принцип неразличимости тождественных частиц. Симметрия волновой функции многих одинаковых частиц. Квантовые идеальные газы: распределение Бозе и Ферми. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева. Принцип работы квантового генератора. Твердотельные и газоразрядные лазеры. Строение атомных ядер. Феноменологические модели ядра: капельная, оболочечная. Радиоактивные превращения атомных ядер. Ядерные реакции. Механизм ядерных реакций. Реакция ядерного деления. Цепная реакция деления. Термоядерные реакции. Проблема источников энергии. Вещество и поле. Фундаментальные взаимодействия. Сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное взаимодействия. Элементарные частицы. Взаимопревращения частиц. Кварки.

### **3.3. Темы практических занятий**

#### **2 семестр**

Кинематика материальной точки и твердого тела - 4 ч.  
Работа. Механическая энергия - 4 ч.  
Законы сохранения - 2 ч.  
Момент инерции - 2 ч.  
Основной закон динамики вращательного движения - 2 ч.  
Специальная теория относительности - 2 ч.  
Законы идеальных газов - 4 ч.  
Статистический метод в молекулярной физике - 4 ч.  
Первое начало термодинамики - 4 ч.  
Расчет КПД циклов - 4 ч.

#### **3 семестр**

Расчет электрических полей - 2 ч.  
Применение теоремы Гаусса - 4 ч.  
Емкость - 2 ч.  
Электрический ток. Закон Ома - 4 ч.  
Магнитное поле - 2 ч.  
Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях - 2 ч.  
Магнитный поток - 2 ч.  
Интерференция и дифракция света - 4 ч.  
Поляризация света - 2 ч.  
Дисперсия света - 2 ч.  
Квантовая оптика - 2 ч.



Строение атома водорода по Бору - 2 ч.

Элементы квантовой механики - 2 ч

### **3.4. Темы лабораторных работ**

Выполняется по 5 лабораторных работ в каждом семестре согласно индивидуальным графикам из списка.

#### **2 семестр**

Изучение движения маятника Максвелла - 2 ч.

Изучение трения качения и затухающих колебаний маятника - 2 ч.

Изучение законов сохранения при соударении двух шаров - 2 ч.

Изучение крутильных колебаний на унифилярном подвесе - 2 ч.

Изучение колебаний физического и математического маятников - 2 ч.

Определение коэффициента вязкости воздуха - 2 ч.

Определение отношений теплоемкостей воздуха - 2 ч.

#### **3 семестр**

Ознакомление с методами измерений и оценки погрешностей основных параметров переменного тока - 2 ч.

Исследование электростатического поля методом моделирования полей - 2 ч.

Определение емкости конденсатора методом заряда/разряда и полного сопротивления - 2 ч.

Изучение зависимости магнитной проницаемости ферромагнетика от напряженности магнитного поля - 2 ч.

Изучение свойств ферромагнетика с помощью петли гистерезиса - 2 ч.

Снятие основной кривой намагничивания ферромагнетика - 2 ч.

Изучение затухающих электрических колебаний в колебательном контуре - 2 ч.

Определение показателя преломления стекла интерференционным методом - 2 ч.

Изучение поляризованного света - 2 ч.

Изучение дифракционной решетки и определение длин волн линий ртути - 2 ч.

Изучение дифракции Фраунгофера на щели и в двух щелях - 2 ч.

Изучение явления внешнего фотоэффекта - 2 ч.

### **3.5. РГР**

**Тип РГР:** расчетное задание.

**Тематика расчетных заданий**

#### **2 семестр**

1. Механика. Молекулярная физика.

#### **3 семестр**

2. Электричество и магнетизм.

### **3.6. Темы курсовых проектов или курсовых работ**

Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрен.

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине	Индекс компетенции	Номер раздела дисциплины				Формы контроля
		1	2	3	4	5
<b>Знать:</b>						
физические основы механики, термодинамики, молекулярной физики, электродинамики	ОПК-3.5	X				Тест «Механика» Тест «Молекулярная физика и термодинамика» Тест «Электричество и магнетизм»
физические основы оптики и квантовой физики	ОПК-3.6		X			Тест «Оптика и квантовая физика»
<b>Уметь:</b>						
анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики	ОПК-3.5 ОПК-3.6	X	X	X	X	Выполнение и отчеты лабораторных работ
решать основные типы задач по описанию физических явлений; уметь обрабатывать результаты физического эксперимента	ОПК-3.5 ОПК-3.6	X	X	X	X	Самостоятельная работа «Механика. Молекулярная физика» Контрольная работа. «Механика. Молекулярная физика» Самостоятельная работа «Электричество и магнетизм» Контрольная работа «Электричество и магнетизм» Расчетное задание «Механика. Молекулярная физика» Расчетное задание «Электричество и магнетизм»

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

###### **2 семестр**

1. Тест «Механика»
2. Тест «Молекулярная физика и термодинамика»
3. Самостоятельная работа «Механика. Молекулярная физика»
4. Контрольная работа «Механика. Молекулярная физика»
5. Отчет лабораторных работ
6. Выполнение и защита расчетного задания

###### **3 семестр**

1. Тест «Электричество и магнетизм»
2. Тест «Оптика и квантовая физика»
3. Самостоятельная работа «Электричество и магнетизм»
4. Контрольная работа «Электричество и магнетизм»
5. Отчет лабораторных работ
6. Выполнение и защита расчетного задания

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

###### **2 семестр**

Экзамен.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

###### **3 семестр**

Экзамен.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В приложение к диплому выносятся оценка за 3 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1. Печатные и электронные издания:**

1. Кульков, В. Г. Курс физики для энергетиков. Механика и молекулярная физика : учеб. пособие / В. Г. Кульков. - Волжский : Филиал "МЭИ (ТУ)" в г. Волжском, 2008. - 94 с.
2. Кульков, В. Г. Курс физики для энергетиков. Основы электродинамики : учеб. пособие / В. Г. Кульков. - Волжский : Филиал ГОУВПО "МЭИ (ТУ)" в г. Волжском, 2010. - 97 с.
3. Кульков, В. Г. Курс физики для энергетиков. Оптика, квантовая и ядерная физика : учеб. пособие / В. Г. Кульков, С. О. Зубович. - Волжский : Филиал МЭИ в г. Волжском, 2011. - 121 с.

4. Сборник задач по общей физике / Э. Б. Абражевич [и др.] ; под ред. В. М. Белокопытова. - М. : Изд-во МЭИ, 1997. - 373 с.
5. Детлаф, А. А. Курс физики : учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - М. : Высшая школа, 2000, 2001, 2002.
6. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Молекулярная физика — 2018. — 436 с. — ISBN 978-5-8114-0630-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98245> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие — 2018. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-0631-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98246> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Савельев, И. В. Курс физики : учебное пособие : в 3 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие — 2018. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-0687-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98247> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Кульков, В. Г., Мельников, В. П., Кулешина, С. В. Механика. Молекулярная физика : учеб. пособие к выполнению семестрового задания / В. Г. Кульков, В. П. Мельников, С. В. Кулешина. - Волжский : Филиал "МЭИ (ТУ)" в г. Волжском, 2008. - 64 с. — 70 экз.
10. Электричество и магнетизм : учеб. пособие по выполнению семестровой работы / В. Г. Кульков [и др.] . - Волжский: ВФ МЭИ, 2005. - 56 с.
11. Кулешина С.В., Васильева Ю.В. Физический эксперимент. Статистическая обработка результатов эксперимента: Методические указания, Волжский: ВФ МЭИ, 2011 – 16 с.
12. Кулешина С.В., Лепилина А.Ю. Технические измерения. Определение плотности вещества: Методические указания к выполнению лабораторной работы, Волжский: ВФ МЭИ, 2010 – 9 с.
13. Гришин С.С., Кулькова В.В., Кульков В.Г., Гусева Ю.В. Лабораторный практикум по физике. Электромагнетизм. Оптика: учебно-методическое пособие. – Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2021. – 100 с.
14. Гришин С.С., Кулькова В.В., Кульков В.Г., Гусева Ю.В. Лабораторный практикум по физике. Электромагнетизм. Оптика: учебно-методическое пособие. – Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском, 2021. – 100 с.

## **5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

Windows / Операционные системы семейства Linux; Office / Российский пакет офисных программ.

## **5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>  
 Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>  
 База данных Scopus <https://www.scopus.com>  
 Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>  
 База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>  
 База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>  
 База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>  
База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>  
Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>  
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>  
Электронная база данных «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com>  
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>  
ЭБС Издательства «Лань» <https://e.lanbook.com>  
ЭБС «Университетская библиотека Online» <https://biblioclub.ru/>  
Электронная библиотека НТБ МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.  
ЭБС «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных мультимедийными средствами для интерактивного обучения, оборудованных наглядными пособиями, оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель/проектор, персональный компьютер).

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории физики, оборудованной:

- комплектом учебно-лабораторного оборудования «Механика-1»
- комплектом учебно-лабораторного оборудования «Механика-2»
- комплектом учебно-лабораторного оборудования «Электричество и магнетизм»
- установкой «Изучение соударения шаров»
- установкой «Наклонный маятник»
- установкой «Маятник Максвелла»
- установкой «Крутильный маятник»
- установкой «Изучение колебаний физического и математического маятников»
- установкой «Определение поступательного движения на машине»
- установкой «Определение показателя преломления стекла»
- установкой «Изучение поляризованного света»
- установкой «Изучение дифракционной решетки»
- установкой «Определение длины волны излучения лазера»
- установкой «Изучение дифракции Фраунгофера на щели и на двух щелях»
- установкой для определения коэффициента вязкости воздуха
- установкой для определения отношения теплоемкости воздуха
- секундомером электронным универсальным.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Физика

(название дисциплины)

## 2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест «Механика»  
 КМ-2 Тест «Молекулярная физика и термодинамика»  
 КМ-3 Контрольная работа «Механика. Молекулярная физика»  
 КМ-4 Самостоятельная работа «Механика. Молекулярная физика»  
 КМ-5 Отчет лабораторных работ  
 КМ-6 Выполнение и защита расчетного задания «Механика. Молекулярная физика»

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 6 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	экзамен
1	Физические основы механики		+		+	+	+	+	+
2	Молекулярная физика и термодинамика			+	+	+	+	+	+
	Минимальный балл за КМ		1	1	3	18	10	7	20
	Максимальный балл за КМ		3	3	5	24	15	10	40

## 3 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Тест «Электричество и магнетизм»  
 КМ-2 Тест «Оптика и квантовая физика»  
 КМ-3 Контрольная работа «Электричество и магнетизм»  
 КМ-4 Самостоятельная работа «Электричество и магнетизм»  
 КМ-5 Отчет лабораторных работ  
 КМ-6 Выполнение и защита расчетного задания «Электричество и магнетизм»

**Вид промежуточной аттестации – экзамен.**

Трудоемкость дисциплины = 6 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	экзамен
1	Электromагнетизм		+		+	+	+	+	+
2	Оптика. Квантовая и ядерная физика.			+		+	+		+
	Минимальный балл за КМ		1	1	3	18	10	7	20
	Максимальный балл за КМ		3	3	5	24	15	10	40

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии,  
Цифровые системы релейной защиты и автоматики, Гидроэлектростанции и цифровые технологии, Ин-  
теллектуальная возобновляемая энергетика**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.О.10 ФИЗИКА**

**Волжский 2023**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
физические основы механики, термодинамики, молекулярной физики, электродинамики	ОПК-3	Тест «Механика» Тест «Молекулярная физика и термодинамика» Тест «Электричество и магнетизм»
физические основы оптики и квантовой физики	ОПК-3	Тест «Оптика и квантовая физика»
<b>Уметь:</b>		
анализировать результаты наблюдений и экспериментов с применением основных законов и принципов физики	ОПК-3	Выполнение и отчеты лабораторных работ
решать основные типы задач по описанию физических явлений; уметь обрабатывать результаты физического эксперимента	ОПК-3	Самостоятельная работа «Механика. Молекулярная физика» Контрольная работа «Механика. Молекулярная физика» Самостоятельная работа «Электричество и магнетизм» Контрольная работа «Электричество и магнетизм» Расчетное задание «Механика. Молекулярная физика» Расчетное задание «Электричество и магнетизм»

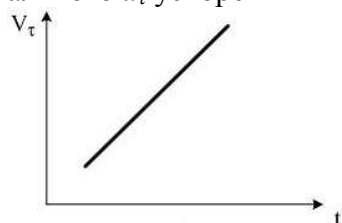
### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### Тест «Механика»

Тест состоит из 8 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста.

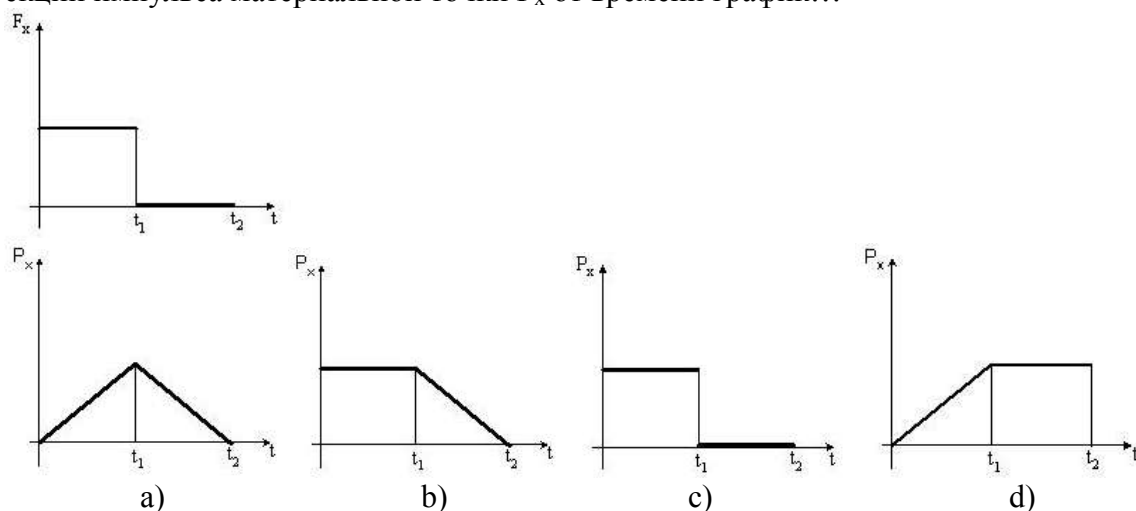
1. Материальная точка  $M$  движется по окружности со скоростью  $V$ . На рисунке показан график зависимости проекции скорости  $V_\tau$  от времени ( $\tau$  – единичный вектор положительного направления,  $V_\tau$  – проекция  $V$  на это направление). При этом для нормального  $a_n$  и тангенциального  $a_\tau$  ускорения выполняются условия ...



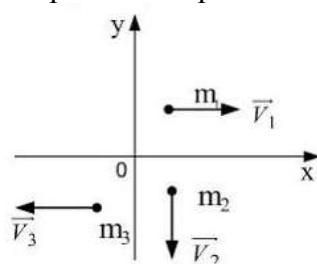
- a)  $a_n > 0$ ;  $a_\tau = 0$
- b)  $a_n = 0$ ;  $a_\tau > 0$
- c)  $a_n = 0$ ;  $a_\tau = 0$
- d)  $a_n > 0$ ;  $a_\tau > 0$



2. Материальная точка начинает двигаться под действием силы  $F_x$ , график временной зависимости которой представлен на рисунке. Правильно отражает зависимость величины проекции импульса материальной точки  $P_x$  от времени график...

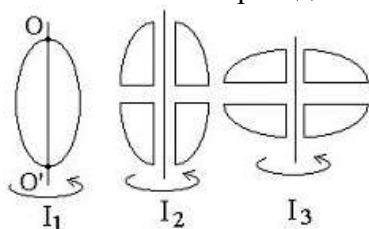


3. Система состоит из трех шаров с массами  $m_1=1$  кг,  $m_2=2$  кг,  $m_3=3$  кг, которые движутся так, как показано на рисунке. Если скорости шаров  $V_1=3$  м/с,  $V_2=2$  м/с,  $V_3=1$  м/с, то вектор скорости центра масс этой системы направлен ...



- a) вдоль оси -OX
- b) вдоль оси -OY
- c) вдоль оси +OX

4. Из жести вырезали три одинаковые детали в виде эллипса. Две детали разрезали пополам вдоль разных осей симметрии. Затем все части отодвинули друг от друга на одинаковое расстояние и расставили симметрично относительно оси  $OO'$ . Для момента инерции относительно оси  $OO'$  справедливо соотношение...

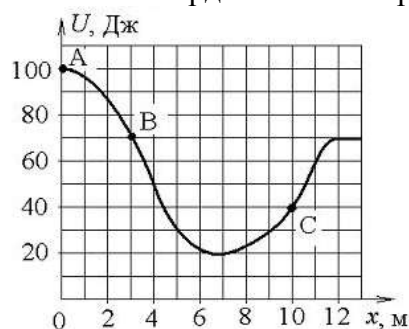


- a)  $I_1 < I_2 = I_3$
- b)  $I_1 > I_2 > I_3$
- c)  $I_1 < I_2 < I_3$
- d)  $I_1 = I_2 = I_3$

5. Если момент инерции тела увеличить в 2 раза и скорость его вращения увеличить в 2 раза, то момент импульса тела ...

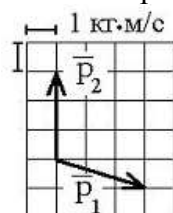
- a) увеличится в 2 раза
- b) увеличится в 4 раза
- c) увеличится в 8 раз
- d) не изменится

6. Небольшая шайба начинает движение без начальной скорости по гладкой ледяной горке из точки А. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Зависимость потенциальной энергии шайбы от координаты  $x$  изображена на графике  $U(x)$ . Скорость шайбы в точке С ...



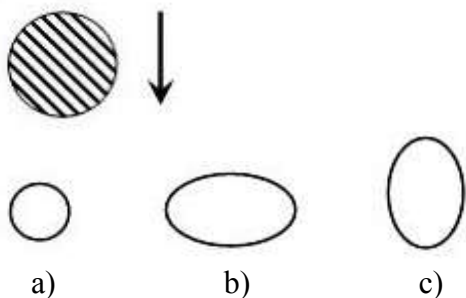
- a) в 2 раза больше, чем в точке В
- b) в  $\sqrt{2}$  раз больше, чем в точке В
- c) в 4 раза больше, чем в точке В
- d) в  $\sqrt{7}$  раз больше, чем в точке В

7. Теннисный мяч летел с импульсом  $\mathbf{P}_1$  (масштаб и направления указаны на рисунке), когда теннисист произвел по мячу резкий удар длительностью  $\Delta t = 0,1$  с. Изменившийся импульс мяча стал равен  $\mathbf{P}_2$ . Средняя сила удара равна ...



- a) 30 Н
- b) 5 Н
- c) 50 Н
- d) 23 Н

8. На борту космического корабля нанесена эмблема в виде геометрической фигуры. Из-за релятивистского сокращения длины эта фигура изменяет свою форму. Если корабль движется в направлении, указанном на рисунке стрелкой, со скоростью, сравнимой со скоростью света, то в неподвижной системе отсчета эмблема примет форму, указанную на рисунке ...



По результатам тестирования выставляется:

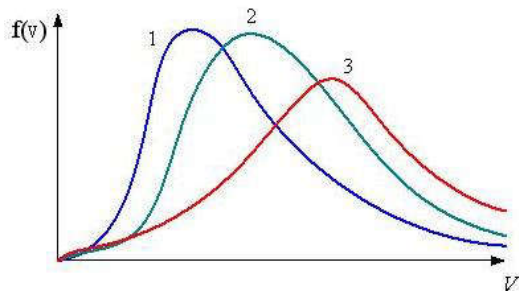
- 3 балла, если правильно выполнено 7 заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 5-6 заданий;
- 1 балл, если правильно выполнено 3-4 задания.

#### Тест «Молекулярная физика и термодинамика»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

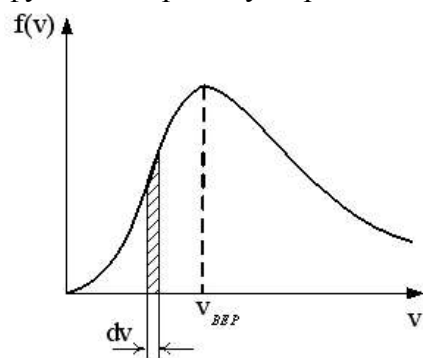
### Пример варианта теста

1. В трех одинаковых сосудах при равных условиях находится одинаковое количество водорода, гелия и азота. Распределение скоростей молекул гелия будет описывать кривая ...



- a) 1
- b) 2
- c) 3

2. На рисунке представлен график функции распределения молекул идеального газа по скоростям (распределение Максвелла), где  $f(v) = \frac{dN}{Ndv}$  — доля молекул, скорости которых заключены в интервале скоростей от  $v$  до  $v+dv$  в расчете на единицу этого интервала. Для этой функции верным утверждением является ...



- a) с ростом температуры площадь под кривой растет
- b) с ростом температуры величина максимума растет
- c) с ростом температуры максимум кривой смещается вправо

3. Средняя кинетическая энергия молекулы идеального газа при температуре  $T$  равна

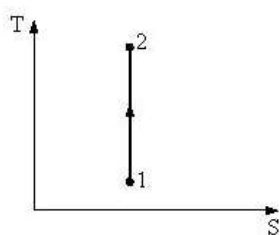
$E = \frac{i}{2} kT$ . Здесь  $i = n_n + n_{ep} + 2n_k$ , где  $n_n$ ,  $n_{ep}$  и  $n_k$  — число степеней свободы поступательного, вращательного и колебательного движения молекулы. При условии, что имеют место только поступательное и вращательное движение, для водорода ( $H_2$ ) число  $i$  равно ...

- a) 2
- b) 8
- c) 5
- d) 7

4. В процессе обратимого адиабатического нагревания постоянной массы идеального газа его энтропия ...

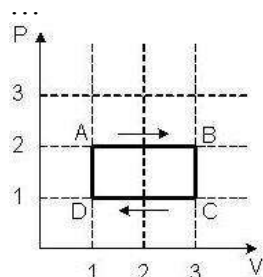
- a) уменьшается
- b) не меняется
- c) увеличивается

5. Процесс, изображенный на рисунке в координатах  $(T, S)$ , где  $S$  — энтропия, является ...



- a) изохорным нагреванием  
b) изобарным нагреванием  
c) адиабатным сжатием  
d) изотермическим расширением

6. На  $(P, V)$  – диаграмме изображен циклический процесс. На участках CD и DA температура



- a) понижается  
b) на CD – повышается, на DA – понижается  
c) повышается  
d) на CD – понижается, на DA – повышается

7. При адиабатическом сжатии идеального газа ...

- a) температура не изменяется, энтропия возрастает  
b) температура и энтропия возрастает  
c) температура возрастает, энтропия убывает  
d) температура возрастает, энтропия не изменяется

По результатам тестирования выставляется:

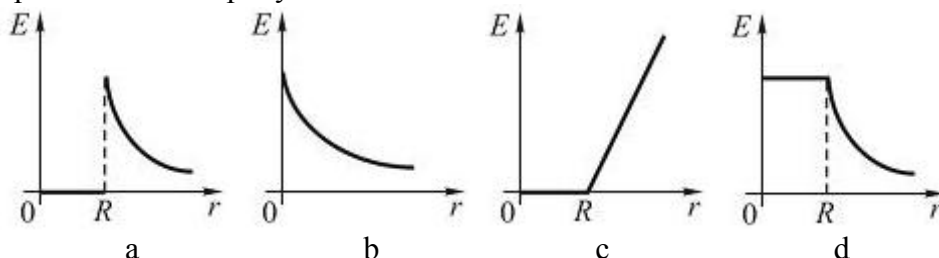
- 3 балла, если правильно выполнено 7 заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 5-6 заданий;
- 1 балл, если правильно выполнено 3-4 задания.

### Тест «Электричество и магнетизм»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста

1. Величина напряженности электростатического поля, создаваемого равномерно заряженной сферической поверхностью радиуса  $R$ , в зависимости от расстояния  $r$  от ее центра верно представлена на рисунке ...



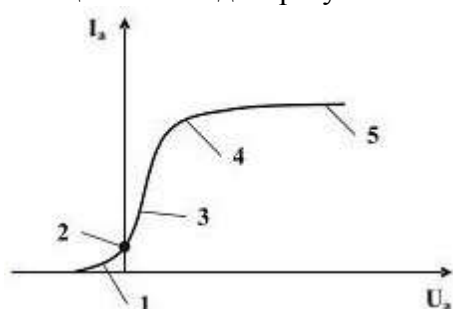
2. У отсоединенного от источника тока плоского конденсатора заряд на обкладках равен  $Q$ . Если между обкладками конденсатора поместить диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , то заряд станет равным ...

- a)  $(\epsilon-1)Q$   
b)  $Q/(\epsilon-1)$   
c)  $\epsilon Q$   
d)  $Q$   
e)  $Q/\epsilon$

3. Два проводника, изготовленные из одного материала, равной длины, но разного сечения ( $S_1 > S_2$ ), подключены последовательно в цепь. Напряженности электрического поля ...

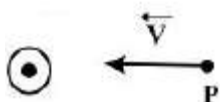
- a) одинаковы в обоих проводниках
- b) в проводнике с сечением  $S_2$  может быть как больше, так и меньше
- c) больше в проводнике с сечением  $S_2$
- d) больше в проводнике с сечением  $S_1$

4. Какой области ВАХ вакуумного диода соответствует утверждение: все электроны, вылетающие из катода в результате термоэлектронной эмиссии, достигают анода?



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

5. Вблизи длинного проводника с током (ток направлен к нам) пролетает протон со скоростью  $v$ . Сила Лоренца...



- a) направлена от нас
- b) направлена влево
- c) направлена вправо
- d) направлена к нам
- e) равна нулю

6. При помещении диэлектрика в электрическое поле, напряженность электрического поля внутри бесконечного однородного изотропного диэлектрика с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$  ...

- a) остается неизменной
- b) остается равной нулю
- c) уменьшится в  $\epsilon$  раз
- d) увеличится в  $\epsilon$  раз

7. Через контур, индуктивность которого  $L=0,02$  Гн, течет ток, изменяющийся по закону  $I = 0.5 \sin 500t$ . Амплитудное значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре, равно ...

- a) 0,01 В
- b) 0,5 В
- c) 5 В
- d) 500 В

По результатам тестирования выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено 7 заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 5-6 заданий;
- 1 балл, если правильно выполнено 3-4 задания.

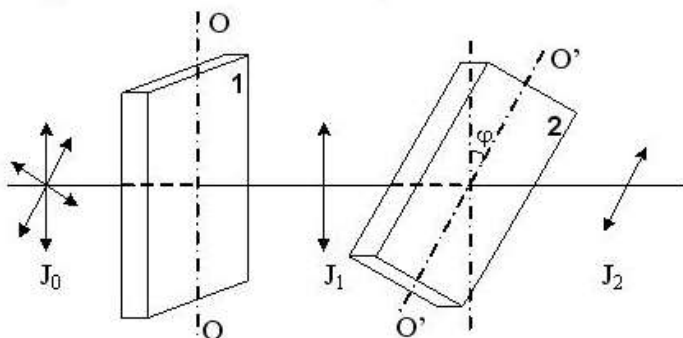
### Тест «Оптика и квантовая физика»

Тест состоит из 7 вопросов. Время выполнения 15 минут.

Пример варианта теста

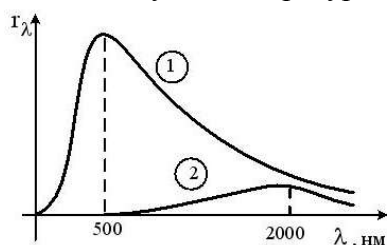
1. Разность хода двух интерферирующих лучей равна  $\lambda/4$ . Разность фаз колебаний равна...  
a)  $30^\circ$       b)  $90^\circ$       c)  $45^\circ$       d)  $60^\circ$

2. На пути естественного света помещены две пластинки турмалина. После прохождения пластинки 1 свет полностью поляризован. Если  $J_1$  и  $J_2$  – интенсивности света, прошедшего пластинки 1 и 2 соответственно, и угол между направлениями  $OO$  и  $O'O'$   $\varphi=30^\circ$ , то  $J_1$  и  $J_2$  связаны соотношением...



- a)  $j_2=3/4 \cdot j_1$       b)  $j_2=1/4 \cdot j_1$   
c)  $j_2=1/2 \cdot j_1$       d)  $j_2=j_1$

3. На рисунке показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Если кривая 2 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 1450 К, то кривая 1 соответствует температуре (в К)...



- a) 2900      b) 1933  
c) 5800      d) 725

4. При изучении внешнего фотоэффекта увеличили освещенность катода. Это привело к...

- a) увеличению значения задерживающего напряжения  
b) уменьшению работы выхода электрона  
c) увеличению значения тока насыщения  
d) увеличению работы выхода электрона

5. Стационарное уравнение Шредингера имеет общий вид:  $-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\psi + U\psi = E\psi$ , где  $U$  – потенциальная энергия микрочастицы. Линейному гармоническому осциллятору соответствует уравнение ...

- a)  $-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta\psi - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r}\psi = E\psi$       b)  $-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{m\omega^2}{2}x^2\psi = E\psi$

$$\text{с) } -\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \psi = E \psi$$

$$\text{d) } -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{1}{x} \psi = E \psi$$

6. В ядре изотопа углерода  $C_6^{14}$  содержится...

- а) 6 протонов и 14 нейтронов
- б) 8 протонов и 6 нейтронов
- с) 6 протонов и 8 нейтронов
- д) 14 протонов и 8 нейтронов
- е) 14 протонов и 6 нейтронов

7. Два ядра гелия  $He_2^4$  слились в одно, при этом был излучен протон. В результате этой реакции образовалось ядро...

- а)  $Be_4^6$
- б)  $Be_4^7$
- с)  $Li_3^7$
- д)  $Li_3^8$

По результатам тестирования выставляется:

- 3 балла, если правильно выполнено 7 заданий.
- 2 балла, если правильно выполнено 5-6 заданий;
- 1 балл, если правильно выполнено 3-4 задания.

### Контрольная работа «Механика и молекулярная физика»

Контрольная работа содержит 3 задачи. Время выполнения 45 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Два тела брошены вертикально вверх с одинаковыми начальными скоростями  $v > 0$  с интервалом времени  $\Delta t$  одно после другого. Первое тело брошено с земли, а второе с балкона, расположенного на высоте  $h$  над точкой бросания первого тела. Через какое время  $t$  с момента бросания первого тела они окажутся на одинаковой высоте? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Два груза, массы которых равны  $m_1 = 0,98 \text{ кг}$  и  $m_2 = 0,20 \text{ кг}$ , связаны невесомой и нерастяжимой нитью и лежат на гладкой доске. К левому грузу приложена сила  $F_1 = 5,3 \text{ Н}$ , к правому, в противоположном направлении, —  $F_2 = 2,9 \text{ Н}$ . Найти силу натяжения нити  $T$  при движении грузов.

3. На барабан массой 9 кг намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 2 кг. Найти ускорение груза. Барабан считать однородным цилиндром. Трением пренебречь.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 5 баллов, если во всех трех задачах ход решения верный, получены правильные ответы;
- 4 балла, если два задания из трех выполнены правильно, а в одном ход решения верный, но есть негрубые ошибки или решение не завершено;
- 3 балла, если одно задание из трех выполнено правильно, а остальные два либо не решены, либо решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки.

### Контрольная работа «Электричество и магнетизм»

Контрольная работа содержит 3 задачи. Время выполнения 45 минут.

Пример варианта контрольной работы.

1. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью  $C=100$  пФ каждый, соединены в батарею последовательно. Определить, насколько изменится емкость батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить диэлектриком с  $\epsilon=2$ .
2. При внешнем сопротивлении  $r_1=8$  Ом сила тока в цепи  $I_1=0,8$  А, при сопротивлении  $r_2=15$  Ом сила тока  $I_2=0,5$  А. Определить силу тока  $I_{к.з}$  короткого замыкания источника э.д.с.
3. По контуру в виде равностороннего треугольника течет ток силой  $I = 50$  А. Сторона треугольника  $a = 20$  см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке пересечения высот.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется:

- 5 баллов, если во всех трех задачах ход решения верный, получены правильные ответы;
- 4 балла, если два задания из трех выполнены правильно, а в одном ход решения верный, но есть негрубые ошибки или решение не завершено;
- 3 балла, если одно задание из трех выполнено правильно, а остальные два либо не решены, либо решение начато, но нет продвижения для достижения результата, либо в этих заданиях допущены грубые ошибки.

### Самостоятельная работа «Механика. Молекулярная физика»

Самостоятельная работа содержит 12 задач. Задачи решаются дома, отчитываются в аудитории в течение модуля.

Пример варианта самостоятельной работы

1. Определить полное ускорение  $a$  в момент  $t=3$  с точки, находящейся на ободе колеса радиусом  $R=0,5$  м, вращающегося согласно уравнению  $\varphi=At+Bt^3$ , где  $A=2$  рад/с;  $B=0,2$  рад/с<sup>3</sup>.
2. Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha=30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $u_1=480$  м/с. Масса платформы с орудием и снарядами  $m=18$  т, масса снаряда  $m_1=60$  кг,
3. Шар массой  $m_1=5$  кг движется со скоростью  $v_1=1$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2=2$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Шары считать однородными, абсолютно упругими, удар - прямым, центральным.
4. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром  $D=75$  см и массой  $m=40$  кг приложена сила  $F=1$  кН. Определить угловое ускорение  $\epsilon$  и частоту вращения  $n$  маховика через время  $t=10$  с после начала действия силы, если радиус  $r$  шкива равен 12 см. Силой трения пренебречь.
5. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых  $x=A_1\sin\omega_1 t$  и  $y=A_2\cos\omega_2 t$ , где  $A_1=8$  см;  $A_2=4$  см;  $\omega_1=\omega_2=2\pi$  с<sup>-1</sup>. Написать уравнение траектории и построить ее на чертеже; показать направление движения точки.
6. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой  $m_1=16$  г со скоростью  $v=300$  м/с. Затвор пистолета массой  $m_2=200$  г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой  $k= 25$  кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.
7. Определить момент силы  $M$ , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой  $n=12$  с<sup>-1</sup>, чтобы он остановился в течение времени  $\Delta t = 8$  с. Диаметр блока  $D=30$  см. Массу блока  $m=6$  кг считать равномерно распределенной по ободу.
8. Смесь кислорода и азота находится в сосуде под давлением  $p=1,2$  МПа. Определить парциальные давления  $p_1$  и  $p_2$  газов, если массовая доля  $\omega$  кислорода в смеси равна 20%.
9. Количество вещества гелия  $\nu=1,5$  моль, температура  $T=120$  К. Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул этого газа.



10. Определить молярные теплоемкости  $C_v$  и  $C_p$  смеси двух газов - одноатомного и двухатомного. Количество вещества  $\nu_1$  - одноатомного и  $\nu_2$  - двухатомного газов соответственно равны 0,4 моль и 0,2 моль.

11. Какова средняя арифметическая скорость  $\langle v \rangle$  молекул кислорода при нормальных условиях, если известно, что средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы кислорода при этих условиях равна 100 нм?

12. Во сколько раз увеличивается коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла Карно при повышении температуры нагревателя от  $T_1' = 380$  К до  $T_1'' = 560$  К? Температура охладителя  $T_2 = 280$  К.

По результатам выполнения самостоятельной работы выставляется:

- 2 балла за каждую задачу, если ход решения верный, получены правильные ответы;
- 1,5 балла за каждую задачу, если ход решения верный, но есть негрубые ошибки или решение не завершено.

Итого за 12 задач самостоятельной работы можно получить минимум 18 баллов, максимум 24 балла.

### Самостоятельная работа «Электричество и магнетизм»

Самостоятельная работа содержит 12 задач. Задачи решаются дома, отчитываются в аудитории в течение модуля.

Пример варианта самостоятельной работы

1. Четыре одинаковых заряда  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$  нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной  $a = 10$  см. Найти силу  $\vec{F}$ , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

2. Определить напряженность  $\vec{E}$  поля, создаваемого зарядом, равномерно распределенным по тонкому прямому стержню с линейной плотностью заряда  $\tau = 200$  нКл/м, в точке, лежащей на продолжении оси стержня на расстоянии  $a = 20$  см от ближайшего конца. Длина стержня  $l = 40$  см.

3. Поверхностная плотность заряда  $\sigma$  бесконечно протяженной вертикальной плоскости равна  $400$  мкКл/м<sup>2</sup>. К плоскости на нити подвешен заряженный шарик массой  $m = 10$  г. Определить заряд  $Q$  шарика, если нить образует с плоскостью угол  $\varphi = 30^\circ$ .

4. Плоский конденсатор с площадью пластин  $S = 200$  см<sup>2</sup> каждая заряжен до разности потенциалов  $U = 2$  кВ. Расстояние между пластинами  $d = 2$  см. Диэлектрик - стекло. Определить энергию  $W$  поля конденсатора и плотность  $w$  энергии поля.

5. Э.д.с. батареи  $E = 80$  В, внутреннее сопротивление  $r_1 = 5$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P = 100$  Вт. Определить силу тока  $I$  в цепи, напряжение  $U$ , под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление  $r$ .

6. В проводнике за время  $t = 10$  с при равномерном возрастании тока от  $I_1 = 1$  А до  $I_2 = 2$  А выделилась теплота  $Q = 5$  кДж. Найти сопротивление  $r$  проводника.

7. Найти сопротивление трубки длиной  $\ell = 0,5$  м и площадью поперечного сечения  $S = 5$  мм<sup>2</sup>, если она наполнена азотом, ионизированным так, что в объеме  $V = 1$  см<sup>3</sup> его находится при равновесии  $n = 10^8$  пар ионов. Ионы одновалентны.

8. Ток силой  $I = 50$  А течет по проводнику, согнутому под прямым углом. Найти напряженность  $\vec{H}$  магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии  $b = 20$  см. Считать, что оба конца проводника находятся очень далеко от вершины угла.

9. Короткая катушка площадью поперечного сечения  $S = 250$  см<sup>2</sup>, содержащая  $N = 500$  витков провода, по которому течет ток силой  $I = 5$  А, помещена в однородное магнитное поле

напряженностью  $H = 1000$  А/м. Найти: 1) магнитный момент  $p_m$  катушки; 2) вращающий момент  $M$ , действующий на катушку, если ось катушки составляет угол  $\varphi = 30^\circ$  с линиями поля.

**10.** Из тонкой проволоки массой  $m = 4$  г изготовлена квадратная рамка. Рамка свободно подвешена на неупругой нити и по ней пропущен ток силой  $I = 8$  А. Определить частоту  $\nu$  малых колебаний рамки в магнитном поле с индукцией  $B = 20$  мТ.

**11.** Частица, несущая один элементарный заряд, влетела в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,01$  Тл. Определить момент импульса  $L$ , которым обладала частица при движении в магнитном поле, если радиус траектории частицы равен  $R = 0,5$  мм.

**12.** Рамка, содержащая  $N = 1000$  витков площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup>, равномерно вращается с частотой  $n = 10$  с<sup>-1</sup> в магнитном поле напряженностью  $H = 10^4$  А/м. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряженности. Определить максимальную э. д. с. индукции  $\mathcal{E}_{\max}$ , возникающую в рамке.

По результатам выполнения самостоятельной работы выставляется:

- 2 балла за каждую задачу, если ход решения верный, получены правильные ответы;
- 1,5 балла за каждую задачу, если ход решения верный, но есть негрубые ошибки или решение не завершено.

Итого за 12 задач самостоятельной работы можно получить минимум 18 баллов, максимум 24 балла.

### Расчетное задание №1 «Механика. Молекулярная физика»

**Прилагается:** Кульков В.Г., Мельников В.П., Кулешина С.В. Механика и молекулярная физика: Учебное пособие к выполнению семестрового задания: Волжский: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском, 2008. – 64 с. (Приложение 1)

Пример варианта

1. Диск совершает 70 об/мин. Где можно положить на диск тело, чтобы оно не соскользнуло? Коэффициент трения покоя тела о диск  $\mu^{\text{пок}} = 0,44$ .
2. К нити подвешена гиря. Если поднимать гирию с ускорением  $a_t = 2$  м/с<sup>2</sup>, то сила натяжения нити  $T_1$  будет вдвое меньше той силы натяжения  $T_2$ , при которой нить разрывается. С каким ускорением  $a_2$  надо поднимать гирию, чтобы нить разорвалась?
3. Какую массу  $m$  бензина расходует двигатель автомобиля на пути  $s = 100$  км, если при мощности двигателя  $N = 11$  кВт скорость его движения  $v = 30$  км/ч? КПД двигателя  $\eta = 0,22$ , удельная теплота сгорания бензина  $q = 46$  МДж/кг.
4. Найти период обращения спутника, движущегося вокруг некоторой планеты вблизи ее поверхности, если средняя плотность планеты  $\rho = 3,3$  г/см<sup>3</sup>.
5. Платформа с песком общей массой  $M = 2$  т стоит на рельсах на горизонтальном участке пути. В песок попадает снаряд массой  $m = 8$  кг и застревает в нем. Пренебрегая трением, определите, с какой скоростью будет двигаться платформа, если в момент попадания скорость снаряда  $v = 450$  м/с, а ее направление – сверху вниз под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту.
6. Человек массой  $m = 60$  кг идет равномерно по периферии горизонтальной круглой платформы радиусом  $R = 3$  м, которую вращают с угловой скоростью  $\omega = 1$  рад/с вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Найти горизонтальную составляющую силы, действующей на человека со стороны платформы, если результирующая сил инерции, приложенных к нему в системе отсчета «платформа», равна нулю.
7. Тонкий однородный стержень длиной  $l$  может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через конец стержня перпендикулярно ему. Стержень отклонили на  $90^\circ$  от положения равновесия и отпустили. Определить скорость  $v$  нижнего конца стержня в момент прохождения положения равновесия.
8. Какую скорость  $v$  должна иметь свинцовая пуля, чтобы при ударе о стальную плиту она

расплавилась? Температура пули  $t_0 = 27^\circ\text{C}$ , температура плавления  $t_1 = 327^\circ\text{C}$ , удельная теплота плавления свинца  $q = 5 \text{ кал/г}$ , удельная теплоемкость свинца  $C = 0,03 \text{ кал/(г}\cdot^\circ\text{C)}$ .

9. При некоторых условиях  $\alpha$  % молекул водорода диссоциировано на атомы. Найти молярную теплоемкость  $C_V$  этого газа при  $\alpha = 25$ . Молярные теплоемкости атомарного водорода  $C_{V1} = 2,94 \text{ кал/(моль}\cdot^\circ\text{C)}$ , молекулярного водорода  $C_{V2} = 4,9 \text{ кал/(моль}\cdot^\circ\text{C)}$ .

10. Вода в пруду имеет температуру  $t = 0^\circ\text{C}$ . Температура окружающего воздуха  $t_2 = -10^\circ\text{C}$ . Какой слой льда образуется за одни сутки, считая с момента начала замерзания воды? Коэффициент теплопроводности льда  $\chi = 2,51 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$ .

За выполнение расчетного задания выставляется:

- 10 баллов, если решено верно 10 задач;
- 9 баллов, если решено верно 9 задач;
- 8 баллов, если решено верно 8 задач;
- 7 баллов, если решено верно 7 задач

### Расчетное задание «Электричество и магнетизм»

**Прилагается:** Кульков В.Г., Бебяков А.Н., Жихарева М.Г., Мельников В.П., Кулешина С.В. Электричество и магнетизм. Пособие по выполнению семестровой работы: Волжский: Филиал ГОУВПО «МЭИ(ТУ)» в г. Волжском, 2005. – 60 с. (Приложение 2)

Пример варианта

1. В однородном электрическом поле, напряженность которого  $E = 3 \cdot 10^4 \text{ В/м}$ , находится диполь длиной  $l = 3,9 \cdot 10^{-11} \text{ м}$  с зарядами, модуль которых равен модулю заряда электрона. Ось диполя составляет с направлением линий напряженности угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найдите вращающий момент, действующий на диполь.
2. Вычислите напряженность поля на оси равномерно заряженного кольца радиусом  $R$  в зависимости от расстояния  $h$  до его центра. В какой точке на оси кольца напряженность поля имеет максимальное значение?
3. Диполь с электрическим моментом, значение которого равно  $3 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}\cdot\text{м}$ , свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью, равной  $1500 \text{ В/см}$ . Какую нужно совершить работу, чтобы повернуть диполь на  $180^\circ$ ?
4. Определите потенциал незаряженного металлического шара радиусом  $r$ , расположенного на расстоянии  $d$  от точечного заряда  $q$ . Каким станет потенциал шара, если его заземлить? Какой заряд будет при этом на шаре?
5. Батарея из  $n$  последовательно соединенных одинаковых конденсаторов заряжена до разности потенциалов  $U$ . Конденсаторы заполнены жидким диэлектриком с диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon$ . Как изменится разность потенциалов, если из  $k$  конденсаторов вытечет диэлектрик? Конденсаторы отсоединены от источника.
6. При силе тока  $0,5 \text{ А}$  напряжение на участке некоторой цепи равно  $8 \text{ В}$ . При силе тока  $1,5 \text{ А}$  напряжение на том же участке равно  $20 \text{ В}$ . Определите ЭДС, действующую на этом участке. Каким будет напряжение, если сила тока уменьшится до  $0,1 \text{ А}$ ?
7. Два источника ( $E_1 = 4 \text{ В}$ ,  $r_1 = 0,1 \text{ Ом}$ ;  $E_2 = 6 \text{ В}$ ,  $r_2 = 0,4 \text{ Ом}$ ) соединили последовательно и замкнули на некоторый резистор. При каком сопротивлении этого резистора на одном из источников напряжение будет равно нулю?
8. Два иона, имеющие одинаковый заряд и прошедшие одинаковую ускоряющую разность потенциалов, влетели в однородное магнитное поле. Первый ион движется по дуге окружности радиусом  $5 \text{ см}$ , второй – по дуге окружности радиусом  $2,5 \text{ см}$ . Определите отношение масс ионов.
9. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1 \text{ Тл}$  вращается квадратная рамка со стороной  $a = 20 \text{ см}$ , состоящая из  $N = 100$  витков медного провода с площадью поперечного се-

чения  $S = 1 \text{ мм}^2$ . Максимальное значение силы индукционного тока в рамке  $I_m = 2 \text{ А}$ . Определите частоту вращения рамки.

10. Конденсатор и электрическая лампочка соединены последовательно и включены в цепь переменного тока напряжением 440 В и частотой 50 Гц. Какую емкость должен иметь конденсатор для того, чтобы через лампочку протекал ток в 0,5 А и падение потенциала на лампочке было равно 110 В?

За выполнение расчетного задания выставляется:

- 10 баллов, если решено верно 10 задач;
- 9 баллов, если решено верно 9 задач;
- 8 баллов, если решено верно 8 задач;
- 7 баллов, если решено верно 7 задач

### **Выполнение и защита лабораторных работ**

Лабораторные работы выполняются по индивидуальному графику, составленному преподавателем. Каждым студентом выполняется 5 работ в каждом семестре.

### **Темы лабораторных работ**

#### **2 семестр**

#### **Работа №1 «Изучение движения маятника Максвелла»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Какое движение называется плоским?
2. Напишите уравнение динамики вращательного движения для маятника Максвелла.
3. Напишите уравнение поступательного движения центра масс для маятника Максвелла.
4. Что называется моментом инерции материальной точки?
5. Как рассчитать момент инерции маятника Максвелла?
6. Почему диск маятника не поднимается на первоначальную высоту?
7. Из каких простых движений состоит плоское движение?
8. Сформулируйте закон сохранения механической энергии для маятника Максвелла.
9. Напишите основные уравнения динамики для поступательного и вращательного движений.
10. Куда переходит кинетическая энергия поступательного движения при опускании маятника в крайнее нижнее положение?
11. Будет ли работать маятник Максвелла, если диаметр вала будет равен наружному диаметру диска?

#### **Работа №2 «Изучение трения качения и затухающих колебаний маятника»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Какова физическая сущность трения?
2. Какие бывают виды трения?
3. Коэффициент трения-качения. В каких единицах измеряется, от чего зависит?
4. Какие колебания называются вынужденными, свободными?
5. Что такое затухающие колебания?
6. Что такое логарифмический декремент затухания?
7. Условия возникновения затухающих колебаний.

#### **Работа №3 «Изучение законов сохранения при соударении двух шаров»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Сформулировать закон сохранения импульса.
2. Сформулировать третий закон Ньютона.
3. Что называется импульсом тела?
4. Сформулировать закон сохранения механической энергии.

5. Какой удар называется абсолютно упругим и абсолютно неупругим?
6. Как оценить долю механической энергии, перешедшей в другие виды энергии?
7. Сравнить модули силы натяжения нити и силы тяжести в момент соударения.
8. Почему левый шар после удара отклоняется на меньший угол?
9. Что называется кинетической и потенциальной энергией?
10. Какая система называется замкнутой?

#### **Работа №4 «Изучение крутильных колебаний на унифилярном подвесе»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Что называется моментом инерции материальной точки и моментом инерции тела?
2. Что называется моментом силы?
3. Напишите основное уравнение вращательного движения твердого тела.
4. Сформулируйте теорему Штейнера.
5. Что означают величины  $k$ ,  $G$ ? От чего они зависят?
6. Что такое «крутильный маятник»? его назначение и устройство.
7. Чему равен момент упругих сил?

#### **Работа № 5 «Изучение колебаний физического и математического маятников»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Какие колебания называются гармоническими?
2. Что называется гармоническим осциллятором, физическим, математическим маятником?
3. Напишите дифференциальное уравнение малых колебаний маятника.
4. Выведите формулы для периодов колебаний физического и математического маятников.
5. Что такое приведенная длина физического маятника?
6. Сформулируйте свойство взаимозаменяемости.
7. При каком условии периоды колебаний оборотного и математического маятников равны?
8. Приведите пример практического применения наблюдений за колебаниями физического и математического маятников.

#### **Работа № 6. «Определение коэффициента вязкости воздуха»**

##### **Контрольные вопросы.**

1. Что называется вязкостью воздуха?
2. Как определяется сила внутреннего трения?
3. Что такое ламинарный поток?
4. Какое условие необходимо выполнить, при возникновении ламинарного потока, для достижения достаточной точности эксперимента?
5. Что такое объемный расход газа?
6. Какое соотношение используется для экспериментального определения коэффициента вязкости газа?
7. Опишите порядок выполнения данной лабораторной работы. Какие величины и каким образом измеряются в ходе выполнения работы?

#### **Работа № 7. «Определение отношений теплоемкостей воздуха»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Что такое теплоемкость? Какие виды теплоемкостей используются в физике?
2. Чем теплоемкости газов отличаются от теплоемкости твердых тел и жидкостей? Что такое  $C_p$  и  $C_v$ ? Чем они отличаются друг от друга?
3. Какая теплоемкость  $C_p$  и  $C_v$  больше и почему?
4. Что такое уравнение Майера и в чем его физический смысл?
5. Что показывает  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  и от чего зависит величина  $\gamma$ ?

6. Какой процесс называется изотермическим? Что можно сказать о теплоёмкости изотермического процесса?
7. Какой процесс называется адиабатическим? Что такое уравнение Пуассона?
8. Что собою характеризует показатель адиабатического процесса и от чего зависит его величина?
9. Что такое число степеней свободы молекулы газа? От чего зависит её величина?
10. Что такое метод Клемана-Дезорма и как он реализуется на практике?
11. Опишите порядок выполнения данной лабораторной работы. Какие величины и каким образом измеряются в ходе выполнения работы?

### 3 семестр

#### **Работа №1 «Ознакомление с методами измерений и оценки погрешностей основных параметров переменного тока»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Какой электрический ток, называется постоянным и какой - переменным?
2. Что называется периодом колебаний переменного тока?
3. Что называется амплитудой переменного тока?
4. Что называется частотой переменного тока? В чем она измеряется?
5. Что называется циклической частотой переменного тока?
6. Что такое действующее значение переменного тока?
7. Как определить действующее значение переменного тока?
8. Справедливо ли уравнение  $U_d = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$  для любого переменного тока?
9. Как измеряются амплитуда и период переменного тока с помощью осциллографа?
10. Почему прямоугольный импульсный сигнал ещё называют «меандр»?

#### **Работа №2 «Исследование электростатического поля методом моделирования полей»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение эквипотенциальной поверхности. Каковы ее свойства?
2. Назовите свойства силовых линий поля.
3. От чего зависит сила, действующая на заряд в электростатическом поле (ЭСП)?
4. Что характерно для однородного ЭСП?
5. Запишите уравнение, связывающее величины  $\vec{E}$  и  $\varphi$ .
6. Как направлены векторы  $\vec{E}$ ,  $\vec{F}$ ,  $\vec{grad}\varphi$  и ускорения частицы  $\vec{a}$ , движущейся в ЭСП?
7. Как проводят эквипотенциальные и силовые линии на картине исследуемого поля?
8. Как определяют направление силовых линий, используя свойства вектора градиента потенциала?
9. Каким образом в работе находят напряженность в точках исследуемого ЭСП?
10. Укажите назначение мультиметра в электрической цепи.

#### **Работа №3 «Определение емкости конденсатора методом заряда/разряда и полного сопротивления»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определения величин емкости проводника и конденсатора.
2. От каких величин зависит емкость уединенного проводника и конденсатора?
3. Как изменится емкость конденсатора при изменении проницаемости диэлектрика  $\epsilon_r$  или расстояния между обкладками  $d$ :
  - а) если конденсатор отключен от источника тока;
  - б) без отключения?
4. Запишите формулы для расчета емкости при последовательном соединении конденсаторов. Как изменяется емкость в соединении по сравнению с емкостью одного конденсатора?

5. Сравните параметры (заряд, напряжение) одного конденсатора и батареи конденсаторов, соединенных параллельно.
6. Какую величину измеряют интегратором? От чего зависят показания  $U$  прибора?
7. Что показывает величина градуировочной постоянной  $\gamma$ ?
8. Какие величины необходимо измерить для градуировки прибора?
9. Какие формулы используют для определения градуировочной постоянной  $\gamma$ , емкости неизвестного конденсатора  $C_x$  и емкости соединения конденсаторов  $C_{\text{эсп}}$  и  $C_{\text{расч}}$ ?

#### **Работа №4 «Изучение зависимости магнитной проницаемости ферромагнетика от напряженности магнитного поля»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Покажите вид основной, кривой намагничивания  $B = f(H)$  и графика зависимости относительной магнитной проницаемости от напряженности  $\mu_r = f(H)$  магнитного поля для ферромагнетиков:
  - а) при  $T < T_c$ ; б) при  $T > T_c$  ( $T_c$  - температура Кюри).
2. Чем отличается основная кривая намагничивания ферромагнетика от аналогичной зависимости  $B = f(H)$  для неразмагниченного образца?
3. Назовите характерные свойства ферромагнетиков и особенности их намагничивания.
4. Опишите изменения доменной структуры ферромагнетика в процессе его намагничивания (по мере роста напряженности поля  $H$ ).
5. От каких величин зависят:
  - а) напряженность  $H$  магнитного поля тороида;
  - б) индукция  $B$  магнитного поля тороида с ферромагнитным сердечником;
  - в) магнитная проницаемость  $\mu_r$  сердечника тороида?
6. Какие формулы показывают зависимость параметров магнитного поля  $B$  и  $H$  от других величин?
7. Какая зависимость составляет основу метода определения магнитной проницаемости сердечника?
8. Какой закон используется в работе для определения полного сопротивления катушки в цепи переменного тока?
9. Какие измеряемые величины входят в расчетную формулу для магнитной проницаемости сердечника?
10. Какие экспериментальные зависимости можно получить, определяя  $\mu_r$ ,  $H$  и  $B$  при различных токах?
11. Какой элемент электрической цепи служит для изменения напряжения  $U$ ?
12. Какие формулы используют для определения следующих величин:
  - а) напряженности  $H$  магнитного поля в сердечнике;
  - б) магнитной индукции  $B$ ;
  - в) магнитной проницаемости цг материала сердечника?
13. Какие измеренные величины используются для построения основной кривой намагничивания?

#### **Работа № 5 «Изучение свойств ферромагнетика с помощью петли гистерезиса»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Покажите на графике основную кривую намагничивания  $B = f(H)$  и зависимость  $\mu_r = f(H)$  для ферромагнетиков:
  - а) при  $T < T_c$ ;
  - б) при  $T > T_c$  ( $T_c$  - температура Кюри).
2. В чем отличие основной кривой намагничивания от петли гистерезиса?

3. Назовите характерные свойства ферромагнетиков и особенности их намагничивания.
4. Опишите изменения доменной структуры ферромагнетика в процессе его намагничивания (по мере роста напряженности поля  $H$ ).
5. От каких величин зависит:
  - а) напряженность  $H$  магнитного поля тороида;
  - б) магнитная индукция  $B$  тороида с ферромагнитным сердечником;
  - в) магнитная проницаемость  $\mu_r$  материала сердечника тороида?
6. Какие формулы (из приведенных в работе) показывают зависимость величин  $B$  и  $H$  от других величин?
7. Какие измеряемые величины и какие формулы используют для определения следующих величин:
  - а) напряженности  $H$  магнитного поля в сердечнике;
  - б) магнитной индукции  $B$ ;
  - в) магнитной проницаемости  $\mu_r$  материала сердечника?
8. Укажите способ включения и назначение следующих элементов:
  - а) сопротивления  $R_1$  в цепи первичной обмотки;
  - б) интегратора тока в цепи вторичной обмотки.
9. Для чего используют значение тока в первичной обмотке, измеренное амперметром?
10. Назовите величины, пропорционально которым изменяются значения напряжений  $U_x$  и  $U_y$  (на входах  $X$  и  $Y$  осциллографа).
11. Найдите характерные точки петли гистерезиса, координаты которых используют:
  - а) для определения параметров ферромагнетика  $H_c$ ,  $B_r$ ,  $B_s$  и  $H_s$ ;
  - б) для построения основной кривой намагничивания  $B = f(H)$ ?
12. По каким формулам в работе определяют следующие величины:
  - а) остаточной индукции  $B_r$ ;
  - б) коэрцитивной силы  $H_c$ ;
  - в) магнитной проницаемости сердечника  $\mu_r$ ?

### **Работа №7 «Изучение затухающих электрических колебаний в колебательном контуре»** **Контрольные вопросы**

1. По какому закону изменяются при разряде конденсатора в колебательном контуре, содержащем  $R$ ,  $L$ ,  $C$ , следующие величины:
  - а) напряжение на конденсаторе;
  - б) заряд обкладок;
  - в) ток в цепи?
2. Какие формулы показывают, как зависят от параметров колебательного контура следующие характеристики колебаний:
  - а) циклическая частота и период затухающих колебаний;
  - б) коэффициент затухания колебаний;
  - в) критическое сопротивление контура?
3. При изменении каких параметров контура, содержащего  $R$ ,  $L$ ,  $C$ :
  - а) сближаются значения периодов затухающих и незатухающих колебаний;
  - б) изменяется коэффициент затухания колебаний;
  - в) изменяется критическое сопротивление контура?
4. Что происходит в колебательном контуре при выполнении условия  $\delta > \omega_0$ ?
5. Какие величины измеряют по осциллограмме колебаний для определения:
  - а) периода затухающих колебаний;
  - б) логарифмического декремента затухания колебаний?
6. Какие величины используют для калибровки оси  $X$  осциллографа?
7. Как определяют экспериментальное значение критического сопротивления контура? Какой вид принимает осциллограмма  $U(t)$  при достижении  $R_{кр}$ ?



8. Какое назначение имеют следующие элементы электрической цепи:
- а) генератор напряжений специальной формы;
  - б) реостат?
9. Какой параметр колебательного контура изменяют в работе, чтобы получить апериодический разряд конденсатора?
10. С каких элементов электрической цепи можно подать напряжение на вход  $Y$  осциллографа для наблюдения затухающих колебаний?
11. По каким формулам определяют:
- а) экспериментальное значение периода колебаний  $T$ ;
  - б) экспериментальное значение коэффициента затухания колебаний  $\delta$ ;
  - в) расчетные (теоретические) значения величин  $T$ ,  $\delta$  и  $R_{кр}$ ?

#### **Работа № 8. «Определение показателя преломления стекла интерференционным методом»**

##### **Контрольные вопросы.**

1. Что называется показателем преломления?
2. Что называется углом падения, преломления, отражения?
3. Сформулировать закон преломления?
4. Сформулировать закон отражения?
5. От чего зависит показатель преломления?
6. Что называется интерференцией света?
7. Какие волны называются когерентными?
8. Что называется дисперсией света?
9. В чем заключается интерференционный метод определения показателя преломления?

#### **Работа № 9 «Изучение поляризованного света»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Что такое поляризация и поляризованный свет?
2. Что такое поляризаторы и анализаторы света?
3. Как можно получить поляризованный свет?
4. Что такое угол Брюстера? Сформулировать закон Брюстера.
5. Как определить показатель преломления, зная угол Брюстера?
6. Сформулировать закон Малюса.

#### **Работа № 10 «Изучение дифракционной решетки и определение длин волн линий ртути»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Что такое дифракционная решётка? Её характеристики.
2. Что называется периодом дифракционной решётки?
3. Что происходит с лучом света при прохождении через решётку?
4. Что называется дифракцией Фраунгофера?
5. Что называется разрешающей способностью решётки?
6. Условие главных максимумов для решётки?
7. Что называется угловой дисперсией решётки?

#### **Работа № 11 «Определение длины волны излучения лазера при помощи бипризмы Френеля»**

##### **Контрольные вопросы**

1. Что называется длиной волны? Какая связь между длиной волны и частотой света?
2. Что такое бипризма Френеля? Какими параметрами она характеризуется?
3. Что происходит со светом при прохождении через бипризму?
4. Что называется интерференцией света? Какой свет может её образовывать?
5. Какие источники света называются когерентными?
6. Назовите способы получения когерентных волн.
7. Где используется интерференция света?

### **Работа № 12 «Изучение дифракции Фраунгофера на щели и в двух щелях»**

#### **Контрольные вопросы**

1. Как определить ширину щели по дифракционной картине?
2. Как определить расстояние между щелями по дифракционной картине?
3. Что называется дифракцией Фраунгофера? Примеры дифракции.
4. Чем различается дифракция на щели и на двух щелях?
5. Что такое ширина дифракционного максимума?
6. В чём заключается принцип Гюйгенса - Френеля?
7. Условия дифракционных максимумов и минимумов для щели.
8. Условия главных максимумов и побочных минимумов для двух щелей.

### **Работа № 13 «Изучение явления внешнего фотоэффекта»**

#### **Контрольные вопросы**

1. Что называется внешним, внутренним, вентильным фотоэффектом?
2. Какой ток называется фототоком насыщения? От чего зависит его величина?
3. Что называется задерживающим напряжением?
4. Что означает красная граница фотоэффекта? Как ее определить?
5. Написать уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
6. Назвать основные законы внешнего фотоэффекта.
7. Что называется работой выхода электрона? Как ее определить? От чего она зависит?
8. От чего зависит скорость электронов, вырывающихся из катода?
9. От чего зависит количество электронов, вырывающихся из катода?

По результатам защиты лабораторной работы выставляется:

- 3 балла, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, даны правильные ответы на контрольные вопросы;
- 2 балла, если лабораторная работа выполнена верно, грамотно оформлена, но при ответах на контрольные вопросы были допущены ошибки, или были погрешности при выполнении и оформлении лабораторной работы, но на контрольные вопросы были даны правильные ответы.

Итого за выполнение и защиту пяти лабораторных работ можно получить минимум 10 баллов, максимум 15 баллов.

### **Промежуточная аттестация**

#### **2 семестр**

#### **Экзамен**

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

#### **Экзаменационные вопросы**

1. Механика. Механическое движение. Характеристики движения материальной точки.
2. Основные законы динамики материальной точки. Виды сил в механике.

3. Закон изменения импульса механической системы.
4. Движение тела переменной массы.
5. Кинематика и динамика движения материальной точки по окружности.
6. Динамика твердого тела, вращающегося вокруг оси. Момент инерции твердого тела.
7. Механическая работа. Кинетическая энергия и потенциальная энергия.
8. Законы сохранения в механике.
9. Соударение тел.
10. Движение в неинерциальных системах отсчета. Силы инерции.
11. Колебания. Колебательные системы. Маятники.
12. Свободные незатухающие и затухающие механические колебания. Характеристики затухания.
13. Сложение колебаний.
14. Энергия колебаний.
15. Вынужденные колебания. Механический резонанс.
16. Упругие волны. Звук.
17. Принцип относительности Галилея. Постулаты специальной теории относительности.
18. Преобразования Лоренца.
19. Основной закон релятивистской динамики.
20. Взаимосвязь массы и энергии.
21. Основы и содержание молекулярно кинетической теории. Термодинамическая система. Термодинамический процесс.
22. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Давление газа на стенку.
23. Распределение Максвелла молекул газа по скоростям.
24. Тепловые скорости молекул.
25. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
26. Первый закон термодинамики. Теплоемкость.
27. Основные изопроцессы в идеальном газе.
28. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.
29. Циклические процессы. Теорема Карно.
30. Второй закон термодинамики. Третий закон термодинамики.
31. Термодинамические потенциалы.
32. Межмолекулярное взаимодействие. Уравнение состояния реальных газов.
33. Изотермы реального газа.
34. Диаграмма состояния. Тройная точка.
35. Фазовые переходы первого рода.
36. Фазовые переходы второго рода.
37. Смачивание. Капиллярные явления.
38. Неравновесные процессы.
39. Основные уравнения явлений переноса.
40. Кинетические коэффициенты.

### Примеры экзаменационных задач

1. Определить импульс  $p$ , полученный стенкой при ударе о нее шарика массой  $m=300$  г, если шарик двигался со скоростью  $v=8$  м/с под углом  $\alpha=60^\circ$  к плоскости стенки. Удар о стенку считать упругим.
2. Снаряд, летевший со скоростью  $v=400$  м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью  $u_1=150$  м/с

3. Шар массой  $m_1=5$  кг движется со скоростью  $v_1=1$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2=2$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Шары считать однородными, абсолютно упругими, удар - прямым, центральным.
4. Шар массой  $m_1=3$  кг движется со скоростью  $v_1=2$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2=5$  кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

Оценка	Количество баллов
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов

### 3 семестр

#### Экзамен

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и практическое задание.

#### Экзаменационные вопросы

1. Первый закон термодинамики.
2. Теплоемкость
3. Основные изопроцессы в идеальном газе
4. Циклические процессы. Теорема Карно
5. Второй закон термодинамики
6. Третий закон термодинамики
7. Диаграмма состояния. Тройная точка
8. Фазовые переходы первого рода
9. Фазовые переходы второго рода
10. Симметрия кристаллов
11. Аморфные твердые тела

12. Дефекты кристаллического строения
13. Влияние дислокаций на физические свойства кристаллов
14. Основные характеристики магнитного поля
15. Магнитные свойства атомов
16. Диамагнетизм
17. Парамагнетизм.
18. Магнитное упорядочение
19. Магнитомягкие ферромагнетики
20. Магнитотвердые ферромагнетики
21. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания
22. Вынужденные колебания в контуре
23. Векторные диаграммы
24. Переменный ток. Цепи с активным, емкостным и индуктивным сопротивлением.
25. Резонанс в цепи переменного тока
26. Волновое уравнение электромагнитного поля
27. Бегущая и стоячая плоские волны
28. Энергия электромагнитной волны
29. Давление, импульс и масса электромагнитного поля
30. Излучение электромагнитной волны диполем
31. Экспериментальное исследование электромагнитных волн
32. Шкала электромагнитных волн
33. Электрический ток в вакууме. Электронная эмиссия
34. Термоэлектронная эмиссия. Формула Ричардсона – Дэшмана
35. Применение электрического тока в вакууме. Электронные лампы
36. Электрический ток в газах. Тлеющий разряд Искровой разряд. Молния Дуговой разряд Коронный разряд
37. Явление сверхпроводимости
38. Свойства сверхпроводников
39. Высокотемпературная сверхпроводимость
40. Применение сверхпроводимости

### Примеры экзаменационных задач

1. Точечные заряды  $Q_1=20$  мкКл и  $Q_2=-10$  мкКл находятся на расстоянии  $d=5$  см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на  $r_1=3$  см от первого и  $r_2=4$  см от второго заряда. Определить также силу  $F$ , действующую в этой точке на точечный заряд  $Q=1$  мкКл.
2. Два конденсатора емкостью  $C_1=5$  мкФ и  $C_2=8$  мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с э.д.с.  $\mathcal{E}=80$  В. Определить заряд каждого из конденсаторов и разности потенциалов между их обкладками
3. Ток в проводнике сопротивлением  $r=25$  Ом за время  $t=10$  с равномерно возрастает от нуля до некоторого максимума. За это время в проводнике выделилась теплота  $Q=40$  кДж. Определить среднее значение силы тока  $\langle I \rangle$  в проводнике за этот промежуток времени.
4. Расстояние между пластинами плоского конденсатора  $d=2$  мм, разность потенциалов  $U=600$  В. Заряд каждой пластины  $Q=40$  нКл. Определить энергию  $W$  поля конденсатора и силу  $F$  взаимного притяжения пластин

По результатам ответа на экзамене выставляется:

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;

- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки;
- 0 баллов, если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для категории 20-25 баллов.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и экзаменационной составляющей.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов