

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

10.02.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.1.14 Физика

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки  
(специальность)

15.03.01 Машиностроение

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Машины и технология высокоэффективных процессов  
обработки материалов

Курс 1, 2

Семестр 2, 3

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	324 / 9	часов/зачетных единиц
Лекции	72	часов
Лабораторные работы	54	часов
Практические занятия	36	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	162	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	126	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	2	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	3	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.01 Машиностроение

Программу составили:

старший преподаватель	Физики	СОГЛАСОВАНО	И.В. Кречетова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра физики

		(наименование кафедры)	
22.02.2024	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.С. Масленников	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими) кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	С.Я. Алибеков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.В. Костромин
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Копылов Владимир Иванович, генеральный директор ООО Объединение «Родина»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий.	<b>знания:</b> Методы поиска информации для разработки и освоения высокоэффективных технологических процессов обработки материалов для достижения качества выпускаемых изделий, представлении о машинах на основе знаний законов физики и современных информационных технологий. <b>умения:</b> Поиса информации для разработки и освоения высокоэффективных технологических процессов обработки материалов для достижения качества выпускаемых изделий, представлении о машинах на основе знаний законов физики и современных информационных технологий. <b>навыки:</b> Критический анализ, обобщение и представление информации для разработки и освоения высокоэффективных технологических процессов обработки материалов для достижения качества выпускаемых изделий, представлении о машинах на основе знаний законов физики и современных информационных технологий.
	УК-1.2 Систематизирует обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи.	<b>знания:</b> Знает методы систематизации обнаруженной информацию, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи. <b>умения:</b> Умеет систематизировать обнаруженную информацию, полученную из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи. <b>навыки:</b> Имеет навык систематизации обнаруженной информации, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи.
	УК-1.3 Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор.	<b>знания:</b> Знает методы выбора оптимального варианта решения задачи, аргументируя свой выбор. <b>умения:</b> Умеет выбирать оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор. <b>навыки:</b> Имеет навык выбора оптимального варианта решения задачи, аргументируя свой выбор.

	УК-1.4 Разрабатывает варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации.	<b>знания:</b> Знает методы разработки вариантов решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации. <b>умения:</b> Умеет разрабатывать варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации. <b>навыки:</b> Имеет навык разработки вариантов решения проблемной ситуации на основе системного подхода и критического анализа доступных источников информации.
	УК-1.5 Формулирует и аргументирует выводы и суждения, в том числе с применением философского понятийного аппарата.	<b>знания:</b> Знает, как формулировать и аргументировать выводы и суждения. <b>умения:</b> Умеет формулировать и аргументировать выводы и суждения. <b>навыки:</b> Имеет навык формулировки и аргументации выводов и суждений.
2. ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей на практике.	<b>знания:</b> Знает основные законы физики. <b>умения:</b> Умеет использовать основные законы физики. <b>навыки:</b> Имеет навык использования основных законов физики.
	ОПК-1.2 Демонстрирует знания принципиальных особенностей моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов.	<b>знания:</b> Знает методы решения стандартных профессиональных задач с применением законов физики и химии. <b>умения:</b> Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением законов физики и химии. <b>навыки:</b> Имеет навык решения стандартных профессиональных задач с применением законов физики и химии.

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Математика (УК-1), Начертательная геометрия и инженерная графика (УК-1), Информационные технологии (УК-1), Начертательная геометрия и инженерная графика (ОПК-1), Математика (ОПК-1), Химия (ОПК-1), Механические системы в машиностроении (ОПК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Философия (УК-1), Математика (УК-1), Основы научных исследований (УК-1), Основы технологического предпринимательства (УК-1), Основы проектирования (ОПК-1), Сопротивление материалов (ОПК-1); практиках:

Эксплуатационная практика (рассредоточенная) (УК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (УК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (УК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ОПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-1)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические и лабораторные занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: информационные, классическая лекция, проблемная лекция, задания

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 2 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Физические основы механики</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Физические основы механики. Основные понятия кинематики (модели в механике, система отсчета, траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение). Кинематика вращательного движения: угловой путь, угловая скорость, угловое ускорение. Связь линейных и угловых величин.	2	
Лекция. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Законы Ньютона и закон сохранения импульса. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Уравнение движения тела переменной массы.	2	
Лекция. Силы в природе. Упругие напряжения и деформации в твердом теле. Неинерциальные системы отсчета. Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Связь между силой и потенциальной энергией.	2	
Лекция. Основной закон динамики вращения. Момент силы. Момент импульса материальной точки и момент импульса механической системы. Закон сохранения момента импульса механической системы. Уравнение динамики вращения твердого тела вокруг закрепленной оси. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.	2	
Лекция. Элементы специальной теории относительности. Преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Следствия из преобразований Лоренца. Основной закон релятивистской динамики материальной точки. Закон взаимосвязи массы и энергии.	2	
Лекция. Элементы механики сплошных сред. Давление в жидкости и в газе. Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение	2	

неразрывности. Уравнение Бернулли. Вязкость. Методы определения вязкости.		
Практическое занятие. Кинематика поступательного и вращательного движений	2	
Практическое занятие. Динамика поступательного движения. Законы сохранения импульса и энергии	2	
Практическое занятие. Механика вращательного движения твердого тела	2	
Лабораторная работа. Статистическая обработка результатов эксперимента	2	
Лабораторная работа. Измерение ускорения свободного падения на машине Атвуда	2	
Лабораторная работа. Изучение законов вращательного движения на маятнике Обербека	2	
Лабораторная работа. Измерение скорости снаряда с помощью баллистического маятника	2	
Лабораторная работа. Защита работ	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме: "Физические основы механики"	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Энергия упругих деформаций твердого тела. Закон Гука. Модуль Юнга. Коэффициент Пуассона. Выполнение домашней работы (тесты 1-3 в ЭК). Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.	18	
<b>Молекулярная физика и термодинамика</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Статистический и термодинамический методы. Термодинамическая система и параметры состояния. Элементы статистической физики. Основные положения МКТ. Основное уравнение МКТ для идеального газа (уравнение Клаузиуса). Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Барометрическая формула Больцмана.	2	
Лекция. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона.	2	
Лекция. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема. Теплоемкость. Уравнение Майера. Адиабатический процесс. Политропный процесс.	2	
Лекция. Прямой и обратный цикл. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее статистический смысл. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно.	2	
Лекция. Реальные газы Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван-дер-	2	

Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ. Внутренняя энергия реального газа. Сжижение газов. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Капиллярные явления.		
Лекция. Твердые тела. Кристаллы. Типы кристаллических твердых тел. Дефекты в кристаллах. Теплоемкость твердых тел. Аморфные тела. Фазовые переходы II род. Диаграмма состояния. Тройная точка.	2	
Практическое занятие. Молекулярное строение вещества. Давление смеси газов. Распределение Максвелла.	2	
Практическое занятие. Основные законы термодинамики. Степени свободы молекулы. Энтропия. Явления переноса.	2	
Практическое занятие. Защита задач	2	
Лабораторная работа. Определение коэффициента Пуассона для воздуха методом Клемана-Дезорма	2	
Лабораторная работа. Определение коэффициента вязкости воздуха	2	
Лабораторная работа. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса	2	
Лабораторная работа. Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова	2	
Лабораторная работа. Защита работ	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме: "Молекулярная физика и термодинамика"	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы. Применение 1-го начала термодинамики к изопроцессам. Выполнение домашней работы (тест 4 в ЭК). Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.	18	
<b>Электростатика. Постоянный ток</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Электростатика. Принцип суперпозиции полей. Силовые линии. Работа по перемещению заряда. Потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.	2	
Лекция. Применение теоремы Гаусса к расчету некоторых электростатических полей в вакууме. Циркуляция вектора напряженности электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом. Напряженность как градиент потенциала.	2	
Лекция. Диэлектрики в электрическом поле. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике. Электрическое смещение. Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. Сегнетоэлектрики.	2	
Лекция. Проводники в электрическом поле. Проводники в электростатическом поле. Электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия	2	

электростатического поля.		
Лекция. Постоянный электрический ток. Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Сопротивление проводников. Сверхпроводимость. Закон Джоуля-Ленца.	2	
Лекция. Электрические токи в металлах, вакууме и газах	2	
Практическое занятие. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля. Применение теоремы Гаусса к расчету некоторых электростатических полей. Работа по перемещению заряда в электрическом поле.	2	
Практическое занятие. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Правила Кирхгофа. Работа и мощность электрического тока.	2	
Практическое занятие. Защита задач	2	
Лабораторная работа. Изучение электростатического поля	2	
Лабораторная работа. Определение емкости конденсатора с помощью баллистического гальванометра	2	
Лабораторная работа. Изучение свойств сегнетоэлектриков	2	
Лабораторная работа. Изучение температурной зависимости металлов с помощью мостика Уитстона	2	
Лабораторная работа. Защита работ	2	
Лабораторная работа. Коллоквиум по теме: "Электростатика. Постоянный ток"	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Эквипотенциальные поверхности. Выполнение домашней работы (тесты 5-7 в ЭК). Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.	18	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

### 3 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Электромагнетизм</b>	<b>46</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Магнитное поле и его характеристики. Магнитное поле и его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету некоторых полей. Закон Ампера. Взаимодействие токов. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца.	2	
Лекция. Закон полного тока для магнитного поля в вакууме. Циркуляция вектора магнитной индукции в вакууме. Магнитные поля соленоида и тороида. Магнитный поток. Теорема Гаусса для поля В. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.	2	
Лекция. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.	2	



Правило Ленца. Природа электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.		
Лекция. Магнитные свойства вещества. Магнитные моменты электронов и атомов. Диа- и парамагнетизм. Намагниченность. Магнитное поле в веществе. Закон полного тока в веществе. Условия на границе раздела двух магнетиков. Ферромагнетики: их природа и свойства.	2	
Лекция. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в интегральной форме и дифференциальной форме.	2	
Практическое занятие. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету некоторых полей. Сила Ампера. Сила Лоренца.	2	
Практическое занятие. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Индуктивность контура. Объемная плотность энергии магнитного поля.	2	
Практическое занятие. Защита задач. Коллоквиум по теме: "Электромагнетизм".	2	
Лабораторная работа. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона.	2	
Лабораторная работа. Экспериментальное определение индуктивности катушки	2	
Лабораторная работа. Изучение физических свойств ферромагнетиков или сегнетоэлектриков.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Сила Ампера. Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Ускорители заряженных частиц. Выполнение домашней работы (тесты 8-11 в ЭК). Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач.	24	
<b>Колебания и волны. Волновая оптика</b>	<b>48</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Гармонические колебания. Кинематика гармонических колебаний. Гармонический осциллятор. Сложение колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.	2	
Лекция. Затухающие и вынужденные колебания. Резонанс. Дифференциальное уравнение свободных затухающих колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Автоколебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний (механических и электромагнитных) и его решение. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.	2	
Лекция. Упругие волны. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Уравнение бегущей волны. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Групповая скорость. Электромагнитные волны. Энергия электромагнитных волн. Импульс электромагнитного поля. Экспериментальное получение электромагнитных волн. Дифференциальное уравнение электромагнитной волны. Применение	2	

электромагнитных волн.		
Лекция. Элементы геометрической оптики. Основные фотометрические величины. Интерференция света. Когерентность и монохроматичность световых волн. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света. Интерференция света в тонких пленках. Применение интерференции света на производстве.	2	
Лекция. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Прямолинейное распространение света. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Дифракция Фраунгофера на одной щели и на дифракционной решетке. Дифракция на пространственной решетке. Понятие о голографии. Рассеяние света.	2	
Лекция. Дисперсия света. Электронная теория дисперсии света. Поглощение света. Эффект Доплера. Излучение Вавилова - Черенкова. Естественный и поляризованный свет. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Поляризационные призмы и поляроиды. Вращение плоскости поляризации.	2	
Практическое занятие. Гармонические колебания и их характеристики. Упругие волны.	2	
Практическое занятие. Интерференция света. Дифракция и поляризация света.	2	
Практическое занятие. Защита задач. Коллоквиум по теме: "Колебания и волны. Волновая оптика".	2	
Лабораторная работа. Определение скорости звука в воздухе или изучение колебаний струны.	2	
Лабораторная работа. Изучение вынужденных колебаний в LCR-контуре или в обратном маятнике.	2	
Лабораторная работа. Изучение явления дифракции света.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Гармонические колебания и их характеристики. Пружинный, физический и математический маятники. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре. Применение интерференции света. Выполнение домашней работы (тесты 12-16 в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	24	
<b>Квантовая и атомная физика. Элементы квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц</b>	<b>50</b>	ОПК-1, УК-1
Лекция. Тепловое излучение и его характеристики. Законы теплового излучения. Закон Кирхгофа. Законы Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формулы Рэлея-Джинса и Планка. Гипотеза Планка. Оптическая пирометрия.	2	
Лекция. Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Масса и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона.	2	
Лекция. Строение атома. Модели атома Томсона и Резерфорда. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа- частиц Лекция. Теория Бора для водородоподобных систем. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Спектр атома	2	

водорода по Бору.		
Лекция. Корпускулярно-волновой дуализм. Некоторые свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и ее статистический смысл. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками». Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейный квантовый осциллятор.	2	
Лекция. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа. Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Заполнение оболочек электронами. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновский спектр излучения атомов. Закон Мозли. Лазеры. Статистика Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Понятие о зонной теории твердых тел.	2	
Лекция. Строение и важнейшие свойства ядер. Энергия связи ядра. Ядерные силы. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.	2	
Лекция. Понятие о дозиметрии и защите. Основы физики элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Адроны, мезоны, лептоны. Кварковая модель адронов. Основы стандартной модели элементарных частиц. Физическая картина мира.	2	
Практическое занятие. Тепловое излучение. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона. Постулаты Бора.	2	
Практическое занятие. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Электрон в "ящике". Квантовые числа. Закон радиоактивного распада. Ядерные реакции.	2	
Практическое занятие. Защита задач. Коллоквиум по теме: "Квантовая и ядерная физика".	2	
Лабораторная работа. Определение температуры нити лампы накаливания оптическим пирометром и проверка закона Стефана-Больцмана.	2	
Лабораторная работа. Изучение законов внешнего фотоэффекта.	2	
Лабораторная работа. Снятие кривых ослабления радиоактивного излучения в различных материалах или определение процентного содержания солей калия по их бета-активности.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение КР Масса и импульс фотона. Виды фотоэлектрического эффекта. Туннельный эффект. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Виды радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Выполнение домашней работы (тест 17-20 в ЭК), Подготовка к защите лабораторных работ. Решение индивидуальных задач. Подготовка к коллоквиуму.	24	
Иная контактная работа:	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины "Физика" рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине "Физика" концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к занятиям **семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, контрольной работы, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины "Физика". Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины "Физика", оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины "Физика", к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам. Изучение дисциплины "Физика" включает выполнение лабораторной работы. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине "Физика" является балльно-рейтинговый контроль и экзамен.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Волновая оптика [Текст] : лабораторный практикум / Г. Ш. Гогелашвили, А. С. Масленников, Д. С. Масас, Л. В. Целищева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2021. - 64, [1] с. ISBN 978-5-8158-2231-3. Экземпляры: всего 15.	15 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Volnovaya_optika_2021.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Volnovaya_optika_2021.pdf</a>
2.	Механика [Текст] : лабораторный практикум / Д. С. Масис, А. С. Масленников, Г. Ш. Гогелашвили [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный	2 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Mekhanika_2024.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Mekhanika_2024.pdf</a>

	технологический университет". 2-е изд. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2024. - 83, [1] с. ISBN 978-5-8158-2412-6. Экземпляры: всего 2.	
3.	Электричество [Текст] : лабораторный практикум / [Л. А. Григорьев и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2012. - 118 с. ISBN 978-5-8158-1105-8. Экземпляры: всего 269.	269 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Grigorev_elektrichestvo.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Grigorev_elektrichestvo.pdf</a>
4.	Квантовая и ядерная физика [Текст] : лабораторный практикум : [для студентов 1-2 курсов всех технических направлений подготовки и специальностей] / Г. Ш. Гогелашвили, М. Е. Гордеев, С. В. Красильникова [и др.]; редактор Г. Ш. Гогелашвили; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 118 с. ISBN 978-5-8158-2020-3. Экземпляры: всего 18.	18 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Gogelashvili_Kvantovaya_i_yadernaya_fizika_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Gogelashvili_Kvantovaya_i_yadernaya_fizika_2018.pdf</a>
5.	Электромагнетизм [Текст] : лабораторный практикум / Л. А. Григорьев, С. В. Красильникова, Л. А. Андреева [и др.]; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 80 с. ISBN 978-5-8158-2346-4.	4 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Elektromagnetizm_2023.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Elektromagnetizm_2023.pdf</a>
6.	Молекулярная физика. Термодинамика [Текст] : лабораторный практикум : [для инженерно-технических специальностей и направлений подготовки бакалавров] / [Д. Р. Бакиева [и др.] ; под ред. А. С. Масленникова, М. Е. Гордеева; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образ. учреждение высш. образования "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 87 с. ISBN 978-5-8158-1914-6. Экземпляры: всего 134.	134 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnaya_fizika_termodinamika_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Bakieva_molekuliarnaya_fizika_termodinamika_2017.pdf</a>
7.	Трофимова, Таисия Ивановна. Курс физики [Текст] : [учебное пособие для инженерно-технических специальностей вузов] / Т. И. Трофимова. 22-е изд., стер. Москва: Академия, 2016. - 557, [1] с. ISBN 978-5-4468-2840-1. Экземпляры: всего 80.	80
8.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс общей физики [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 томах. Т. 1 : Механика. Молекулярная физика. 19-е изд., стер., 2022. - 432 с. ISBN 978-5-507-48093-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/341150">https://e.lanbook.com/book/341150</a>
9.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 томах. Т. 2 : Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика. 7-е изд., стер., 2022. - 468 с. ISBN 978-5-8114-9096-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/184164">https://e.lanbook.com/book/184164</a>
10.	Савельев, Игорь Владимирович. Курс физики [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 томах. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. 8-е изд., стер., 2023. - 308 с. ISBN 978-5-8114-4254-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/302249">https://e.lanbook.com/book/302249</a>
11.	Чертов, Александр Георгиевич. Задачник по физике [Текст] : [учеб. пособие для втузов] / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. Изд. 8-е, перераб. и доп. М.: Физматлит, 2009. -	271

640 с. ISBN 978-5-94052-169-3. Экземпляры: всего 271.		
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	209 (I)	КОМПЛЕКТ ПРИБОРОВ (1), Установка для измерения теплоты парообразования (1), Установка для изучения зависимости скорости звука от температуры (1), Установка для изучения тепловых процессов (1), Установка для исследования теплоёмкости твердого тела (1), Установка для опред.отношения теплоёмк. воздуха при постоянн.давлении и постоянном объёме (1), Установка для определения изменения энтропии (1), Установка для определения коэффиц. вязкости воздуха (1), Установка для определения коэффиц.взаимной диффузии воздуха и водяного пара (1), Установка для определения коэффиц.теплопроводности воздуха (1), Установка для определения универсальной газовой постоянной (1), Установка лабораторная "Гироскоп" ФМ 18 (1), Установка лабораторная "Машина Атвуда" ФМ 11 (1), Установка лабораторная "Маятник Максвелла" ФМ 12 (1), Установка лабораторная "Маятник наклонный" ФМ 16 (1), Установка лабораторная "Маятник Обербека" ФМ 14 (1), Установка лабораторная "Маятник универсальный" ФМ 13 (1), Установка лабораторная "Модуль Юнга и модуль сдвига " ФМ 19 (1), Установка лабораторная "Соударение шаров" ФМ 17 (1), Установка лабораторная "Унифилярный подвес с пушкой"	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену по дисциплине "Физика" (2 семестр)

Уровень освоения компетенции УК-1	Теоретические вопросы	
<b>Пороговый:</b> воспринимает, описывает, производит физические законы, дает определения физических величин.  <b>Продвинутый:</b> воспроизводит физические законы, указывает границы их применимости, демонстрирует причинно-следственные связи в них.  <b>Высокий:</b> выводит формулы физических законов, указывает границы их применимости, демонстрирует причинно-следственные связи в них.	1.	Механика, разделы механики. Виды механического движения. Материальная точка, абсолютно твердое тело. Система отсчета. Траектория, путь, перемещение.
	2.	Поступательное движение. Вектор средней скорости. Мгновенная скорость. Средняя путевая скорость.
	3.	Среднее ускорение. Мгновенное ускорение. Вектор полного ускорения и его составляющие.
	4.	Движение материальной точки по окружности. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение. Связь угловых и линейных величин.
	5.	Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Понятие инертной и гравитационной масс. Сила.
	6.	Импульс тела и импульс силы. Закон изменения импульса тела. Уравнение движения в динамике.
	7.	Импульс системы тел. Законы изменения и сохранения импульса механической системы.
	8.	Центр масс. Уравнение движения центра масс.
	9.	Понятие работы. Работа постоянной и переменной силы. Мощность.
	10.	Понятие энергии в механике. Кинетическая энергия.
	11.	Консервативные и диссипативные силы. Примеры. Потенциальная энергия. Связь между потенциальной энергией и силой.
	12.	Полная механическая энергия. Законы изменения и сохранения полной механической энергии.
	13.	Динамика вращательного движения. Момент инерции материальной точки, системы материальных точек, тела. Теорема Штейнера.
	14.	Кинетическая энергия вращающегося тела. Кинетическая энергия тела, участвующего в поступательном движении.
	15.	Моменты силы относительно точки и относительно оси. Работа при вращательном движении. Основное уравнение динамики вращательного движения.
	16.	Моменты импульса материальной точки относительно точки и относительно оси.



17. Момент импульса тела относительно оси. Закон сохранения момента импульса и его применение.
18. Молекулярная физика и термодинамика. Статистический и термодинамический методы исследования вещества. Термодинамические параметры.
19. Идеальный газ. Законы идеального газа. Основное уравнение МКТ.
20. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям
21. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
22. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа.
23. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к различным процессам.
24. Теплоемкость. Уравнение Майера. Физический смысл универсальной газовой постоянной.
25. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропные процессы.
26. Цикл. КПД цикла. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно.
27. Энтропия. Статистическое толкование энтропии. Второе начало термодинамики. Электризация тел трением. Дискретность зарядов. Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда.
1. Взаимодействие электрических зарядов. Закон Кулона.
2. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электростатического поля. Силовые линии электростатического поля.
3. Поток вектора напряженности электростатического поля. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в вакууме.
4. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей заряженной бесконечной плоскости, сферы, шара и цилиндра в вакууме.
5. Работа по перемещению точечного заряда в поле точечного заряда. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля.
6. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов.
7. Связь между напряженностью и потенциалом. Эквипотенциальные поверхности.
8. Условия на границе раздела двух диэлектриков.
9. Проводник в электростатическом поле. Электростатическое поле в полости проводника. Электростатическая индукция. Электростатическая защита.
10. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Соединение конденсаторов.
11. Энергия системы электрических зарядов. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.
12. Электрический ток. Условия существования. Сила и плотность тока.
13. Сторонние силы. ЭДС. Напряжение.

14.	Закон Ома для однородной цепи в интегральной и дифференциальной форме.
15.	Законы Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа.
16.	Сопротивление проводников. Соединение проводников. Зависимость сопротивления проводников от температуры. Сверхпроводимость.
17.	Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля - Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
18.	Электрический ток в различных средах.

### Вопросы к БРК по дисциплине "Физика" (3 семестр)

Уровень освоения компетенции УК-1	Теоретические вопросы
<b>Пороговый:</b> воспр оизводит физические законы, дает определения физических величин.	1. Опыты Эрстеда. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Силовые линии магнитного поля. 2. Магнитное поле проводника с током. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции магнитного поля. 3. Действие магнитного поля на проводники с током. Сила Ампера.
<b>Продвинутый:</b> воспроизводит физические законы, указывает границы их применимости, демонстрирует причинно-следственные связи в них.	4. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Сила Лоренца. 5. Движение заряженных частиц в магнитном поле. 6. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля. 7. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции в вакууме. 8. Магнитное поле соленоида и тороида. 9. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. 10. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца.
<b>Высокий:</b> выводит формулы физических законов, указывает границы их применимости, демонстрирует причинно-следственные связи в них.	11. Явление самоиндукции. Потокосцепление. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. 12. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля. 13. Магнитное поле в веществе. Магнитное поле атомов и молекул. 14. Типы магнетиков. Диа-, парамагнетизм. 15. Вектор намагниченности. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. 16. Закон полного тока для магнитного поля в веществе. 17. Основы теории Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
	1. Колебательные процессы. Гармонические колебания и их характеристики. 2. Механические гармонические колебания. Гармонический осциллятор.

Пружинный, физический и математический маятники.

3. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре.
4. Сложение гармонических колебаний одного направления и одинаковой частоты.
5. Сложение двух взаимно перпендикулярных колебаний одинаковой частоты.
6. Затухающие колебания. Автоколебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
7. Волны. Природа и классификация волн. Уравнение бегущей волны. Характеристика волн. Фазовая скорость волны.
8. Электромагнитные волны и их свойства. Вектор Умова-Пойнтинга.
9. Интерференция света. Условия максимума и минимума при интерференции. Опыт Юнга.
10. Дифракция света. Условия наблюдения дифракции. Принцип Гюйгенса-Френеля.
11. Метод зон Френеля. Свойства зон Френеля. Зонная пластинка.
12. Дифракция Фраунгофера на плоской щели при нормальном падении света.
13. Дифракция Фраунгофера на дифракционной решетке.
14. Дисперсия света. Нормальная и аномальная дисперсия.
15. Поляризация света.
16. Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно черное тело.
17. Закон Кирхгофа. Равновесность теплового излучения.
18. Законы Стефана-Больцмана, смещения Вина.
19. Формулы Релея-Джинса и Планка. Гипотеза о квантовой природе теплового излучения.
20. Виды фотоэффекта. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
21. Энергия. Масса и импульс световых квантов. Давление света.
22. Модели атома Томсона, планетарная модель Резерфорда.
23. Линейчатый спектр атома водорода. Серии Лаймана, Бальмера, Пашена, Брекета, Пфунда. Обобщенная формула Бальмера.
24. Атом водорода по Бору. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.
25. Корпускулярно-волновой дуализм света. Гипотеза Луи де Бройля. Опыт Дэвиссона-Джермера.
26. Волны де Бройля и их свойства.
27. Соотношения неопределенностей Гейзенберга. Объяснение соотношений неопределенностей с волновой точки зрения.
28. Волновая функция и ее статистический смысл.
29. Временное и стационарное уравнения Шредингера.

- |     |  |
|-----|--|
| 30. | Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа.   |
| 31. | Многоэлектронные атомы. Принцип Паули. Заполнение оболочек электронами.                        |
| 32. | Периодическая система элементов Менделеева.  |
| 33. | Рентгеновский спектр излучения атомов. Закон Мозли.  |
| 34. | Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов.               |
| 35. | Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения.                                       |
| 36. | Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер.  |
| 37. | Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите.                               |
| 38. | Основы физики элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Адроны, мезоны, лептоны. |
| 39. | Физическая картина мира.   |

### Демонстрационный вариант билета по физике

Поволжский государственный технологический университет

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №0

по дисциплине ФИЗИКА

**1. Модели в механике. Система отсчета. Траектория, длина пути, перемещение** (пороговый уровень). **Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела** (продвинутый уровень). **Вывод формулы по теме: «Уравнение движения тела переменной массы»** (высокий уровень).

**2. Барометрическая формула** (пороговый уровень). **Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью** (продвинутый уровень). **Вывод по теме: «Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ»** (высокий уровень).

### 3. Практическое задание по теме «Закон Кулона».

Пороговый уровень. Определить силу взаимодействия двух точечных зарядов  $q_1 = q_2 = 1 \text{ мкКл}$ , находящихся в вакууме на расстоянии  $r = 10 \text{ см}$  друг от друга.

Продвинутый уровень. Расстояние между двумя точечными зарядами  $q_1 = 1 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = -q_1$  равно  $10 \text{ см}$ . Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $q = 0,1 \text{ мкКл}$ , находящийся посередине между зарядами.

Высокий уровень. Расстояние между двумя точечными зарядами  $q_1 = 1 \text{ мкКл}$  и  $q_2 = -q_1$  равно  $10 \text{ см}$ . Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $q = 0,1 \text{ мкКл}$ , удаленный на  $r_1 = 6 \text{ см}$  от первого и на  $r_2 = 8 \text{ см}$  от второго зарядов.

-

-

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (А.С. Масленников) «\_\_»\_\_\_\_20\_\_ г.

### **Критерии оценивания**

Обучающиеся, сдающие экзамен, могут получить от 20 до 40 баллов с учетом следующих критериев качества ответа:

#### **Пороговый уровень – удовлетворительно (20 – 27 баллов)**

воспроизводит физические законы, дает определения физических величин; решает простейшие задачи.

#### **Продвинутый уровень – хорошо (28 – 34 баллов)**

воспроизводит физические законы, указывает границы их применимости, демонстрирует причинно-следственные связи в них; решает типовые задачи и дает подробные пояснения к ним.

**Высокий уровень – отлично (35 – 40 баллов)** выводит формулы физических законов, указывает границы их применимости, демонстрирует причинно-следственные связи в них, в том числе в виде графических зависимостей; решает усложненные задачи и дает подробные пояснения к ним.