

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Волхонов Михаил Станиславович

Должность: Вице-ректора

Дата подписания: 02.09.2024 15:27:57

Уникальный программный ключ:

b2dc75470204bc7bfc58d577a1b887ea233ca27550d45ca8c272df0610c6a81

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КОСТРОМСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Утверждаю:

декан электроэнергетического факультета

\_\_\_\_\_/А.В. Рожнов/

14 июня 2024 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

«Физика»

Направление подготовки	<u>35.03.06 Агроинженерия</u>
Направленность (профиль)	<u>Электрооборудование и электротехнологии</u>
Квалификация выпускника	<u>бакалавр</u>
Формы обучения	<u>очная, заочная</u>
Сроки освоения ОПОП ВО	<u>4 года, 4 г. 7 мес.</u>

Фонд оценочных средств предназначен для оценивания сформированности компетенций по дисциплине «Физика».

Разработчик:

Профессор кафедры  
физики и автоматике

Мамаева И.А. \_\_\_\_\_

Утвержден на заседании кафедры физики и автоматике, протокол №8 от 15 апреля 2024 года.

И.о. заведующего кафедрой И.А. Мамаева \_\_\_\_\_

Согласовано:

Председатель методической комиссии электроэнергетического факультета,  
протокол №5 от «13» июня 2024 года.

Яблоков А.С. \_\_\_\_\_

## Паспорт фонда оценочных средств

**Таблица 1**

Модуль дисциплины	Формируемые компетенции или их части	Оценочные материалы и средства	Количество
Механика	ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	Коллоквиум	1
		Отчет ЛР (отчет и защита лабораторной работы)	4
		РГР	1
		Контрольная работа	2
Электродинамика		Коллоквиум	1
		Отчет ЛР (отчет и защита лабораторной работы)	3
		ИДЗ	3
		Контрольная работа	2
Колебания		Коллоквиум*	1
		Отчет ЛР (отчет и защита лабораторной работы)	4
		РГР*	1
		Контрольная работа	1
Волны и волновые явления		Коллоквиум*	1
		Отчет ЛР (отчет и защита лабораторной работы)	3
		РГР*	1
		Контрольная работа	1
Квантовая физика	Коллоквиум*	1	
	Контрольная работа	1	
Термодинамика и статистическая физика	Коллоквиум	1	
	Отчет ЛР (отчет и защита лабораторной работы)	1	
	ИДЗ	2	
	Контрольная работа	1	

\* объединение контрольных мероприятий по этим модулям.

**1 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ  
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Таблица 1.1 – Формируемые компетенции**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
1	2	3
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	<b>Модуль 1. Механика</b>	
	ИД-1 <sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Коллоквиум «Механика»
		Отчет ЛР (задания с использованием материальных объектов)
		РГР №1 «Механика»
		Контрольная работа №1 «Кинематика»
		Контрольная работа №2 «Механика»
	<b>Модуль 2. Электродинамика</b>	
	ИД-1 <sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Коллоквиум «Электродинамика»
		Отчет ЛР (задания с использованием материальных объектов)
		ИДЗ «Электрическое поле. Конденсаторы»
		Контрольная работа №3 «Электрическое поле. Конденсаторы»
		ИДЗ «Постоянный ток»
		Контрольная работа №4 «Постоянный ток»
		ИДЗ «Магнитное поле»
Контрольная работа №5 «Магнитное поле» **		

\*\* - задача может быть включена в коллоквиум «Электродинамика», проводимый в письменной форме.

1	2	3
<p>ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<b>Модуль 3. Колебания</b>	
	<p>ИД-1<sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p>	Коллоквиум* «Колебания. Волны. Квантовая физика»
		Отчет ЛР (задания с использованием материальных объектов)
		РГР №2* «Колебания и волны»
		Контрольная работа №6 «Колебания»
	<b>Модуль 4. Волны и волновые явления</b>	
	<p>ИД-1<sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p>	Коллоквиум* «Колебания. Волны. Квантовая физика»
		Отчет ЛР (задания с использованием материальных объектов)
		РГР №2* «Колебания и волны»
		Контрольная работа №7 «Волновые явления»
	<b>Модуль 5. Квантовая физика</b>	
	<p>ИД-1<sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p>	Коллоквиум* «Колебания. Волны. Квантовая физика»
		Контрольная работа №8 «Фотоэффект. Тепловое излучение»
	<b>Модуль 6. Термодинамика и статистическая физика</b>	
	<p>ИД-1<sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</p>	Коллоквиум «Термодинамика»
		Отчет ЛР (задания с использованием материальных объектов)
		ИДЗ «Паспорт газа»
ИДЗ «Изопроцессы»		
Контрольная работа №9 «Термодинамика»		

\* объединение контрольных мероприятий по модулям.

## Оценочные материалы и средства для проверки сформированности компетенций

### Модуль 1. Механика

#### Коллоквиум «Механика»

Вопросы коллоквиума (завершить фразу, раскрыть определения понятия, величины, объяснить суть законов и описать «механизм» протекания явлений):

0. Введение. Физические модели механики: материальная точка (МТ) – это..., система материальных точек (СМТ) – это..., абсолютно твердое тело (ТТ) – это... Система отсчета – это...

1. Кинематика. **Прямолинейное движение МТ** – это... **Криволинейное движение МТ** – это...

**Поступательное движение ТТ** – это... Описание движений с помощью величин кинематики: вектор перемещения или перемещение (*определение величины*). Скорость и ускорение как производные радиус-вектора по времени (*определения величин*). Средняя скорость, среднее ускорение (*определение величин*). Ускорения при криволинейном движении МТ: нормальное и тангенциальное ускорения (*определения величин*). Радиус кривизны траектории – это... Законы движения в кинематике (кинематика поступательного движения). Уравнение траектории (*как его можно получить*).

2. Кинематика. **Движение МТ по окружности** – это ... **Вращательное движение ТТ** – это ...

Описание движений с помощью величин кинематики: угловое перемещение, угловая скорость и угловое ускорение (*определения величин*). Законы вращательного движения в кинематике. Связь между линейными и угловыми характеристиками (*только формулы и названия, входящих в них величин*). Среднее угловая скорость и среднее угловое ускорение, период, частота (*определения величин*).

3. Динамика. Описание прямолинейного движения МТ и криволинейного движения МТ с помощью величин динамики. Импульсы материальной точки, системы материальных точек, твердого тела (*определения величин*). Сила, масса (*определения величин*). Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета – это.... Неинерциальная система отсчета – это.... Принцип независимости действия сил. Второй закон Ньютона в дифференциальной форме для МТ, СМТ, ТТ. Третий закон Ньютона. Виды и природа сил в механике: сила трения – это... , сила трения покоя – это... , сила трения скольжения – это... , сила тяжести – это..., сила Всемирного тяготения – это... , сила упругости – это ...(*для упруго деформированной пружины*), сила реакции опоры – это..., сила натяжения нити – это...(необходимо указать природу сил, можно пояснить с помощью рисунка, как она направлена и, где возможно, необходимо записать формулу).

4. Динамика. Закон сохранения импульса. Система материальных точек – это.... Внешние силы – это... Внутренние силы – это... Замкнутая система – это... Центр масс (центр инерции) – это... (*точка центра инерции системы тел – это особая точка, которая движется так, как будто в ней сосредоточена вся масса системы этих тел*). Радиус-вектор точки центра масс (*определение величины*). Закон сохранения импульса для МТ, СМТ, ТТ (*для СМТ – две формы*).

5. Динамика. Теорема об изменении кинетической энергии. Кинетическая энергия поступательно движущегося тела (*определение величины*). Работа силы, элементарная работа силы (*определение величин*). Мощность (*определение величины*).

6. Динамика. Закон сохранения механической энергии. Консервативные (потенциальные) силы – это... Неконсервативные (непотенциальные) силы – это .... Консервативная система – это... Диссипация энергии и диссипативные силы – это... Потенциальная энергия (*определение величины*). Полная механическая энергия (*определение величины*).

7. Динамика. **Абсолютно упругое соударение тел** – это... **Абсолютно неупругое соударение тел** – это... Описание взаимодействий с помощью величин динамики: импульс, энергия. Закон сохранения импульса и закон сохранения энергии для этих случаев соударений (*конспект в РГР*).

8. Динамика. Описание движения МТ по окружности, или вращения СМТ, или вращения ТТ – описание состояния механической системы с помощью величин динамики: моменты импульса

МТ, СМТ, ТТ, кинетическая энергия МТ, движущейся по окружности, кинетическая энергия вращающегося ТТ (*определения величин*). Моменты инерции МТ, СМТ, ТТ (*определения величин*). Момент силы (*определение величины*). Теорема Штейнера (*математическая запись, формулировка, что в нее входит*). Уравнение моментов для МТ, движущейся по окружности, для вращающейся СМТ, для вращающегося ТТ. Основной закон динамики вращательного движения тела. Закон сохранения моментов импульсов МТ, СМТ, ТТ (здесь речь идет о взаимодействии вращающихся тел).

9. **Произвольное (сложное) движение ТТ** - это..., описание движения с помощью величин кинематики и динамики. Законы кинематики и динамики для произвольного (сложного) движения ТТ. Условия равновесия ТТ.

Таблица 1.2 – Критерии оценки коллоквиума «Механика»

Оцениваемый компонент знаний и умений	Максимальный балл для оцениваемого компонента
Студент демонстрирует знание механических <b>моделей</b> , понимание отличий физической сущности разных сил (инерциальная система отсчета, МТ, СМТ, ТТ, радиус кривизны траектории, силы трения покоя и скольжения и т.п.)	1
Студент демонстрирует знание механических <b>явлений</b> (криволинейное движение МТ, поступательное и вращательное движения ТТ, абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударение и т.п.)	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей и входящих в законы ( <i>величина характеризует</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей и входящих в законы ( <i>величина численно равна</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей и входящих в законы ( <i>величина – векторная и имеет следующее направление</i> ).	1
Студент демонстрирует умения объяснять физический смысл основных <b>законов</b> или представлять их в графическом виде (законы кинематики, законы Ньютона, основной закон динамики вращательного движения, условия равновесия, теорема об изменении кинетической энергии, закон сохранения энергии), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует умения формулировать <b>законы</b> механики (законы кинематики, законы Ньютона, основной закон динамики вращательного движения, условия равновесия, теорема об изменении кинетической энергии, закон сохранения энергии), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует знания математических формул <b>законов</b> механики (законов кинематики, законов Ньютона, основного закона динамики вращательного движения, условий равновесия, теоремы об изменении кинетической энергии, закона сохранения энергии), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Максимальный балл	8

### Вопросы для защиты отчетов по лабораторным работам по модулю «Механика»

Вопросы для защиты отчетов лабораторных работ по модулю «Механика»  
(1 балл за полный ответ на каждый вопрос, максимум – 2 балла за устную или письменную защиту отчета):

<b>М.4.«Машина Атвуда»</b>	<b>Вариант 1</b>
1. Сформулируйте законы пути и скорости.	
2. Поясните, что Вы измеряете в эксперименте косвенно и как оцените погрешность этого измерения (опишите для любой из трех проверок)?	

<b>М.4.«Машина Атвуда»</b>	<b>Вариант 2</b>
1. Дайте определение пути.	
2. В чем суть метода экспериментальной проверки закона скорости? Запишите закон скорости для равноускоренного движения груза без начальной скорости, поясните, какие величины в него входят, каков его физический смысл?	

<b>М.4.«Машина Атвуда»</b>	<b>Вариант В3</b>
1. Дайте определение скорости (мгновенной) материальной точки.	
2. В чем суть метода экспериментальной проверки закона пути? Запишите закон пути для равноускоренного движения груза без начальной скорости, поясните, какие величины в него входят, каков его физический смысл?	

<b>М.4.«Машина Атвуда»</b>	<b>Вариант 4</b>
1. Дайте определение ускорения.	
2. В чем суть метода экспериментальной проверки второго закона Ньютона? Запишите второй закон Ньютона, поясните, какие величины входят в него. На какое выражение можно заменить ускорение во втором законе Ньютона в случае, когда груз движется равноускоренно без начальной скорости (используйте закон пути)?	

<b>М.4.«Машина Атвуда»</b>	<b>Вариант 5</b>
1. Дайте определение силы.	
2. Поясните, что Вы измеряете в эксперименте напрямую и как оцените погрешность этого измерения (опишите для любой из трех проверок)?	

<b>М.4.«Машина Атвуда»</b>	<b>Вариант 6</b>
1. Сформулируйте второй закон Ньютона в случае, если масса тела – величина постоянная. Каков его физический смысл? Назовите величины, входящие в закон.	
2. Какие используете приборы для измерения, какие величины с их помощью (с помощью каких конкретно устройств) и в какой последовательности будете измерять в эксперименте (опишите для любой из трех проверок)?	

<b>М.5.«Коэффициент трения»</b>	<b>Вариант 1</b>
1. От чего зависит коэффициент трения? Какой буквой он обозначается? Есть ли у него единица измерения, если – да, то какая?	
2. Запишите второй закон Ньютона в проекциях на координатные оси в случае равномерного движения тела по наклонной плоскости (с учетом силы трения). Поясните, какие величины в него входят.	

<b>М.5.«Коэффициент трения»</b>	<b>Вариант 2</b>
1. Что такое <b>сила трения</b> , в результате какого вида взаимодействия она появляется, как может быть направлена, какие виды ее бывают?	
2. Запишите второй закон Ньютона в проекциях на координатные оси в случае равномерного движения тела по наклонной плоскости (с учетом силы трения). Поясните, как получить формулу для расчета коэффициента трения в эксперименте.	



<b>М.5.«Коэффициент трения»</b>	<b>Вариант 3</b>
1. Что такое <b>сила трения покоя</b> , в результате какого вида взаимодействия она появляется, как она направлена, чему равна?	
2. Нарисуйте вектора сил, действующие на груз на наклонной плоскости, назовите силы и поясните, какому виду взаимодействия соответствует каждая из нарисованных сил.	

<b>М.5.«Коэффициент трения»</b>	<b>Вариант 4</b>
1. Что такое <b>сила трения скольжения</b> в результате какого вида взаимодействия и как она появляется, как она направлена?	
2. Какие используете приборы для измерения, какие величины с их помощью (с помощью каких конкретно устройств) и в какой последовательности измеряем в эксперименте?	

<b>М.5.«Коэффициент трения»</b>	<b>Вариант 5</b>
1. Чему равна <b>сила трения скольжения (закон Кулона)</b> ? Запишите и поясните, какие величины входят в формулу? От чего зависит сила трения скольжения?	
2. Какие величины Вы будете измерять в эксперименте напрямую (прямое измерение)? В какой последовательности и как оцените их погрешность?	

<b>М.5.«Коэффициент трения»</b>	<b>Вариант 6</b>
1. Когда сила трения покоя приблизительно равна силе трения скольжения? Поясните это с помощью графика зависимости силы трения от «внешней» силы?	
2. Какие величины Вы будете измерять в эксперименте косвенно (косвенное измерение)? В какой последовательности и как оцените его погрешность?	

<b>М.6.«Центр масс»</b>	<b>Вариант 1</b>
1. Дайте определение плотности тела.	
2. В чем суть метода подвешивания для определения центра масс (что будете делать конкретно, что и где отмечать)? Почему этот метод «работает», с чем совпадает в поле сил тяжести центр масс?	

<b>М.6.«Центр масс»</b>	<b>Вариант 2</b>
1. Что такое центр масс тела?	
2. В чем суть графического метода определения центра масс тела: что будете рисовать в масштабе в эксперименте, какие величины будете определять по этому рисунку и зачем?	

<b>М.6.«Центр масс»</b>	<b>Вариант 3</b>
1. Что такое центр тяжести тела?	
2. Какую формулу надо использовать в эксперименте для того, чтобы рассчитать центр масс симметричной части тела (для расчета координаты $X$ и координаты $Y$ ? Как рассчитать площадь треугольника, прямоугольника, круга? Как, зная координаты $X$ и $Y$ , рассчитать радиус-вектор точки центра масс симметричного тела?	

<b>М.6.«Центр масс»</b>	<b>Вариант 4</b>
1. Как бы Вы доказали, что центр масс симметричных тел всегда находится в центре симметрии геометрической фигуры?	
2. Какие величины Вы будете измерять в эксперименте напрямую (прямое измерение)? В какой последовательности и как оцените их погрешность?	

<b>М.6.«Центр масс»</b>	<b>Вариант 5</b>
1. Что такое масса тела?	
2. В чем суть графического метода определения центра масс тела: как мысленно надо «разбить» несимметричное тело, чтобы определить его центр масс (на какие составные части), как найти центр масс отдельной части и как рассчитать потом центр масс всего тела?	

<b>М.6.«Центр масс»</b>	<b>Вариант 6</b>
1. Чему равен радиус-вектор точки центра масс тела? Поясните, какие величины в нее входят.	
2. Какие величины Вы будете сравнивать после получения результатов эксперимента? Какой метод «дает» теоретическое значение измеряемой величины, а какой – экспериментальное значение?	

**М.8.«Баллистический маятник»  
Вариант 1**

1. Дайте определение импульса системы тел.
2. Поясните, с помощью каких законов можно определить скорость пули в эксперименте, запишите их формулы для эксперимента.

**М.8.«Баллистический маятник» Вариант 2**

1. Дайте определение потенциальной энергии тела.
2. Какие величины Вы будете измерять в эксперименте напрямую (прямое измерение)? В какой последовательности и как оцените их погрешность?

**М.8.«Баллистический маятник» Вариант 3**

1. Что такое замкнутая система материальных точек? Приведите пример.
2. Поясните, как определить случайную погрешность измерения скорости пули в эксперименте.

**М.8.«Баллистический маятник» Вариант 4**

1. Дайте определение полной механической энергии системы.
2. Запишите и сформулируйте закон сохранения энергии в незамкнутой, но консервативной системе. Можно ли применить этот закон для этого эксперимента.

**М.8.«Баллистический маятник» - В5**

1. Дайте определение кинетической энергии поступательного движения тела.
2. Поясните, как определить систематическую погрешность измерения скорости пули в эксперименте.

**М.8.«Баллистический маятник» - В6**

1. Что такое консервативная система? Приведите пример.
2. Какие величины и в какой последовательности будете измерять в эксперименте?

**М.9.«Соударение шаров» - В1**

1. Дайте определение полной механической энергии системы.
2. Запишите закон сохранения импульса системы материальных точек, поясните его физический смысл. Можно ли его применить для данного эксперимента (ответ поясните)?

**М.9.«Соударение шаров» - В2**

1. Дайте определение импульса системы тел.
2. Запишите и сформулируйте закон сохранения энергии в незамкнутой, но консервативной системе. Можно ли его применить для данного эксперимента (ответ поясните)?

**М.9.«Соударение шаров» - В3**

1. Что такое абсолютно упругое соударение? Приведите пример.
2. Какие величины и в какой последовательности будете измерять в эксперименте?

**М.9.«Соударение шаров» - В4**

1. Что такое абсолютно неупругое соударение? Приведите пример.
2. Поясните, как определить случайную погрешность измерения в эксперименте.

**М.9.«Соударение шаров» - В5**

1. Что такое консервативная система? Приведите пример.
2. Поясните, как определить систематическую погрешность измерения в эксперименте.

**М.9.«Соударение шаров» - В6**

1. Что такое замкнутая система материальных точек? Приведите пример.
2. Какие величины Вы будете измерять в эксперименте напрямую (прямое измерение)? В какой последовательности и как оцените их погрешность?

Таблица 1.3 – Критерии оценки выполнения и защиты лабораторных работ для всех модулей (далее не приводится)

Оцениваемый компонент знаний и умений	Максимальный балл
Студент предъявляет преподавателю подготовку к лабораторной работе, шаблон для отчета (обязательно), получает допуск к работе, демонстрируя понимание и знание – что измеряет, как необходимо организовать эксперимент, как необходимо оценить погрешность в данном эксперименте.	2 балла
Студенты проводят эксперимент, распределив обязанности в малой группе. Проводят прямые измерения и обрабатывают их результаты.	
Студенты определяют результат косвенного измерения. Оценивают точность результатов измерений (рассчитывают погрешности).	
Студент (каждый) готовит отчет по лабораторной работе, записывает вывод, проверяет оформление отчета и сдает его на проверку.	
Студент защищает отчет по лабораторной работе (см. вопросы для защиты: 1-й вопрос – по теории эксперимента, 2-й вопрос – по практической части эксперимента, по методике и результатам эксперимента, по методике оценивания погрешностей).	2 балла
<b>Всего</b>	<b>4 балла</b>

Таблица 1.4 – Критерии оценки сформированности компетенций при изучении модуля «Механика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1_опк-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует знание законов механики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), поясняет, к каким явлениям относятся законы механики, способен объяснять сущность явлений. Демонстрирует умение применять основные законы механики к решению стандартных задач на поступательное и вращательное движение твердого тела: верно записывает формулы законов механики в решении задачи, способен пояснить законы, сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач механики, использует законы для решения стандартных задач механики (см.п.2.2 ФОС)

## Модуль 2. Электродинамика

### Коллоквиум «Электродинамика»

Вопросы коллоквиума (завершить фразу, раскрыть определения понятия, величины, объяснить сущность законов и описать «механизм» протекания явлений):

- Электрический заряд.** Электрический заряд – это... Электрический заряд (определение величины). Дискретность электрического заряда (заряд любого тела кратен заряду электрона, формула). Как взаимодействуют заряды (два вида взаимодействия)? Точечный заряд – это... Распределенный заряд – это ... Линейная, поверхностная, объемная плотность зарядов (определения величин). Закон сохранения электрического заряда (формула, физический смысл и формулировка).
- Электрическое поле точечного заряда в вакууме.** Электрическое поле (ЭП) – это... Электростатическое поле – это электрическое поле неподвижных зарядов. Напряженность и

потенциал ЭП (*определение величин*). Силовые линии ЭП – это... Эквипотенциальные линии ЭП – это... Какой вид имеют силовые линии поля точечного заряда, нити, пластины, конденсатора? На зарядах какого знака могут начинаться и заканчиваться силовые линии поля? Какой вид имеют эквипотенциальные линии поля точечного заряда? Что надо сделать с зарядом, чтобы увеличить напряженность его поля в исследуемой точке? Если заряд увеличить в два раза, как изменится напряженность его поля в исследуемой точке? Сила, действующая на точечный заряд, помещенный в точку ЭП, равна ... (*формула получается из определения напряженности, какие величины входят в нее, о чем она говорит*). При увеличении пробного точечного заряда, как изменятся сила поля и напряженность поля в точке, куда помещают этот заряд? Потенциальная энергия точечного заряда, помещенного в точку ЭП, равна ... (*формула получается из определения потенциала, какие величины входят в нее, о чем она говорит*). Сила взаимодействия точечных зарядов (Закон Кулона) (*формула, физический смысл и формулировка*). Напряженность и потенциал поля точечного заряда (*формулы для расчета характеристик данного электрического поля в точке*). Напряжение в электростатическом поле (*определение величины*). Работа сил, действующих на заряд, помещенный в ЭП (*определение величины*). Связь между потенциалом и напряженностью ЭП (*формула и пояснения: проекция вектора напряженности на любое направление равно убыли потенциала вдоль этого направления, в векторном виде связь выражается с помощью градиента*). Как направлен градиент потенциала и как направлен вектор напряженности? (*вдоль одной линии, но в разные стороны, почему – как меняется потенциал*) Два графика: зависимости напряженности и потенциала поля точечного заряда от радиальной координаты. Потенциальное поле – это... Электростатическое поле – потенциальное, потому что ... (*работа кулоновских сил поля по перемещению электрического заряда вдоль любой замкнутой траектории равна нулю, силовые линии электростатического поля могут начинаться и заканчиваться на зарядах*). Поток вектора напряженности электрического поля (*определение величины*). Теорема Гаусса в вакууме (*формула, физический смысл и формулировка*). Условие потенциальности электрического поля (теорема о циркуляции для электростатического поля) (*формула, физический смысл и формулировка*).

3. Электрическое поле нескольких зарядов в вакууме. Принцип суперпозиции (*формула, физический смысл и формулировка*). Особая модель зарядов: электрический диполь – это... Какой вид имеют силовые линии поля диполя? Примеры применения принципа суперпозиции к расчету ЭП, созданного: 1) двумя или тремя зарядами, 2) двумя пластинами.
4. **Электрическое поле в веществе.** Электростатическая индукция (проводник в ЭП). Свободные заряды – это заряды проводника, которые способны свободно перемещаться по всему его объему. Что происходит с электрическими зарядами в проводнике и с проводником в целом при наведении на него электрического поля? Электростатическая индукция – это... Каково условие возникновения электростатической индукции? Что происходит с напряженностью и потенциалом поля внутри и вне заряженного проводника? Два графика: зависимости напряженности и потенциала поля заряженной сферы от радиальной координаты (внутри и вне ее). Потенциал проводника – это... Конденсатор – это... Электроемкость уединенного проводника и электроемкость конденсатора (*определения величин, от чего зависит электроемкость*). Каковы свойства соединений конденсаторов? (*свойства параллельного и последовательного соединений конденсаторов, как определить общую электроемкость, заряды и напряжения конденсаторов в этих соединениях*). Что можно сделать с двумя одинаковыми конденсаторами, чтобы «создать» меньшую, чем у одного, электроемкость на участке электрической цепи? Что можно сделать с двумя одинаковыми конденсаторами, чтобы «создать» большую, чем у одного, электроемкость на участке электрической цепи? Энергия электрического поля уединенного проводника и энергия электрического поля конденсатора (*формулы для расчета, какие величины входят*).
5. **Электрическое поле в веществе.** Поляризация диэлектрика (диэлектрик в ЭП). Связанные заряды – это заряды диэлектрика, которые не способны свободно перемещаться по всему его объему. Что происходит с молекулами (полярными и неполярными) в диэлектрике при

наведении на них электрического поля? Что происходит с диэлектриком в целом при наведении на него электрического поля? Поляризация диэлектрика – это... Каково условие возникновения поляризации диэлектрика? Диэлектрическая проницаемость вещества (*определение величины*). Электрический диполь – модель связанных зарядов, это два электрических заряда, связанные между собой, при этом они одинаковые по модулю, но разные по знаку (один – положительный, второй – отрицательный). Электрический дипольный момент (*определение величины*), поляризованность, электрическое смещение (*определения величин*). Уравнение связи между вектором электрического смещения и напряженностью электрического поля (*формула, физический смысл и формулировка*). Два графика: зависимости напряженности и потенциала поля конденсатора от поперечной координаты между пластинами конденсатора в отсутствие диэлектрика. Два графика: зависимости напряженности и электрического смещения поля конденсатора от поперечной координаты при наличии двух диэлектриков. Что происходит с напряженностью и электрическим смещением поля в диэлектрике по сравнению с вакуумом: уменьшаются, увеличиваются, не изменяются они, если заменить вакуум на диэлектрик? Что можно сделать с конденсатором, чтобы увеличить напряженность поля между пластинами конденсатора (*поясните с помощью формулы*)? Что можно сделать с конденсатором, чтобы уменьшить напряженность поля между пластинами конденсатора (*поясните с помощью формулы*)? Электростатический закон Гаусса в диэлектрике (*формула, физический смысл и формулировка*).

6. **Электрический ток.** Электрический ток – это... (*движение зарядов под действием электрического поля*). Постоянный ток – это... Каково условие существования электрического тока? Сила и плотность тока (*определения величин*). Сторонние силы – это ... Сопротивление проводника (*определение величины, от чего зависит сопротивление проводника*), удельное сопротивление и удельная проводимость проводника ( $\rho$ В-н). Напряжение, ЭДС, разность потенциалов в проводнике (*определения величин*). Свойства соединений сопротивлений (*свойства параллельного и последовательного соединений сопротивлений, то есть, каковы общее сопротивление, токи и напряжения сопротивлений в этих соединениях*). Что можно сделать с двумя одинаковыми сопротивлениями, чтобы «создать» меньшее, чем у одного, сопротивление на участке электрической цепи (*поясните с помощью формулы*)? Что можно сделать с двумя одинаковыми сопротивлениями, чтобы «создать» большее, чем у одного, сопротивление на участке электрической цепи (*поясните с формулой*)? Закон Ома (закон Ома для неоднородного участка цепи, закон Ома для однородного участка цепи, закон Ома для замкнутой цепи, закон Ома в дифференциальной форме) (*формулы, физический смысл и формулировки*). Два графика: зависимости силы тока от напряжения и плотности тока от напряженности. Что можно сделать, чтобы увеличить силу тока в проводнике? Правила Кирхгофа (*формулы и формулировки*). Работа и мощность тока (*определения величин*). Закон Джоуля-Ленца (*формула, физический смысл и формулировка*). График зависимости мощности тока от сопротивления нагрузки. Закон сохранения энергии в электрической цепи (*формула, физический смысл и формулировка*).
7. Свойства электрического поля в законах и уравнениях связи теории поля (обобщение):  
 1) Поток напряженности электрического поля (*определение величины*). Теорема Гаусса для электрического поля в вакууме и в веществе (*формула, физический смысл и формулировка*).  
 2) Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля (*формула, физический смысл и формулировка*).  
 3) Закон Ома в дифференциальной форме (*формула, физический смысл и формулировка*).  
 4) Уравнение связи электрического смещения и напряженности электрического поля (*формула, физический смысл и формулировка*).
8. **Магнитное поле проводника с током в вакууме.** Магнитное поле (МП) – это... Магнитная индукция (*определение величины*). Правило буравчика. Силовые линии МП – это... Вихревое поле – это поле, силовые линии которого замкнуты, работа вдоль силовых линий равна нулю (*сравните с потенциальным полем*). Магнитное поле – вихревое, потому что ... (*о силовых линиях магнитного поля*). Закон Био-Савара-Лапласа в общем виде и его вид для расчета МП проводников с током простой геометрической формы (*формула, физический смысл и*



- формулировка). График зависимости напряженности магнитного поля бесконечного проводника с током от радиальной координаты. Как выглядят силовые линии магнитного поля одного бесконечного проводника с током? Действие МП на заряженную частицу, сила Лоренца (формула, физический смысл и формулировка). Что происходит с заряженной частицей в МП (по какой траектории движется частица, что происходит с ее кинетической энергией)? Действие МП на проводник с током, закон Ампера (формула, физический смысл и формулировка). Правило левой руки. Что происходит с проводником с током в магнитном поле (как действует сила, как он движется)? Как взаимодействуют проводники с токами (как действуют силы, как движутся проводники с одинаковым и разным направлениями токов)? Особая модель тока при исследовании магнитных явлений: круговой ток – это замкнутый проводник с током, его поведение часто исследуют в МП. Рамка с током – это пример кругового тока. Действие МП на рамку с током. Что происходит с рамкой с током в магнитном поле (как действуют силы, как она движется, как ориентируется в МП)? Магнитный момент (определение величины). Что происходит с магнитным моментом кругового тока в магнитном поле? Работа сил МП по перемещению проводника и рамки с током (формулы для расчета, какие величины входят).
9. Магнитное поле нескольких проводников с током или протяженного проводника с током в вакууме. Принцип суперпозиции (формула, физический смысл и формулировка). Пример применения принципа суперпозиции к расчету МП, созданного двумя бесконечными проводниками с током. Пример применения принципа суперпозиции к расчету МП изогнутых проводников с током.
10. **Магнитное поле в веществе.** Особая модель тока при исследовании магнитных явлений: круговой ток – это ... Молекулярные токи – это пример круговых токов. Магнетик – вещество, способное реагировать на МП. Диамагнетизм – это... Парамагнетизм – это... Ферромагнетизм – это... Что происходит с МП в диамагнетиках, парамагнетиках, ферромагнетиках при наведении на них внешнего магнитного поля? Магнитная проницаемость вещества (определение величины). Три графика: зависимости магнитной индукции магнетиков от магнитной индукции внешнего МП. Намагниченность, Напряженность магнитного поля (определения величин). Уравнение связи между индукцией магнитного поля и напряженностью магнитного поля (формула, физический смысл и формулировка).
11. Свойства магнитного поля в законах и уравнениях связи теории поля (обобщение):  
 1) Магнитный поток (определение величины). Теорема Гаусса для магнитного поля в вакууме и в веществе (формула, физический смысл и формулировка). 2) Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля (формула, физический смысл и формулировка).  
 3) Уравнение связи магнитной индукции и напряженности магнитного поля (формула, физический смысл и формулировка).
12. **Явление электромагнитной индукции.** Явление электромагнитной индукции – это... Что происходит в проводнике при изменении МП, наведенного на него? Закон электромагнитной индукции в трактовке Фарадея (закон Фарадея (формула, физический смысл и формулировка)). Правило Ленца. Что происходит при изменении магнитного поля в вакууме, воздухе? Закон Фарадея в трактовке Максвелла (формула, физический смысл и формулировка). Что происходит в катушке индуктивности при изменении МП, наведенного на нее? Потокосцепление (определение величины). Закон Фарадея для электромагнитной индукции в катушке (формула). Как можно создать (индуцировать) ЭДС в проводнике? Ответ: существует три способа индуцирования ЭДС: 1) индуцирование ЭДС в замкнутом проводнике при изменении направления вектора магнитной индукции (генератор переменного тока, формула для ЭДС), график зависимости эдс от времени; 2) индуцирование э.д.с. в отрезках проводников, движущихся в магнитном поле (рисунок, формула для ЭДС); 3) индуцирование ЭДС в замкнутом проводнике при наведении переменного МП (изменении магнитной индукции). Электрическое поле – потенциальное, если ... (пример). Электрическое поле – вихревое, если ... (пример).
13. **Явление самоиндукции.** Явление самоиндукции – это... Что происходит в замкнутой цепи постоянного тока при замыкании ключа? Индуктивность контура и катушки с током (оВ-н).

Закон Фарадея для самоиндукции (формула, физический смысл и формулировка). Энергия магнитного поля (формула для расчета, какие величины в нее входят).

14. Свойства электромагнитного поля в законах и уравнениях связи теории поля (обобщение): Система уравнений Максвелла (в интегральной форме) (это законы электромагнитного поля для всех случаев его существования, формулы, физический смысл). Ток смещения – переменное электрическое поле, возникающее в той области пространства, где изменяется МП (переменное МП).

Таблица 1.5 – Критерии оценки коллоквиума «Электродинамика»

Оцениваемый компонент знаний и умений	Максимальный балл для оцениваемого компонента
Студент демонстрирует знание <b>моделей</b> электричества и магнетизма, понимание отличий физической природы полей (заряд, ЭП и МП и их свойства, диполь, круговой ток и т.п.)	1
Студент демонстрирует знание <b>явлений</b> электричества и магнетизма, понимание отличий физической природы полей (свойства зарядов, ЭП и МП, диполя, кругового тока, явление электромагнитной индукции и т.п.)	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина характеризует</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина численно равна</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина – векторная и имеет следующее направление</i> ).	1
Студент демонстрирует умения объяснять физический смысл основных <b>законов</b> или представлять их в графическом виде (теорема Гаусса, закон Ома, правила Кирхгофа, закон Фарадея и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует умения формулировать <b>законы</b> (теорема Гаусса, закон Ома, правила Кирхгофа, закон Фарадея), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует знания математических формул <b>законов</b> (теорема Гаусса, закон Ома, правила Кирхгофа, закон Фарадея), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Максимальный балл за коллоквиум	8

**Вопросы для защиты отчетов по лабораторным работам по модулю «Электродинамика»**

Вопросы для защиты отчетов лабораторных работ по модулю «Электродинамика» (1 балл за полный ответ на каждый вопрос, максимум – 2 балла за устную или письменную защиту отчета)

<b>В-1</b>	<b>Э.2.«Определение ЭДС методом компенсации»</b>
1.	Дайте определение электрического сопротивления.
2.	Нарисуйте электрическую схему эксперимента и выведите расчетную формулу для ЭДС в Вашем эксперименте. В чем суть компенсационного способа определения ЭДС?

<b>В-2</b>	<b>Э.2.«Определение ЭДС методом компенсации»</b>
1.	Дайте определение напряжения на участке электрической цепи и ЭДС. Что такое внутреннее сопротивление ЭДС?
2.	Нарисуйте электрическую схему эксперимента и выведите расчетную формулу для ЭДС в Вашем эксперименте. В чем суть компенсационного способа определения ЭДС?

<b>В-3</b>	<b>Э.2. «Определение ЭДС методом компенсации»</b>
1. Дайте определение силы тока. Нарисуйте схематическое изображение реального и идеального источника тока.	
2. Поясните расчетную формулу эксперимента и метод измерения.	

<b>В-4</b>	<b>Э.2. «Определение ЭДС методом компенсации»</b>
1. Запишите и сформулируйте закон Ома в обобщенной (интегральной) форме.	
2. Что измеряется в эксперименте косвенно и как оценить погрешность данного косвенного измерения?	

<b>В-1</b>	<b>Э.3 «Мостик Уитстона»</b>
1. От чего зависит электрическое сопротивление? От чего зависит удельное электрическое сопротивление? Дайте определение электрического сопротивления.	
2. Что измеряется в эксперименте напрямую и как оценить погрешность данного прямого измерения?	

<b>В-2</b>	<b>Э.3 «Мостик Уитстона»</b>
1. Дайте определение напряжения на участке электрической цепи. От чего зависит знак произведения силы тока на сопротивление в правиле Кирхгофа?	
2. Что измеряется в эксперименте косвенно и как оценить погрешность данного косвенного измерения?	

<b>В-3</b>	<b>Э.3 «Мостик Уитстона»</b>
1. Дайте определение силы тока.	
2. Нарисуйте электрическую схему эксперимента и выведите расчетную формулу для удельного сопротивления в Вашем эксперименте.	

<b>В-4</b>	<b>Э.3 «Мостик Уитстона»</b>
1. Запишите и сформулируйте закон Ома в обобщенной (интегральной) форме.	
2. Нарисуйте электрическую схему эксперимента и выведите расчетную формулу для удельного сопротивления в Вашем эксперименте.	

<b>В-1</b>	<b>Э.4 «Метод вольтметра-амперметра»</b>
1. Дайте определение силы тока. Запишите и сформулируйте первое правило Кирхгофа. На основании какого закона оно получено?	
2. Выведите формулу для общего сопротивления при параллельном соединении сопротивлений.	

<b>В-2</b>	<b>Э.4 «Метод вольтметра-амперметра»</b>
1. Запишите и сформулируйте закон Ома.	
2. Нарисуйте электрическую схему эксперимента и выведите расчетную формулу для неизвестного сопротивления в Вашем эксперименте, пользуясь правилами Кирхгофа.	

<b>В-3</b>	<b>Э.4 «Метод вольтметра-амперметра»</b>
1. Запишите и сформулируйте второе правило Кирхгофа. На основании какого закона оно получено? От чего зависит знак ЭДС в правиле Кирхгофа?	
2. Выведите формулу для общего сопротивления при последовательном соединении сопротивлений. эксперименте, пользуясь законом Ома для участка цепи.	

<b>В-4</b>	<b>Э.4 «Метод вольтметра-амперметра»</b>
1. От чего зависит электрическое сопротивление? Дайте определение электрического сопротивления	
2. Нарисуйте электрическую схему эксперимента и выведите расчетную формулу для неизвестного сопротивления в Вашем эксперименте.	



<b>В-1</b>	<b>Э.11 «Мостик Сотти»</b>
<p>1. От чего зависит электрическая емкость конденсатора? Дайте определение электроемкости проводника, единицы измерения.</p> <hr/> <p>2. Что измеряется в эксперименте напрямую и как оценить погрешность данного прямого измерения?</p>	

<b>В-2</b>	<b>Э.11 «Мостик Сотти»</b>
<p>1. Запишите и поясните формулы определения общей емкости для последовательного и параллельного соединения конденсаторов.</p> <hr/> <p>2. Выведите формулу для последовательного соединения конденсаторов.</p>	

<b>В-3</b>	<b>Э.11 «Мостик Сотти»</b>
<p>1. Дайте определение разности потенциалов.</p> <hr/> <p>2. Что измеряется в эксперименте косвенно и как оценить погрешность данного косвенного измерения?</p>	

<b>В-4</b>	<b>Э.11 «Мостик Сотти»</b>
<p>1. От чего зависит электроемкость плоского и сферического конденсаторов?</p> <hr/> <p>2. Выведите формулу для параллельного соединения конденсаторов.</p>	

<b>В-1</b>	<b>Э.7.«Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли»</b>
<p>1.Что такое силовые линии электрического поля? Дайте определение напряженности магнитного поля.</p> <hr/> <p>3.Запишите закон Био-Савара-Лапласа для кругового тока. О чем он говорит?</p> <hr/> <p>4.Нарисуйте электрическую схему эксперимента, поясните, что необходимо измерить, и что необходимо рассчитать в эксперименте.</p>	

<b>В-2</b>	<b>Э.7.« Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли»</b>
<p>1. Дайте определение магнитной индукции.</p> <hr/> <p>3.</p> <hr/> <p>4.Нарисуйте круговой ток, поясните, как получена формула для расчета напряженности магнитного поля кругового тока.</p>	

<b>В-1</b>	<b>Э.7.« Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли»</b>
<p>1. Что такое магнитное поле, каковы его свойства? Что такое силовые линии магнитного поля?</p> <hr/> <p>4.Что в эксперименте Вы измеряете косвенно. Как Вы оцените погрешность этого измерения?</p>	

<b>В-2</b>	<b>Э.7.« Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли»</b>
<p>1 Запишите закон Био-Савара-Лапласа для кругового тока. Какие величины входят в закон?</p> <hr/> <p>2. Что в эксперименте Вы измеряете напрямую. Как Вы оцените погрешность этих измерений?</p>	

Таблица 1.6 – Критерии оценки сформированности компетенций при изучении модуля «Электродинамика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-10% от максимального балла
ИД-1 <sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует знание законов электродинамики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), поясняет, к каким явлениям относятся законы электродинамики, способен объяснять сущность явлений. Демонстрирует умение применять основные законы электродинамики к решению стандартных задач на расчет электрического и магнитного полей, расчет системы конденсаторов, расчет электрических цепей: не полностью самостоятельно (возможно, с использованием конспекта) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, использует законы для решения стандартных задач электродинамики (см.п.2.2 ФОС).

### Модуль 3. Колебания

#### Коллоквиум «Колебания. Волны. Квантовая физика» (1 часть – колебания)

Вопросы коллоквиума (завершить фразу, раскрыть определения понятия, величин, сущность законов и явлений):

0. Введение. Колебания – это ... Осциллятор – это ..... Классификации колебаний: 1) механические колебания – это ... , электромагнитные колебания – это... ;2) свободные (собственные) колебания – это... , затухающие колебания – это... , вынужденные колебания – это... ; 3) периодические колебания – это... , гармонические колебания – это... (ответы желательно дополнить рисунком, схемой, графиком).

1. **Свободные гармонические колебания (механические и электромагнитные).** Примеры осцилляторов, в которых происходят свободные колебания (*пружинный, математический и физический маятники, LC-колебательный контур – ответы необходимо дополнить рисунком или схемой*). Условия возникновения свободных колебаний. Пружинный маятник – это... Математический маятник – это... Физический маятник – это... Колебательный контур – это... Основные характеристики колебаний (*определения величин*): амплитуда, циклическая частота, период, частота, фаза и начальная фаза колебаний. Уравнение гармонических (свободных) колебаний (*физический смысл, запись, какие величины входят в него*). Графическое представление колебаний: график свободных (собственных) колебаний, фазовая плоскость, метод векторных диаграмм. Свойства свободных колебаний (*амплитуда и начальная фаза свободных колебаний зависят только от начальных условий, циклическая частота свободных колебаний зависит от параметров системы*). Закон сохранения энергии для свободных колебаний осциллятора (*физический смысл: свободные колебания всегда сопровождаются переходом одного вида энергии в другой – при подготовке рассмотрите, о каких энергиях идет речь для пружинного маятника и колебательного контура, запишите закон сохранения энергии для них*). График энергий для свободных колебаний пружинного маятника, графики энергий для свободных колебаний заряда, тока, напряжения в колебательном контуре.

2. **Затухающие колебания (механические и электромагнитные).** Примеры осцилляторов, в которых происходят затухающие колебания (*пружинный маятник в упругой среде, RLC-колебательный контур – ответы необходимо дополнить рисунком или схемой*). Уравнение затухающих колебаний (*физический смысл, запись, какие величины входят в него*). Условия

возникновения затухающих колебаний, условия возникновения сильного затухания и слабого затухания. Два графика затухающих колебаний при сильном и слабом затухании (на графиках отобразить сильное затухание – аperiodическое колебание, и слабое затухание – экспоненциальное изменение амплитуды и сам процесс колебаний). Свойства затухающих колебаний (амплитуда зависит от времени, начальная амплитуда и начальная фаза затухающих колебаний зависят от начальных условий, циклическая (условная) частота или условный период затухающих колебаний зависят от соотношения между собственной циклической частотой и коэффициентом затухания (колебания происходят медленнее, квадрат циклической частоты затухающих колебаний есть разность квадратов собственной циклической частоты и коэффициента затухания)). Основные характеристики затухания колебаний (определения величин): коэффициент затухания, время релаксации, логарифмический декремент затухания, добротность, количество колебаний за время релаксации.

**3. Вынужденные колебания (механические и электромагнитные).** Примеры осцилляторов, в которых происходят вынужденные колебания (пружинный маятник в упругой среде при внешнем периодическом воздействии, RLC-колебательный контур с генератором переменной ЭДС – ответы необходимо дополнить рисунком или схемой). Условия возникновения вынужденных колебаний (наличие осциллятора и внешнего периодического воздействия). Уравнение вынужденных колебаний (физический смысл, запись, какие величины входят в него). Свойства вынужденных колебаний (амплитуда и начальная фаза этих колебаний особо зависят от соотношения между собственной циклической частотой и циклической частотой вынуждающей периодической силы, циклическая частота вынужденных колебаний осциллятора есть циклическая частота вынуждающей периодической силы, при этих колебаниях возможен резонанс). Явление резонанса – это... Условие возникновения резонанса (частота внешнего периодического воздействия должна совпадать с собственной частотой осциллятора). Резонансная частота – это... (частота внешнего периодического воздействия, при которой возникает резонанс). Два графика резонансных кривых для механических колебаний и два графика резонансных кривых для колебательного контура (они одинаковы по виду, отличие – в обозначении оси ординат). График зависимости поглощаемой осциллятором энергии (мощности) от циклической частоты внешнего воздействия.

**4. Переменный ток.** Переменный ток – это... Пример цепи переменного тока (схема). Условия возникновения переменного тока. Свойства переменного тока (в цепи переменного тока возникает реактивное сопротивление дополнительно к активному сопротивлению, при этом сила тока подчиняется закону Ома, мгновенные значения тока или напряжения могут складываться алгебраически, как для постоянного тока, но, главное, для определения тока и напряжения в цепи переменного тока необходимо токи и напряжения складывать векторно, сравните примеры разных случаев цепи переменного тока – с резистором, с конденсатором, с катушкой индуктивности, с тремя этими элементами). Характеристики цепи переменного тока (определения величин): активное сопротивление – это... , реактивное сопротивление – это ... , емкостное сопротивление цепи переменного тока – это... , индуктивное сопротивление цепи переменного тока – это... , полное сопротивление цепи переменного тока – это... , действующее значение тока – это... , активная мощность – это... . Закон Ома для цепи переменного тока (физический смысл, математическая запись, какие величины входят в него). Условие возникновения резонанса в цепи переменного тока, какие элементы обязательно должны быть для этого в электрической цепи.

**Вопросы для защиты отчетов по лабораторным работам по модулю «Колебания»**

Вопросы для защиты отчетов лабораторных работ по модулю «Колебания»  
(1 балл за полный ответ на каждый вопрос, максимум – 2 балла за устную или письменную защиту отчета):

**К.2«Определение момента инерции шатуна» В1**

1. «Для определения момента инерции шатуна используем формулу теории ....., в которой момент инерции связан с .....». (закончите предложение, указав в нем, какая формула физики лежит в основе эксперимента).
2. Что потребуется измерить напрямую, чтобы найти момент инерции? Какие погрешности будете учитывать в этих прямых измерениях (назовите их)?

**К.2«Определение момента инерции шатуна» В2**

1. Закончите определение: «Момент инерции твердого тела – это...».
2. Как запишите результат вашего эксперимента? Запишите в общем виде и назовите величины, которые входят в результат.

**К.2«Определение момента инерции шатуна» В3**

1. Закончите определение: «Физический маятник – это ...».
2. Что Вы измеряете косвенно в эксперименте? Какой порядок определения погрешности этого измерения, запишите формулы в общем виде для определения погрешности косвенного измерения в Вашем эксперименте.

**К.2«Определение момента инерции шатуна» В5**

1. Запишите формулу и сформулируйте основной закон динамики вращения.
2. Какое уравнение позволит определить координату центр масс шатуна в эксперименте? (назовите его и нарисуйте простую схему с указанием в масштабе векторов сил для его иллюстрации).

**К.2«Определение момента инерции шатуна» В4**

1. Закончите определение: «Период колебаний – это...».
2. Относительно какой оси необходимо определить момент инерции шатуна в эксперименте (относительно центра масс или оси, не совпадающей с центром масс)? Запишите уравнение равновесия для вашего эксперимента относительно точки центра масс.

**К.2«Определение момента инерции шатуна» В6**

1. Закончите определение: «Гармоническое колебание – это...».
2. В какой последовательности и какие величины будете измерять напрямую и с помощью каких устройств? Что будете рассчитывать? (назовите)

**К1«Математический маятник» В1**

1. Запишите определение периода колебаний маятника в общем случае.
2. Выведите формулу для расчета ускорения свободного падения в Вашем эксперименте.

**К1«Математический маятник» В2**

1. Запишите определение циклической частоты колебаний маятника.
2. Запишите закон свободных гармонических колебаний математического маятника в общем виде и укажите от чего зависит циклическая частота этих колебаний.

<b>К1«Математический маятник»</b>	<b>В3</b>
1. Закончите определение: « <i>Математический маятник – это ...</i> ».	
2. Что Вы измеряете непосредственно в эксперименте? Как Вы определите погрешности этих измерений? Как эти значения погрешностей Вы будете использовать далее (в каких формулах и для определения каких величин)?	
<b>К1«Математический маятник»</b>	<b>В5</b>
1. Запишите <i>определение начальной фазы колебаний</i> .	
2. Что Вы измеряете косвенно в эксперименте? Какой порядок определения погрешности этого измерения, запишите (или выведите) формулы для определения погрешности косвенного измерения в Вашем эксперименте.	
<b>К3«Коэффициент жесткости пружины»</b>	<b>В1</b>
1. Закончите определение: « <i>Гармонические колебания– это ...</i> ».	
2. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента жесткости пружины с помощью динамического метода.	
<b>К3«Коэффициент жесткости пружины»</b>	<b>В3</b>
1. Закончите определение: « <i>Период колебаний – это ...</i> ».	
2. Что Вы измеряете <i>непосредственно</i> в случае <i>динамического</i> метода? Как Вы определите погрешности этих измерений? Как будете использовать полученные значения погрешностей (в каких формулах и для определения каких величин)?	
<b>К3«Коэффициент жесткости пружины»</b>	<b>В5</b>
1. Закончите определение: « <i>Пружинный маятник – это ...</i> ».	
2. Выведите расчетную формулу для определения коэффициента жесткости с помощью <i>статического</i> метода.	

<b>К1«Математический маятник»</b>	<b>В4</b>
1. Запишите <i>определение амплитуды колебаний</i> математического маятника.	
2. Запишите <i>уравнение свободных гармонических колебаний маятника</i> , укажите величины, входящие в формулу. От чего они зависят?	
<b>К1«Математический маятник»</b>	<b>В6</b>
1. Закончите определение: « <i>Колебания – это ...</i> ».	
2. Запишите закон сохранения энергии в случае колебаний математического маятника для произвольного момента времени.	
<b>К3«Коэффициент жесткости пружины»</b>	<b>В2</b>
1. Запишите закон Гука, укажите, какие величины входят в него, поясните его физический смысл.	
2. Что Вы измеряете <i>косвенно</i> в эксперименте в случае <i>динамического</i> метода? Какой порядок определения погрешности измерения в этом случае, запишите формулы для определения погрешности этого измерения.	
<b>К3«Коэффициент жесткости пружины»</b>	<b>В4</b>
1. Закончите определение: « <i>Свободные колебания осциллятора – это ...</i> ».	
2. Что Вы измеряете <i>непосредственно</i> в эксперименте в случае <i>статического</i> метода? Как Вы определите погрешности этих измерений? Как будете использовать полученные значения погрешностей (в каких формулах и для определения каких величин)?	
<b>К3«Коэффициент жесткости пружины»</b>	<b>В6</b>
1. Какова единица измерения коэффициента жесткости пружины, что он показывает?	
2. Что Вы измеряете <i>косвенно</i> в эксперименте в случае <i>статического</i> метода? Какой порядок определения погрешностей в этом случае, запишите (или выведите) формулы для определения погрешности этого измерения.	

<b>К5«Соленоид»</b>	<b>В1</b>
1. Запишите <i>определение индуктивности</i> соленоида, от чего зависит индуктивность?	
2. Как значения погрешностей прямого измерения Вы будете использовать далее (в каких формулах и для определения каких величин)?	
<b>К5«Соленоид»</b>	<b>В3</b>
1. Запишите формулу закона Ома для цепи переменного тока, укажите величины, входящие в закон.	
2. Какие величины необходимо измерить, чтобы рассчитать индуктивность соленоида (можете пояснить с помощью формул, можете без них)?	
<b>К5«Соленоид»</b>	<b>В5</b>
1. Закончите определение: «Реактивное сопротивление цепи переменного тока – это ...».	
2. Какую электрическую цепь надо собрать в Вашем эксперименте (нарисуйте схему), показания каких приборов Вам потребуется снять (укажите стрелочкой на схеме)?	
<b>К4«Индуктивность катушки»</b>	<b>В1</b>
1. Закончите определение: « <i>Собственная частота колебаний – это ...</i> ». От чего зависит собственная частота осциллятора?	
2. Изобразите, какой вид будет иметь график в Вашем эксперименте. Если сможете, поясните, почему по оси абсцисс Вы будете отмечать не частоту колебаний.	
<b>К4«Индуктивность катушки»</b>	<b>В3</b>
1. . Закончите определение: « <i>Колебательный контур – это ...</i> ».	
2. Как оцените погрешность прямого измерения? Что будете измерять напрямую?	
<b>К4«Индуктивность катушки»</b>	<b>В5</b>
1. Закончите определение: « <i>Резонанс – это ...</i> ».	
2. Какую величину будете измерять косвенно, как оцените ее погрешность?	

<b>К5«Соленоид»</b>	<b>В2</b>
1. Закончите определение: «Активное сопротивление цепи переменного тока – это ...».	
2. Из каких двух частей состоит эксперимент, какие величины надо определить в первой части и во второй?	
<b>К5«Соленоид»</b>	<b>В4</b>
1. Закончите определение: «Цепь переменного тока обязательно содержит ... ».	
2. Что Вы измеряете непосредственно в эксперименте? Как Вы определите погрешности этих измерений?	
<b>К5«Соленоид»</b>	<b>В6</b>
1. Запишите формулу закона Ома для цепи переменного тока, укажите, в чем его отличие от закона Ома для цепи постоянного тока.	
2. Что Вы измеряете косвенно в эксперименте? Какой порядок определения погрешности этого измерения, запишите формулы для определения погрешности косвенного измерения в Вашем эксперименте.	
<b>К4«Индуктивность катушки»</b>	<b>В2</b>
1. Запишите формулу Томпсона (или собственной частоты колебаний в колебательном контуре), укажите названия и единицы входящих в нее величин.	
2. Нарисуйте график любой резонансной кривой. Укажите по оси абсцисс циклическую частоту и отметьте точку резонанса.	
<b>К4«Индуктивность катушки»</b>	<b>В4</b>
1. Запишите <i>определение циклической частоты колебаний</i> осциллятора.	
2. Какую величину необходимо будет измерить в прямом измерении, чтобы использовать ее для расчета в косвенном измерении?	
<b>К4«Индуктивность катушки»</b>	<b>В6</b>
1. При каком условии возможен резонанс тока в колебательном контуре.	
2. Изобразите схему электрической цепи в Вашем эксперименте, укажите названия элементов схемы, укажите стрелочкой, показания каких приборов Вы будете снимать.	

## Модуль 4. Волны и волновые явления

### Коллоквиум «Колебания. Волны. Квантовая физика» (2 часть – волны)

Вопросы коллоквиума (завершить фразу, раскрыть определения понятия, величины, объяснить сущность законов и описать «механизм» протекания явлений):

0. Введение. Волна – это .... Волновая поверхность – это.... Фронт волны - это... . Плоская волна – это.... Характеристики волны (*определения величин*): амплитуда, частота, период, циклическая частота, фаза волны, фазовая скорость, длина волны, волновое число и волновой вектор, вектор Умова, интенсивность волны. Уравнение плоской волны в общем случае: как оно записывается, что в него входит, что оно позволяет определить? Графическое представление волны в общем случае (*два графика*). Чем отличаются бегущая волна от стоячей волны? Стоячая волна – это ....

5. **Механические волны.** Механическая волна – это... Как она образуется (*условия возникновения*), за счет чего распространяется? От чего зависит скорость распространения механической волны. Уравнение плоской механической волны: как оно записывается, что в него входит, что оно позволяет определить? Продольные волны – это... Поперечные волны – это... Где образуются продольные волны, где образуются поперечные волны Графическое представление механической волны (*два графика*).

6. **Электромагнитные волны.** Электромагнитная волна – это... Как она образуется (*условия возникновения*), за счет чего распространяется? Как связаны в электромагнитной волне вектора напряженностей электрического и магнитного поля (*формула, какие величины входят в формулу*), как они направлены по отношению друг к другу? Графическое представление электромагнитной волны (*два графика*). Показатель преломления вещества (*определение абсолютного и относительного показателя преломления*), от чего зависит абсолютный показатель преломления вещества? Скорость электромагнитной волны в вакууме (*значение, с какими величинами связана*). Уравнение плоской электромагнитной волны: как оно записывается, что в него входит, что оно позволяет определить? Что происходит с электромагнитной волной на границе двух сред? Что происходит с электромагнитной волной при попадании ее в оптически плотную среду?

7. **Поляризация волн.** Поляризация волн – это... Какие существуют способы поляризации волн (*перечислите*). Как происходит поляризация волн в анизотропной среде: двойное лучепреломление – это..., поляризатор – это... , главная оптическая ось – это.... Закон Малюса. Чем отличается анализатор от поляризатора? Как происходит поляризация волн при отражении? Закон Брюстера.

8. **Интерференция волн.** Интерференция волн – это... Каковы условия возникновения интерференции? Что происходит в опыте Юнга (*нарисуйте рисунок, поясните на нем, где возникает интерференционная картина, какой вид она имеет, и ответьте, почему в центре наблюдается светлое пятно*)? Разность хода волн (*определение*). Условие максимума и условие минимума интенсивности света в интерференции. Порядок интерференционного максимума (или минимума) – это... (*поясните и приведите примеры*). Как выглядит установка для получения колец Ньютона (*нарисуйте рисунок, поясните на нем, где возникает интерференционная картина, какой вид она имеет, и ответьте, почему в центре наблюдается темное пятно*)?

9. **Дифракция волн.** Дифракция волн – это... Каковы условия наблюдения дифракции? В чем заключается принцип Гюйгенса? В чем заключается принцип Гюйгенса-Френеля? Дифракция Френеля – это... (*поясните, что происходит в этом случае, и приведите пример этого вида дифракции, не забудьте пояснить, где и что на рисунке изображено*). Дифракция Фраунгофера – это... (*поясните, что происходит в этом случае, и приведите пример этого вида дифракции, не забудьте пояснить, где и что на рисунке изображено*). В чем заключается метод зон Френеля для простых случаев дифракции? Что такое зона Френеля. От чего зависит число зон Френеля на открытой части волновой поверхности для дифракции Фраунгофера? От чего зависит число зон Френеля на открытой части волновой поверхности для дифракции Френеля? От чего зависит минимум или максимум интенсивности света в исследуемой точке дифракционной картины? Условия максимума или минимума интенсивности света в дифракции Фраунгофера. Условия

максимума или минимума интенсивности света в дифракции Френеля. Порядок дифракционного максимума (или минимума) – это... График интенсивности света для дифракции на прямоугольной щели (нарисуйте график, поясните, почему центральный максимум значительно выше соседних максимумов, то есть, почему центральное пятно в дифракции Фраунгофера – самое яркое, а соседние – бледные. Дифракционная решетка как пример дифракции на многих щелях: дифракционная решетка – это..., условие главных максимумов и условие главных минимумов интенсивности света, что наблюдается в интерференционной картине, если на дифракционную решетку падает совокупность волн с разными частотами (или длинами волн, например, белый свет)?

**Вопросы для защиты отчетов по лабораторным работам по модулю «Волны и волновые явления»**

Вопросы для защиты отчетов лабораторных работ по модулю «Волны и волновые явления» (1 балл за полный ответ на каждый вопрос, максимум – 2 балла за устную или письменную защиту отчета):

<b>В.1«Скорость звука» - В1</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запишите <i>определение величины</i>: «Длина волны – это ...».</li> <li>2. Что Вы измеряете <i>косвенно</i> в эксперименте? Какой порядок определения погрешностей этого измерения (запишите формулы для определения погрешности косвенного измерения в Вашем эксперименте)?</li> </ol>
<b>В.1«Скорость звука» - В3</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. От чего зависит <i>скорость</i> звуковой волны (можно без формул)? Как зависит: уменьшается или увеличивается с <u>изменением перечисленных Вами величин?</u></li> <li>2. Опишите <i>метод стоячей волны</i>: -чего Вы будете добиваться в эксперименте; - как Вы узнаете в эксперименте, что образована стоячая звуковая волна; -с чем совпадает ее частота в этом случае; для чего Вам понадобится найденное значение частоты.</li> </ol>
<b>В.1«Скорость звука» - В5</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запишите <i>определение величины</i>: «частота волны – это ...».</li> <li>2. Как определить длину звуковой волны и скорость звука в Вашем эксперименте (какие величины будут измерены в эксперименте, какие затем рассчитаны)?</li> </ol>

<b>В.1«Скорость звука» - В2</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закончите <i>определение</i>: «Механическая волна (звуковая волна) – это ...» (что из себя представляет или как образуется, или условия ее существования).</li> <li>2. Изобразите схематично <i>стоячую волну</i> в Вашей установке, укажите, где находится узел, а где пучность стоячей волны и поясните (без формул), какую характеристику волны Вы должны измерить в эксперименте?</li> </ol>
<b>В.1«Скорость звука» - В4</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закончите <i>определение</i>: «<i>Стоячая волна – это ...</i>» (что из себя представляет или как образуется, переносит ли энергию).</li> <li>2. Что Вы измеряете <i>напрямую</i> в эксперименте? Как Вы определите погрешности этих измерений (какие погрешности будете определять в эксперименте, по каким формулам, с помощью каких технических характеристик приборов)?</li> </ol>
<b>В.1«Скорость звука» - В6</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Запишите <i>определение величины</i>: «Скорость (фазовая) волны – это...».</li> <li>2. Запишите уравнение зависимости <i>скорости звука от температуры</i>, укажите названия величин, входящих в него. Надо ли будет учитывать температуру воздуха в Вашем эксперименте или нет?</li> </ol>



<b>В.4«Дифракционная решетка» - В1</b>
1. Поясните: «Порядок интерференционного максимума – это ....».
2. Запишите условие главных максимумов в интерференционной картине, полученной от дифракционной решетки, укажите названия и единицы величин, входящих в это условие.
<b>В.4«Дифракционная решетка» - В3</b>
1. Запишите полное определение длины волны: «Длина волны – это ...» .
2. Что Вы измеряете напрямую в эксперименте? Как Вы определите погрешности этих измерений (какие погрешности будете определять и каким образом или с помощью чего)?
<b>В.4«Дифракционная решетка» - В5</b>
1. Закончите определение: «Дифракция – это ...».
2. Что Вы измеряете косвенно в эксперименте? Каков порядок определения погрешности этого измерения в Вашем эксперименте (поясните с помощью формул последовательность расчета погрешности косвенного измерения в Вашем эксперименте)?
<b>В.5«Поляризация света» - В1</b>
1. Поясните: «Поляризация – это ...».
2. Кратко поясните (без формул), какие действия необходимо осуществить в Вашем эксперименте, какие величины при этом будут измерены, какие величины Вы будете использованы для построения графика?
<b>В.5«Поляризация света» - В3</b>
1. Для чего существует поляризатор, каков «механизм» его действия?
2. Какой график необходимо построить в Вашем эксперименте (зависимость каких величин должна быть изображена на графике)? Можно ли предсказать, какой вид будет иметь график, если – да, изобразите его.

<b>В.4«Дифракционная решетка» - В2</b>
1. Закончите определение: «Интерференция – это ...»
2. Схематически изобразите, как идут лучи в Вашем эксперименте? Для какого порядка максимума будете определять координаты?
<b>В.4«Дифракционная решетка» - В4</b>
1. Запишите полное определение разности хода двух лучей: «Разность хода двух лучей – это... ».
2. Кратко поясните (без формул), какие действия необходимо осуществить в эксперименте, чтобы измерить длину волны (какие величины будут измерены, какие затем рассчитаны)?
<b>В.4«Дифракционная решетка» - В6</b>
1. Поясните: «Дифракционная решетка – это ...».
2. При смене светофильтров, очевидно, изменяется длина волны света в эксперименте. Как Вы считаете, будут ли разными положения максимумов интенсивности света (цветных полос) для разных светофильтров? Если – да, то почему? Если – нет, то почему?
<b>В.5«Поляризация света» - В2</b>
1. Запишите закон Малюса, укажите названия и единицы величин, входящих в него
2. Что Вы измеряете напрямую в эксперименте? Как Вы определите погрешности этих измерений?
<b>В.5«Поляризация света» - В4</b>
1. Для чего существует анализатор, каков «механизм» его действия?
2. Изобразите схематично естественный и поляризованный свет. Нарисуйте схему экспериментальной установки, отметьте, в какой ее части будет распространяться поляризованный свет. Будет ли в какой-нибудь ее части естественный, если – да, то где?

<b>В.5«Поляризация света» - В5</b>
1. Закончите определение: <i>«Поляризованный свет – это ...».</i>
2. Какую формулу можно было бы использовать для построения того графика, который Вы будете строить по результатам эксперимента (запишите ее и назовите, какие величины входят в формулу)? Обведите кружочком, какие величины будут измеряться в эксперименте?
<b>В.6.«Бипризма Френеля» - В1</b>
1. Поясните: <i>«Порядок интерференционного максимума – это ....».</i>
2. Опишите, из чего состоит бипризма Френеля. Почему бипризму делают с малым преломляющим углом?
<b>В.6.«Бипризма Френеля» - В3</b>
1. Запишите <i>условие максимумов интенсивности света в интерференции</i> , сформулируйте его.
2. Что Вы измеряете напрямую во второй части эксперимента? Как Вы определите погрешности этих измерений?
<b>В.6.«Бипризма Френеля» - В5</b>
1. Закончите определение: <i>«Интерференция – это ...».</i>
2. Что Вы измеряете косвенно во второй части эксперимента? Какой порядок определения погрешности этого измерения (поясните с помощью формул)?

<b>В.5«Поляризация света» - В6</b>
1. Запишите <i>определение интенсивности волны: «Интенсивность волны – это...».</i>
2. При каком угле между плоскостями поляризации поляризатора и анализатора будет наблюдаться минимум интенсивности света? При каком – максимум?
<b>В.6.«Бипризма Френеля» - В2</b>
1. Запишите определение разности хода <i>двух волн.</i>
2. Как определить преломляющий угол бипризмы Френеля <i>в первой части</i> Вашего эксперимента (какие величины необходимо знать для его определения, какие величины необходимо измерить в первой части эксперимента)?
<b>В.6.«Бипризма Френеля» - В4</b>
1. Поясните: <i>«Бипризма Френеля служит для того, чтобы ...».</i>
2. Как определить преломляющий угол бипризмы Френеля <i>во второй части</i> Вашего эксперимента (изобразите установку и кратко поясните (без формул), какие действия необходимо осуществить, какие величины при этом будут измерены, какие затем рассчитаны)?
<b>В.6.«Бипризма Френеля» - В6</b>
1. Запишите <i>определение показателя преломления вещества (абсолютного или относительного).</i>
2. Что называют параметром бипризмы Френеля? Кратко поясните (без формул), какими двумя способами параметр бипризмы Френеля определяют в эксперименте.

## Модуль 5. Квантовая физика

### Коллоквиум «Колебания. Волны. Квантовая физика» (3 часть – квантовая физика)

Вопросы коллоквиума (завершить фразу, раскрыть определения понятия, величины, объяснить сущность законов и описать «механизм» протекания явлений):

1. **Внешний фотоэффект.** Фотоэффект – это... Фотон – это ... . **Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.** Величины, которые входят в уравнение Эйнштейна: работа выхода – это... , энергия фотона численно равна .... , кинетическая энергия фотоэлектрона численно равна... . Физический смысл уравнения Эйнштейна. Красная граница фотоэффекта – это.... Фотоэлемент в цепи постоянного тока (нарисуйте схему, поясните, какие элементы входят в нее, где катод, где анод, где источник питания, чем регулируется напряжение на фотоэлементе, какой прибор

показывает силу тока, какой напряжение). График вольтамперной кривой для фотоэлемента в цепи постоянного тока (нарисуйте график, укажите на нем три особые точки и поясните для себя, что в них происходит). Запирающее напряжение – это.... Ток насыщения – это....

**2. Тепловое излучение.** Тепловое излучение – это... . Характеристики теплового излучения: энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, коэффициент поглощения (определения величин). Абсолютно черное тело – это... График теплового излучения абсолютно черного тела, где находится длина волны  $\lambda_{\text{max}}$ , которой соответствует максимум спектральной плотности энергетической светимости (нарисуйте график, поясните, чему соответствует точка экстремума, и что произойдет, если тело нагреть до большей температуры). Законы теплового излучения: **закон сохранения энергии для равновесного излучения, закон Стефана-Больцмана, два закона Вина, закон Кирхгофа.** Фотон – это ... .

**3. Корпускулярно-волновой дуализм электромагнитного излучения – это...** . Уравнения связи корпускулярных характеристик фотона с волновыми характеристиками электромагнитной волны: как они записываются, что в них входит, о чем они говорят? Каково условие проявления корпускулярных и волновых свойств электромагнитным излучением?

**4. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц.** Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц - это... Квантовая частица – это... Волна де-Бройля – это... Длина волны де Бройля. **Соотношения неопределенностей Гейзенберга.** Волновая функция- это... (характеристика состояния квантовой частицы, ее измерить невозможно, можно измерить только квадрат волновой функции, он показывает вероятность попадания квантовой частицы в исследуемую точку пространства, в этом заключается статистический смысл волновой функции). **Уравнение Шредингера** (пояснить, что в него входит).

**5. Строение и свойства атомов.** Основное состояние атома водорода. Энергетические уровни – это... Главное квантовое число. Формула для расчета спектров водородоподобных атомов, в чем заключаются оптические свойства атомов. Пространственное квантование – это... Магнитное квантовое число. Спин электрона – это... Спиновое квантовое число. Квантовые числа – это... **Принцип Паули.** Распределение электронов в атомах периодической системы элементов Д.И. Менделеева, порядок определения структуры электронных уровней в атомах. **Правило отбора** (переход электрона из одного состояния в другое осуществляется при условии, что его орбитальное квантовое число изменяется на единицу)

Таблица 1.7 – Критерии оценки коллоквиума «Колебания. Волны. Квантовая физика»

Оцениваемый компонент знаний и умений	Максимальный балл для оцениваемого компонента
1	2
Студент демонстрирует знание <b>моделей</b> колебательных систем, волн в рамках разных классификаций, квантовых объектов (осциллятор, пружинный, математический маятники, механическая, электромагнитные волны, микрочастицы, волна де Бройля и т.п.)	1
Студент демонстрирует знание <b>явлений</b> , в которых участвуют колебательные системы, волны, квантовые объекты (свободные, затухающие, вынужденные колебания, интерференция, дифракция, корпускулярно-волновой дуализм, т.п.)	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина характеризует</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина численно равна</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина – векторная и имеет направление</i> ).	1

1	2
Студент демонстрирует умения объяснять физический смысл основных <b>законов</b> или представлять их в графическом виде (уравнения колебаний, условия минимумов и максимумов в интерференции и дифракции, закон Малюса и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует умения формулировать <b>законы</b> (уравнения колебаний, условия минимумов и максимумов в интерференции и дифракции, закон Малюса и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует знания математических формул <b>законов</b> (уравнения колебаний, условия минимумов и максимумов в интерференции и дифракции, закон Малюса и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Максимальный балл за коллоквиум	
	8

### Вопросы для защиты отчетов по лабораторной работе по модулю «Квантовая физика»

Вопросы для защиты отчетов лабораторной работы по модулю «Квантовая физика», которая выполняется параллельно с лабораторными работами по волнам и волновым явлениям (по 1 баллу за полный ответ на каждый вопрос, максимум – 2 балла за устную или письменную защиту отчета):

Кв.1«Фотоэффект»	В1
1. Поясните: « <i>Фотоэлемент – это устройство ...</i> ».	
2. Кратко укажите, как определить силу света лампы в Вашем эксперименте (принципиально важные этапы измерения, используемая формула).	

Кв.1«Фотоэффект»	В2
1. Закончите определение: « <i>Фотоэффект – это ...</i> ».	
2. Кратко укажите, как градуировать фотоэлемент в Вашем эксперименте (принципиально важные этапы измерения, необходимая для этого формула).	

Кв.1«Фотоэффект»	В3
1. Запишите <i>уравнение Эйнштейна</i> и укажите величины, входящие в уравнение?	
2. Кратко укажите, как определить интегральную чувствительность фотоэлемента в Вашем эксперименте (принципиально важные этапы измерения, используемые формулы).	

Кв.1«Фотоэффект»	В4
1. Поясните: « <i>Работа выхода фотоэлектрона – это ...</i> ».	
2. Кратко укажите, как измерить освещенность при помощи градуированного фотоэлемента в Вашем эксперименте (принципиально важные этапы измерения).	

Кв.1«Фотоэффект»	В5
1. Поясните: « <i>Запирающее напряжение для фотоэффекта – это ...</i> ».	
2. Какой график необходимо построить в Вашем эксперименте, какую формулу Вы будете использовать для этого? Для чего нужен график?	

Кв.1«Фотоэффект»	В6
1. Закончите определение: « <i>Красная граница фотоэффекта – это ...</i> ».	
2. Что Вы измеряете напрямую в эксперименте? Как Вы определите погрешности этих измерения? Как эти значения погрешностей Вы будете использовать далее?	

Таблица 1.8 – Критерии оценки сформированности компетенций при изучении модулей «Колебания», «Волны и волновые явления», «Квантовая физика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует знание основных законов колебаний, волновых явлений, квантовой физики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), поясняет, к каким явлениям относятся законы. Демонстрирует умение применять основные законы к решению стандартных задач на расчет свободных, затухающих, вынужденных колебаний, интерференции, дифракции, поляризации, фотоэффекта, теплового излучения: не полностью самостоятельно (возможно, с использованием конспекта) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, решает стандартные задачи (см.п.2.2 ФОС)	Демонстрирует знание законов электродинамики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), описывает явления и объясняет, к каким явлениям относятся законы. Демонстрирует умение применять основные законы электродинамики к решению стандартных задач на расчет свободных, затухающих, вынужденных колебаний, интерференции, дифракции, поляризации, фотоэффекта, теплового излучения: практически полностью самостоятельно (с небольшими замечаниями) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен (с небольшими замечаниями) пояснить метод решения задачи в обобщенном виде (см.п.2.2 ФОС)	Демонстрирует знание законов электродинамики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), описывает явления и объясняет, к каким явлениям относятся законы. Демонстрирует умение применять основные законы к решению стандартных задач на расчет свободных, затухающих, вынужденных колебаний, интерференции, дифракции, поляризации, фотоэффекта, теплового излучения: полностью самостоятельно, верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач. Способен самостоятельно выбрать и пояснить метод решения задачи в обобщенном виде (см.п.2.2 ФОС)

## Модуль 6. Термодинамика и статистическая физика

### Коллоквиум «Термодинамика»

Вопросы коллоквиума (завершить фразу, раскрыть определения понятия, величин, сущность законов и явлений):

1. **Термодинамическая система, ее характеристики, законы ее равновесного состояния.** Термодинамическая система- это... . Идеальный газ – это... Внутренняя энергия (ф.с.в., характеризует состояние ТС, численно равная для реального газа ... , для идеального газа ... , единица измерения – 1 Дж, является функцией состояния). **Связь между внутренней энергией и температурой.** Макропараметры (параметры состояния, термодинамические параметры) – это... Давление (определение, далее – «о»). Концентрация вещества (о). Плотность вещества (о). Число Авогадро показывает ... Количество вещества (о). Молярная масса (о). Относительная атомная масса (о). Относительная молекулярная масса (о). Температура характеризует ..., единица измерения. Средняя энергия движения молекул (о). Число степеней свободы (о), какие значения принимает и в каких случаях? Теплоемкость (о). Удельная теплоемкость (о). Молярная теплоемкость (о). От чего зависят удельная и молярная теплоемкость? Почему молярная теплоемкость в изобарном процессе больше, чем молярная теплоемкость в изохорном процессе? **Уравнение Майера.** Законы равновесного состояния термодинамической системы: **уравнение состояния идеального газа** (математическая запись, величины, физический смысл, графическая интерпретация), постулат Максвелла о равномерном распределении энергии по степеням свободы, закон Авогадро и доказательство его, закон Дальтона.

2. **Изопроцессы идеального газа, характеристики и законы процессов.** Изохорный процесс – это... Изобарный процесс – это... Изотермический процесс – это... Адиабатный процесс – это... Как определяется молярная теплоемкость для изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного процессов (там, где возможно, через конкретное число, где это невозможно – через число степеней свободы)? **Газовые законы**, как получить из уравнений состояния газовые законы для каждого из четырех изопроецессов? **Уравнение Пуассона.** Показатель адиабаты (о). Теплота (о). Работа газа (о). Изменение внутренней энергии (о). **Первое начало термодинамики в общем виде. Первое начало термодинамики в применении к каждому из изопроецессов.** PV-диаграммы и TS-диаграммы для изопроецессов (TS-диаграммы см. следующий абзац). Политропный процесс – это ... Равновесное/неравновесное состояние – это ... Функция состояния – это ... Равновесные/неравновесные процессы термодинамической системы – это ...

3. **Обратимые/необратимые процессы термодинамической системы** – это ... Энтропия (о). **Второе начало термодинамики (принцип возрастания энтропии):** две формулировки и физический смысл (современная и любая ранняя). Как изменяется энтропия во времени при нагревании газа (график и пояснения к нему)? Четыре TS –диаграммы для изопроецессов, как изменяется энтропия в каждом изопроецессе? В чем отличие второго начала термодинамики для случаев обратимого и необратимого процесса изолированной термодинамической системы? **Круговые процессы, их характеристики и законы.** Круговой процесс – это.... Цикл Карно – это ... (определение, из каких изопроецессов состоит, график). Законы изопроецессов в цикле Карно. КПД и термический КПД (о). **Две теоремы Карно** (КПД цикла Карно, максимальный КПД любой тепловой машины).

4. **Термодинамическая система** (ТС) и статистическое описание ее равновесного и неравновесного состояний (отличие статистического метода от термодинамического заключается в том, что он позволяет исследовать средние, наиболее вероятные и т.п. величины, характеризующие поведение частиц ТС, статистический метод позволяет выяснить физический смысл макропараметров, основные законы статистического подхода получили названия статистические распределения). Определение энтропии изолированной неравновесной системы через статистический вес ее макросостояния. **Принцип возрастания энтропии с точки зрения статистической физики. Распределения классических частиц: распределение Максвелла** (физический смысл и графическое представление) и скорости теплового движения. **Распределение Больцмана** (физический смысл и графическое представление) и барометрическая формула. **Распределения квантовых частиц: распределения Бозе** (физический смысл и графическое



представление на примере теплового излучения) и Ферми (физический смысл и графическое представление на примере электронного газа в металле).

Таблица 1.9 – Критерии оценки коллоквиума «Термодинамика»

Оцениваемый компонент знаний и умений	Максимальный балл для оцениваемого компонента
Студент демонстрирует знание <b>моделей</b> термодинамики и их характеристик (термодинамическая система, термодинамический процесс, равновесный или неравновесный, обратимый или необратимый процессы, макропараметры и т.п.)	1
Студент демонстрирует знание <b>явлений</b> , в которых участвуют термодинамические системы (изохорный, изобарный, изотермический, изоэнтروпийный, политропный, самопроизвольный и т.п.)	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина характеризует</i> ).	1
Студент демонстрирует знания <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина численно равна</i> ).	1
Студент демонстрирует знания единиц <b>величин</b> , характеризующих свойства и поведение моделей, а также входящих в законы ( <i>величина имеет следующую единицу измерения</i> ).	1
Студент демонстрирует умения объяснять физический смысл основных <b>законов</b> или представлять их в графическом виде (уравнения состояния идеального газа, постулата Максвелла, газовых законов, первого начала термодинамики, второго начала термодинамики, уравнения Майера и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует умения формулировать <b>законы</b> (уравнения колебаний, условия минимумов и максимумов в уравнения состояния идеального газа, постулата Максвелла, газовых законов, первого начала термодинамики, второго начала термодинамики, уравнения Майера и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Студент демонстрирует знания математических формул <b>законов</b> (уравнения состояния идеального газа, постулата Максвелла, газовых законов, первого начала термодинамики, второго начала термодинамики, уравнения Майера и др.), на основе которых могут быть решены стандартные задачи.	1
Максимальный балл за коллоквиум	8

**Вопросы для защиты отчетов по лабораторным работам по модулю «Термодинамика»**

Вопросы для защиты отчетов лабораторных работ по модулю «Термодинамика» (по 1 баллу за полный ответ на каждый вопрос, максимум – 2 балла за устную или письменную защиту отчета):

**Т.1.«Метод Стокса»**

1. Запишите второй закон Ньютона для тела, движущегося в жидкости, в общем виде. Укажите величины, входящие в закон. Дайте определение плотности тела.
2. Выведите расчетную формулу для коэффициента вязкости в Вашем эксперименте.

**Т.1.«Метод Стокса»**

1. Запишите и сформулируйте закон Стокса для вязкости.
2. Получите единицу измерения коэффициента вязкости из закона Стокса.

**Т.1.«Метод Стокса»**

1. Дайте определение коэффициента вязкости. Почему явление вязкости называют явлением переноса?
2. Опишите, что измеряете напрямую и как оценить погрешности этих измерений.

**Т.1.«Метод Стокса»**

1. В чем заключается явление вязкости (поясните без формулы). Можно ли отнести явление вязкости к необратимому процессу? Почему?
2. Опишите, что измеряете косвенно и как оценить погрешности этих измерений.

**Т.2.«Показатель адиабаты»**

1. Дайте определение удельной теплоемкости газа. Укажите, как она связана с молярной теплоемкостью.
2. Что происходит при изотермическом нагревании с макропараметрами (P, V, T)? Ответ обоснуйте с помощью законов.

**Т.2.«Показатель адиабаты»**

1. Почему теплоемкость газа при изобарном нагревании отличается от теплоемкости газа при изохорном нагревании? Запишите уравнение Пуассона, укажите величины, входящие в формулу. Дайте определение показателя адиабаты
2. Опишите, что измеряете косвенно и как оценить погрешности этих измерений.

**Т.2.«Показатель адиабаты»**

1. Дайте определение молярной теплоемкости газа. Укажите, как она зависит от числа степеней свободы. Запишите уравнение Майера, укажите величины, входящие в формулу/
2. Что происходит при изохорном охлаждении с макропараметрами (P, V, T)? Ответ обоснуйте с помощью первого начала термодинамики и газовых законов.

**Т.2.«Показатель адиабаты»**

1. Запишите уравнение состояния идеального газа, укажите величины, входящие в формулу.
2. Что происходит при адиабатном процессе с макропараметрами (P, V, T) при расширении газа? Ответ обоснуйте с помощью первого начала термодинамики и газовых законов.

**Т.4.«Движение молекул воздуха»**

1. Запишите формулу закона Ньютона для вязкого трения, поясните физический смысл закона. Укажите величины, входящие в закон.
2. Почему при установившемся движении сумма всех сил, действующих на элемент газа должна быть равна нулю?

**Т.4.«Движение молекул воздуха»**

1. Дайте определение расхода воздуха..
2. Когда можно применять законы движения несжимаемой жидкости? Ответ обоснуйте. В опыте ламинарное или турбулентное течение газа?



**Т.4.«Движение молекул воздуха»**

1. В чем заключается явление вязкость? Почему явление вязкости называют явлением переноса?
2. Опишите, что измеряете косвенно и как оценить погрешности этих измерений.

**Т.4.«Движение молекул воздуха»**

1. Дайте определение коэффициента вязкости и его единицы измерения.
2. Опишите, что измеряете напрямую и как оценить погрешности этих измерений.

**Т.6.«Теплоемкость твердых тел»**

1. Что такое обратимый и необратимый процессы? Как с помощью энтропии описать эти процессы?
2. Какие величины измеряются в эксперименте напрямую и как оценить погрешность их измерения?

**Т.6.«Теплоемкость твердых тел»**

1. . Запишите второй закон термодинамики, укажите величины, входящие в закон.
2. Выведите расчетную формулу для измерения теплоемкости в Вашем эксперименте.

**Т.6.«Теплоемкость твердых тел»**

1. Дайте определение удельной теплоемкости. Как оно связано с определением количества теплоты?
2. Выведите расчетную формулу для измерения теплоемкости в Вашем эксперименте.

**Т.6.«Теплоемкость твердых тел»**

1. Что такое равновесное и неравновесное состояния термодинамической системы?
2. Какие величины измеряются в эксперименте косвенно и как оценить погрешность их измерения?

Таблица 1.10 – Критерии оценки сформированности компетенций при изучении модуля «Термодинамика и статистическая физика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	<p>Демонстрирует знание основных законов термодинамики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), поясняет, к каким явлениям относятся законы. Демонстрирует умение применять основные законы к решению стандартных задач на расчет состояния термодинамической системы, параметрических и энергетических характеристик изопроцессов: не полностью самостоятельно (возможно, с использованием конспекта) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, решает стандартные задачи (см.п.2.2 ФОС).</p>	<p>Демонстрирует знание законов электродинамики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), описывает явления и объясняет, к каким явлениям относятся законы. Демонстрирует умение применять основные законы электродинамики к решению стандартных задач на расчет состояния термодинамической системы, параметрических и энергетических характеристик изопроцессов: практически полностью самостоятельно (с небольшими замечаниями) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен (с небольшими замечаниями) пояснить метод решения задачи в обобщенном виде (см.п.2.2 ФОС).</p>	<p>Демонстрирует знание законов электродинамики (записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в законы), описывает явления и объясняет, к каким явлениям относятся законы. Демонстрирует умение применять основные законы к решению стандартных задач на расчет состояния термодинамической системы, параметрических и энергетических характеристик изопроцессов: полностью самостоятельно, верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач. Способен самостоятельно выбрать и пояснить метод решения задачи в обобщенном виде (см.п.2.2 ФОС).</p>

## 2. ОЦЕНИВАНИЕ ПИСЬМЕННЫХ РАБОТ СТУДЕНТОВ

### 2.1. Оценивание письменных работ студентов, регламентируемых учебным планом

#### Расчетно-графическая работа №1 «Механика».

*Расчетно-графическая работа выполняется по вариантам, с разными числовыми значениями характеристик рассматриваемого объекта, представленными в методических указаниях.*

Таблица 2.1.1 – Формируемые компетенции (или их части)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 <sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	РГР «Механика»

#### Тематика заданий РГР «Механика»:

1. Криволинейное движение материальной точки (уравнения кинематики): расчет кинематических характеристик движения (уравнение движения задано); расчет кинематических характеристик движения тела в поле Земли (уравнение движения не задано).

2. Вращательное движение тела (уравнения кинематики): расчет кинематических характеристик движения точек тела (уравнение движения задано); расчет кинематических характеристик движения точек тела (уравнение движения не задано).

3. Поступательное движение тела (уравнения кинематики и законы динамики): расчет сил, кинетической и потенциальной энергий, скорости и ускорения тел, движущихся по наклонной и горизонтальной плоскостях.

4. Вращательное движение тела (законы динамики): расчет момента силы, момента инерции, кинетической энергии, работы момента сил для симметричного тела, вращающегося относительно оси симметрии и относительно оси, отстоящей на некоторое расстояние от нее.

5. Движение связанных тел (уравнения кинематики и законы динамики): расчет кинематических характеристик движения блока и подвешенных на нем грузов.

6. Равновесие тел (условия равновесия): расчет положения подъема тела на наклонной поверхности.

7. Центр масс (условия равновесия, уравнение-определение точки центра масс): расчет геометрическим способом точки центра масс (самостоятельное изучение теории по плану и расчет самостоятельно выбранной задачи – задание повышенного уровня).

8. Абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения (законы динамики): расчет скоростей тел после соударения (самостоятельное изучение теории по плану и расчет самостоятельно выбранной задачи – задание повышенного уровня).

Таблица 2.1.2 – Критерии оценки расчетно-графической работы «Механика»

Оцениваемый компонент знаний и умений при защите РГР	Максимальный балл для оцениваемого компонента
Компонент №1 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Формулировка законов, знание математических формул и физического смысла законов механики (законов кинематики, законов Ньютона, основного закона динамики вращательного движения, условий равновесия, теоремы об изменении кинетической энергии, закона сохранения энергии), на основе которых решены задачи.	2
Компонент №2 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Умение верно применять законы (см. компонент №1) к решению задач и получать количественные, графические и качественные результаты. Знание методов решения задач, умение объяснять метод решения задач, давать разъяснения, как применяются законы к решению задач.	4
Компонент №3 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Знание явлений и законов по самостоятельно изучаемым темам – абсолютно упругое и абсолютно неупругое соударения, – умение применять законы сохранения импульса и энергии к решению самостоятельно подобранных задач.	2
Максимальный балл за выполнение и защиту РГР	8

Таблица 2.1.3 – Критерии оценки сформированности компетенций по расчетно-графической работе «Механика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Оцениваемые компоненты (см. табл. 2.1.2) сформированы, но существуют замечания по полноте представления информации и(или) умение применять законы к решению задач демонстрируются не полностью самостоятельно (с использованием конспектов). Не полностью самостоятельно трактуется информация, представленная в графическом виде.	Оцениваемые компоненты (см. табл. 2.1.2) сформированы, практически нет замечаний по полноте представления информации. Умение применять законы к решению задач, демонстрируются без использования конспектов, но с небольшими замечаниями. Вызывает незначительные затруднения самостоятельная трактовка информации, представленной в графическом виде.	Оцениваемые компоненты (см. табл. 2.1.2) сформированы, нет замечаний по полноте представления информации. Демонстрируется полностью самостоятельное владение методами решения задач. Не вызывает затруднений самостоятельная трактовка информации, представленной в графическом виде.

## Расчетно-графическая работа №2 «Колебания и волны».

Расчетно-графическая работа выполняется по вариантам, с разными числовыми значениями характеристик рассматриваемого объекта, представленными в методических указаниях.

Таблица 2.1.4 – Формируемые компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Оценочные материалы и средства
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	РГР «Колебания и волны»

### Тематика заданий РГР «Колебания и волны»:

1. Колебания. Свободные колебания пружинного маятника.
2. Колебания. Затухающие колебания пружинного маятника.
3. Колебания. Вынужденные колебания пружинного маятника.
4. Сложение колебаний (однонаправленных и взаимноперпендикулярных).
5. Волновые явления. Интерференция волн, установка для получения колец Ньютона;
6. Волновые явления. Дифракция волн, дифракция Фраунгофера на прямолинейной щели;
7. Волновые явления. Поляризация волн.
8. Взаимодействие света с веществом (рассеяние, поглощение света, дисперсия).

Таблица 2.1.5 – Критерии оценки расчетно-графической работы

Оцениваемый компонент знаний и умений при защите РГР	Максимальный балл для оцениваемого компонента
1	2
Компонент №1 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Формулировка законов, знание математических формул и физического смысла уравнений колебаний (уравнений свободных колебаний, затухающих колебаний, вынужденных колебаний), на основе которых решены стандартные задачи.	1
Компонент №2 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Умение верно использовать законы (уравнений свободных колебаний, затухающих колебаний, вынужденных колебаний) при решении задач и получать количественные, графические и качественные результаты. Знание методов решения задач, умение объяснять метод решения задач, давать разъяснения, как применяются законы к решению задач.	1
Компонент №3 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Знание явлений и законов по самостоятельно изучаемым темам – сложение однонаправленных и взаимноперпендикулярных колебаний.	1
Компонент №4 (ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> ). Формулировка законов, знание математических формул и физического смысла условий максимумов и минимумов интенсивности волн в интерференции и дифракции, закона Малюса для поляризации, на основе которых решены стандартные задачи.	1

1	2
Компонент №5 (ИД-1опк-1). Умение верно использовать законы (условия максимумов и минимумов интенсивности волн в интерференции и дифракции, закон Малюса для поляризации) при решении задач и получать количественные, графические и качественные результаты. Знание методов решения задач, умение объяснять метод решения задач, давать разъяснения, как применяются законы к решению задач.	1
Компонент №6 (ИД-1опк-1). Знание явлений и законов по самостоятельно изучаемым темам – взаимодействие света с веществом (рассеяние, поглощение света, дисперсия).	1
Максимальный балл за выполнение и защиту РГР	6

Таблица 2.1.6 – Критерии оценки сформированности компетенций по расчетно-графической работе

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1опк-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Оцениваемые компоненты (см. табл. 2.1.5) сформированы, но существуют замечания по полноте представления информации и(или) умение применять законы к решению задач демонстрируются не полностью самостоятельно (с использованием конспектов). Не полностью самостоятельно трактуется информация, представленная в графическом виде.	Оцениваемые компоненты (см. табл. 2.1.5) сформированы, практически нет замечаний по полноте представления информации. Умение применять законы к решению задач, демонстрируются без использования конспектов, но с небольшими замечаниями. Вызывает незначительные затруднения самостоятельная трактовка информации, представленной в графическом виде.	Оцениваемые компоненты (см. табл. 2.1.5) сформированы, нет замечаний по полноте представления информации. Демонстрируется полностью самостоятельное владение методами решения задач. Не вызывает затруднений самостоятельная трактовка информации, представленной в графическом виде.

## 2.2. Оценивание письменных работ студентов, не регламентируемых учебным планом

### Контрольная работа №1 «Кинематика»

Задания для контрольной работы «Кинематика»

#### Вариант 1

Если в какой-либо задаче необходимо использовать ускорение свободного падения, примите его равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

**Задача 1.** Диск радиусом 48 см вращается вокруг неподвижной оси так, что зависимость угла поворота от времени задана уравнением  $\varphi(t) = 4t + 2t^3 + 24$ . Для точек на ободу диска к моменту времени  $2 \text{ с}$  определите нормальное ускорение и среднюю угловую скорость за промежуток времени от  $2 \text{ с}$  до  $6 \text{ с}$ . Изобразите на рисунке, как направлены вектора угловой скорости, углового ускорения и нормального ускорения в момент времени  $2 \text{ с}$  (полное решение задачи = 2 балла, рисунок = 0,6 балла дополнительно).

**Задача 2.** Мяч брошен со скоростью  $10 \text{ м/с}$  горизонтально с высоты  $2 \text{ м}$ . Определите, в какой момент времени камень ударится о стенку, отстоящую от места броска на  $1,2 \text{ м}$ . Какой будет скорость мяча и на какой высоте он будет в этот момент времени? Сопротивлением воздуха пренебречь (полное решение задачи = 2 балла).

#### Вариант 2

Если в какой-либо задаче необходимо использовать ускорение свободного падения, примите его равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

**Задача 1.** Материальная точка движется прямолинейно так, что законы ее движения могут быть представлены зависимостью  $X(t) = 4t + 2t^2$  и  $Y(t) = 2t^2$ . Определите ее среднее ускорение за промежуток времени от  $2 \text{ с}$  до  $5 \text{ с}$ , а также нормальное и тангенциальное ускорения в момент времени, равный  $10 \text{ с}$  (полное решение задачи = 2 балла).

**Задача 2.** Ротор обрабатывающего станка вращается равномерно. Его радиус  $28 \text{ см}$ . За время  $1 \text{ мин}$  он изменил частоту вращения от  $21 \text{ с}^{-1}$  до  $3 \text{ с}^{-1}$ . Определите время, когда ротор остановится, а также тангенциальное ускорение, угловое ускорение ротора и число полных оборотов, сделанных им за это время. Изобразите на рисунке, как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения в этот момент времени, выбрав самостоятельно направление вращения. угловой скорости, нормального ускорения и полного ускорения в момент времени, когда частота его вращения была  $21 \text{ с}^{-1}$  (полное решение задачи = 2 балла, рисунок = 0,6 балла дополнительно).

### Контрольная работа №2 «Механика»

Задания для контрольной работы «Механика»

#### Вариант 1

1. Под каким углом к горизонту нужно установить ствол орудия, чтобы поразить цель, находящуюся на земле на расстоянии  $x = 10 \text{ км}$ . Начальная скорость снаряда  $v_0 = 500 \text{ м/с}$ . Сопротивлением воздуха пренебречь. Приведите полное решение применения законов кинематики в векторной форме (2 балла).
2. На однородный сплошной цилиндр радиусом  $20 \text{ см}$  и массой  $2 \text{ кг}$  намотана легкая нить, к концу которой прикреплен груз массой  $0,2 \text{ кг}$ . Груз опускается вниз, раскручивая цилиндр. Определите силу натяжения нити и время движения груза, если первоначально он находился на высоте  $1 \text{ м}$  до пола. Силой трения пренебречь. (3 балла)

#### Вариант 2

1. Два груза массой  $1 \text{ кг}$  и  $2 \text{ кг}$ , связанные невесомой нерастяжимой нитью, движутся по горизонтальному столу, ко второму грузу привязан еще один трений груз массой  $2,5 \text{ кг}$ , нить к которому переброшена через скользкий край стола, в результате чего он опускается вниз, не соприкасаясь со столом. Коэффициент трения первого груза о стол  $0,1$ , а для второго груза  $0,15$ . Найти силу натяжения нитей между вторым и третьим грузами. Система тел движется с ускорением. (2 балла)

2. Маховик в виде сплошного диска, радиус которого 50 см, а масса 40 кг, вращается с частотой 240 об/мин. Через 1 мин после того, как начинает действовать момент сил торможения, маховик остановился. Определите момент сил торможения и число оборотов маховика от начала торможения до остановки. (3 балла).

Таблица 2.2.1 – Критерии оценки сформированности компетенций при решении задач модуля «Механика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1опк-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует умение применять основные законы механики к решению стандартных задач на поступательное и вращательное движение твердого тела (использует законы движения, законы Ньютона, теорему об изменении кинетической энергии, закон сохранения энергии, основной закон динамики вращательного движения, условия равновесия): верно записывает формулы законов механики в решении задачи, способен пояснить законы, сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач механики, использует законы для решения стандартных задач механики.

### Контрольная работа №3 «Электростатика. Конденсаторы»

Задания для контрольной работы «Электростатика. Конденсаторы» (решение каждой задачи оценивается в два балла, максимальный балл – 4 балла).

#### Вариант 1

**Задача 1.** На рисунке 1 указаны расположение точечных зарядов, величины зарядов в микрокулонах и расстояния между ними в сантиметрах. Считая точечные заряды неподвижными, определите напряженность и потенциал ЭП в исследуемой точке электрического поля (точка А, в которой ЭП создается тремя зарядами -5, -5 и 5 мкКл). *Внимание! При решении задачи необходимо, чтобы на рисунке были изображены все вектора напряженности, включая результирующий вектор напряженности ЭП!* С помощью формулы  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$  определите силу, которая будет действовать на заряд, равный  $q = N$  мКл, помещаемый в эту точку поля ( $N=20$ ).

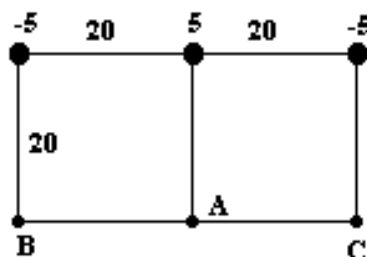


Рисунок 1.

**Задача 2.** На рисунке 2 указана схема соединения конденсаторов, определите общую емкость соединения конденсаторов ( $C_1 = 10$ ,  $C_2 = 10$ ,  $C_3 = 10$ ,  $C_4 = 3$ ,  $C_5 = 2$ ,  $C_6 = 5$ ). С помощью формулы  $q = C_{общ} \cdot U$  определите общий заряд соединения конденсаторов, учитывая, что напряжение, подаваемое на это соединение, равно 120 В. Определите заряд и напряжение на каждом конденсаторе.



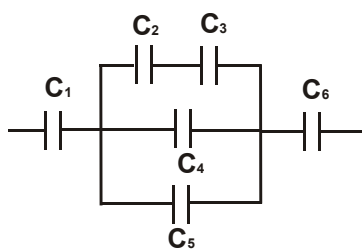


Рисунок 2.

Вариант 2

**Задача 1.** На рисунке 3 указаны расположение точечных зарядов, величины зарядов в микрокулонах и расстояния между ними в сантиметрах. Считая точечные заряды неподвижными, определите напряженность и потенциал ЭП в исследуемой точке электрического поля (точка В, в которой ЭП создается тремя зарядами -10, 5 и 5 мкКл). *Внимание! При решении задачи необходимо, чтобы на рисунке были изображены все вектора напряженности, включая результирующий вектор напряженности ЭП!* С помощью формулы  $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$  определите силу, которая будет действовать на заряд, равный  $q = N$  мкКл, помещаемый в эту точку поля ( $N=30$ ).

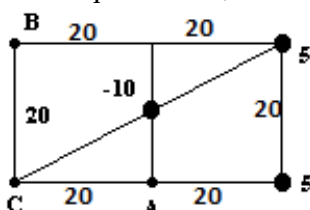


Рисунок 3.

**Задача 2.** На рисунке 4 указана схема соединения конденсаторов, определите общую емкость соединения конденсаторов ( $C_1=4$ ,  $C_2=1$ ,  $C_3=3$ ,  $C_4=4$ ,  $C_5=2$ ,  $C_6=6$ ). С помощью формулы  $q = C_{общ} \cdot U$  определите общий заряд соединения конденсаторов, учитывая, что напряжение, подаваемое на это соединение, равно 120 В. Определите заряд и напряжение на каждом конденсаторе.

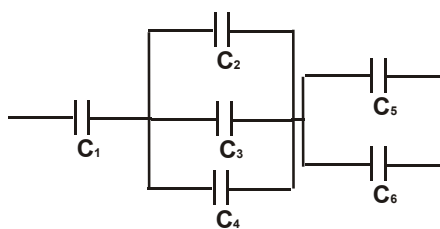


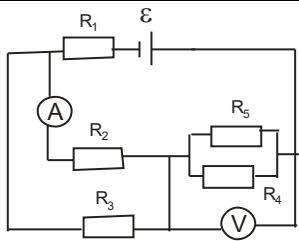
Рисунок 4.

**Контрольная работа №4 «Постоянный ток»**

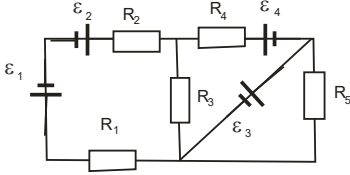
Задания для контрольной работы «Постоянный ток» (решение каждой задачи оценивается в два балла, максимальный балл – 4 балла).

Вариант 1

**Задача 1.** Определите общее сопротивление электрической цепи. Внутренним сопротивлением ЭДС и сопротивлением амперметра можно пренебречь, сопротивлением вольтметра пренебречь нельзя. С помощью закона Ома для замкнутой цепи определите силу тока  $I$  в электрической цепи, учитывая, что ЭДС равна 100 В. Определите показания вольтметра и амперметра в схеме вашего задания. *При решении задачи необходимо изобразить промежуточные варианты преобразования системы сопротивлений для пояснения, какие сопротивления объединяются в одно на каждом шаге решения*

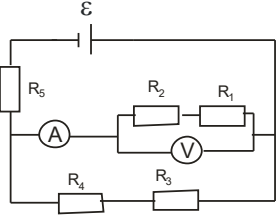
<p>Заданные значения сопротивлений: <math>R_1=20</math> Ом, <math>R_2=40</math> Ом, <math>R_3=40</math> Ом, <math>R_4=160</math> Ом, <math>R_5=160</math> Ом, <math>R_V=800</math> Ом</p>	 <p style="text-align: center;">Рисунок 5.</p>
---	--

**Задача 2.** Перерисуйте схему электрической цепи (см.рис.6), укажите направления токов и обходов контуров, и определите в первую очередь силу тока через то сопротивление в цепи, которое параллельно одному или двум ЭДС (ищите электрическую ветвь с одним или двумя ЭДС без резисторов). Внимание: **силой тока через ветвь с одним или двумя ЭДС (без сопротивлений) пренебречь нельзя!** Выберите контуры и узлы, для которых необходимо записать уравнения по правилам Кирхгофа, чтобы рассчитать силу тока через каждое сопротивление. Запишите для них уравнения. Подставьте в уравнения числовые значения и решите полученную систему уравнений.

<p>Заданные значения сопротивлений и эдс: <math>R_1=20</math> Ом, <math>R_2=60</math> Ом, <math>R_3=65</math> Ом, <math>R_4=15</math> Ом, <math>R_5=50</math> Ом, <math>\varepsilon_1=30</math> В, <math>\varepsilon_2=40</math> В, <math>\varepsilon_3=50</math> В, <math>\varepsilon_4=60</math> В</p>	 <p style="text-align: center;">Рисунок 6.</p>
--	--

### Вариант 2

**Задача 1.** Определите общее сопротивление электрической цепи. Внутренним сопротивлением ЭДС и сопротивлением амперметра можно пренебречь, сопротивлением вольтметра пренебречь нельзя. С помощью закона Ома для замкнутой цепи определите силу тока  $I$  в электрической цепи, учитывая, что ЭДС равна 100 В. Определите показания вольтметра и амперметра в схеме вашего задания. При решении задачи необходимо изобразить промежуточные варианты преобразования системы сопротивлений для пояснения, какие сопротивления объединяются в одно на каждом шаге решения

<p>Заданные значения сопротивлений: <math>R_1=50</math> Ом, <math>R_2=60</math> Ом, <math>R_3=40</math> Ом, <math>R_4=60</math> Ом, <math>R_5=20</math> Ом, <math>R_V=1100</math> Ом</p>	 <p style="text-align: center;">Рисунок 7.</p>
--	--

**Задача 2.** Перерисуйте схему электрической цепи (см.рис.8), укажите направления токов и обходов контуров, и определите в первую очередь силу тока через то сопротивление в цепи, которое параллельно одному или двум ЭДС (ищите электрическую ветвь с одним или двумя ЭДС без резисторов). Внимание: **силой тока через ветвь с одним или двумя ЭДС (без сопротивлений) пренебречь нельзя!** Выберите контуры и узлы, для которых необходимо записать уравнения по правилам Кирхгофа, чтобы рассчитать силу тока через каждое сопротивление. Запишите для них уравнения. Подставьте в уравнения числовые значения и решите полученную систему уравнений.

Заданные значения сопротивлений и эдс:  
 $R_1=15 \text{ Ом}$ ,  $R_2=16 \text{ Ом}$ ,  
 $R_3=40 \text{ Ом}$ ,  $R_4=40 \text{ Ом}$ ,  
 $R_5=10 \text{ Ом}$ ,  $R_6=30 \text{ Ом}$ ,  
 $\varepsilon_1=91 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_2=101 \text{ В}$ ,  
 $\varepsilon_3=111 \text{ В}$ ,  $\varepsilon_4=121 \text{ В}$

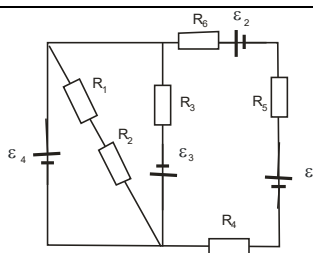


Рисунок 8.

### Контрольная работа №5 «Магнитное поле»

Задания для контрольной работы «Магнитное поле» (одна задача, решение которой оценивается в два балла, задача может быть добавлена в коллоквиум «Электродинамика»).

#### Вариант 1

**Задача.** Два проводника с током создают магнитное поле в исследуемой точке С (см. рис.9). Значения токов измеряют амперметрами. Перерисуйте рисунок для своего варианта и определите магнитную индукцию или напряженность магнитного поля в исследуемой точке. С помощью закона Ампера определите силу, действующую на короткий проводник длиной 0,005м, помещенный в исследуемую точку поля. Сила тока в этом коротком проводнике  $I = 0,1 \text{ А}$ , а угол между этим коротким проводником и результирующим вектором магнитной индукции равен 90 градусов. Изобразите все вектора, которые участвуют в расчете.

Заданные значения сил токов:  $I_1=0,6 \text{ А}$ ,  $I_2=2,0 \text{ А}$

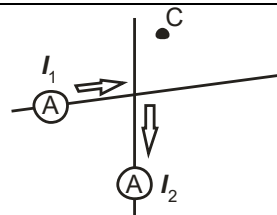


Рисунок 9.

#### Вариант 2

**Задача.** Два проводника с током создают магнитное поле в исследуемой точке С (см. рис.10). Значения токов измеряют амперметрами. Перерисуйте рисунок для своего варианта и определите магнитную индукцию или напряженность магнитного поля в исследуемой точке. С помощью закона Ампера определите силу, действующую на короткий проводник длиной 0,005м, помещенный в исследуемую точку поля. Сила тока в этом коротком проводнике  $I = 0,2 \text{ А}$ , а угол между этим коротким проводником и результирующим вектором магнитной индукции равен 90 градусов. Изобразите все вектора, которые участвуют в расчете.

Заданные значения сил токов:  $I_1=2,0 \text{ А}$ ,  $I_2=3,2 \text{ А}$

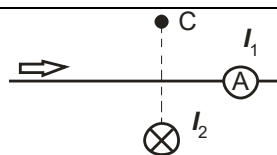


Рисунок 10.

**Индивидуальные домашние задания №1 – «Электростатика. Конденсаторы», №2 – «Постоянный ток», №3 – «Магнитное поле»** формируются на базе задач, представленных в контрольных работах (содержание остается тем же, изменяются входные данные, направления токов, знаки зарядов, осуществляется перенос элемента на соседнюю ветвь электрической цепи, меняются направления токов и расположения точек в магнитном поле проводников с токами).

Таблица 2.2.2 – Критерии оценки сформированности компетенций при решении задач модуля «Электродинамика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	соответствует оценке «зачтено» 50-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует умение применять основные законы электродинамики к решению стандартных задач на расчет электрического и магнитного полей (использует принцип суперпозиции, формулы для определения характеристик поля в исследуемой точке), расчет системы конденсаторов (использует формулы для определения общей емкости при параллельном и последовательном соединении конденсаторов), системы сопротивлений (использует формулы для определения общей емкости при параллельном и последовательном соединении резисторов), на использование закона Ома и правил Кирхгофа: верно записывает формулы законов в решении задачи, способен пояснить законы, сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, использует законы для решения стандартных задач электродинамики.

### Контрольная работа №6 «Колебания»

Задания для контрольной работы «Колебания» (решение каждой задачи оценивается в два балла, максимальный балл – 4 балла).

#### Вариант 1

**Задача 1.** За 100с колебательная система успевает совершить 100 колебаний. За это же время амплитуда колебаний уменьшается в 2,7 раз. Определите коэффициент затухания колебаний, время релаксации, логарифмический декремент и период колебания системы. Запишите уравнение колебаний, считая, что в начальный момент времени смещение системы равно половине начальной амплитуды (20 см).

$$I = 0,12 \cos(0,5\pi + \frac{\pi}{2}) \text{ мА.}$$

**Задача 2.** Уравнение колебаний тока в колебательном контуре  $I = 0,12 \cos(0,5\pi + \frac{\pi}{2})$  мА. Индуктивность контура 0,9 Гн (нарисуйте этот контур). Определите емкость контура, период колебаний заряда на обкладках конденсатора и тока в контуре. Определите максимальную энергию электрического поля и напряжение на конденсаторе в момент времени  $T/4$ . Постройте график колебания тока в пределах одного периода.

#### Вариант 2

**Задача 1.** Через сколько времени материальная точка массой 0,2 кг, совершающая колебания по закону  $x = 100 \cos(5\pi + \frac{\pi}{6})$  мм, проходит путь от положения равновесия до максимального смещения (в уравнении  $x$  – смещение материальной точки)? Определите период колебаний.

Запишите уравнения изменения скорости с течением времени. Определите скорость в момент времени  $T/6$  и время, когда скорость станет равной нулю. Постройте график колебания материальной точки (смещения) в пределах одного периода.

**Задача 2.** Конденсатор емкостью 10 мкФ в колебательном контуре (нарисуйте этот контур) зарядили зарядом 60 мкКл, кроме него в контуре катушка индуктивностью 0,25 Гн и сопротивление 40 Ом. Определите период колебаний заряда на обкладках конденсатора, логарифмический декремент затухания. Запишите с числовыми коэффициентами уравнение колебаний напряжения на конденсаторе, учитывая, что в начальный момент времени конденсатору сообщили максимальный заряд.

Таблица 2.2.3 – Критерии оценки сформированности компетенций при решении задач модуля «Колебания»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует умение применять основные законы колебаний к решению стандартных задач на расчет колебаний (использует уравнения свободных колебаний, затухающих колебаний, вынужденных колебаний, умеет брать производные и определять скорость, ускорение осциллятора или силу тока колебательного контура, умеет записывать уравнения колебаний по предлагаемому данным, умеет определять собственную и резонансную частоту осциллятора, использует связь между амплитудными значениями): не полностью самостоятельно (возможно, с использованием конспекта) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, решает стандартные задачи.	Демонстрирует умение применять основные законы колебаний к решению стандартных задач на расчет колебаний (использует уравнения свободных колебаний, затухающих колебаний, вынужденных колебаний, умеет брать производные и определять скорость, ускорение осциллятора или силу тока колебательного контура, умеет записывать уравнения колебаний по предлагаемому данным, умеет определять собственную и резонансную частоту осциллятора, использует связь между амплитудными значениями): практически полностью самостоятельно (с небольшими замечаниями) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен (с небольшими замечаниями) пояснить метод решения задачи в обобщенном виде	Демонстрирует умение применять основные законы колебаний к решению стандартных задач на расчет колебаний (использует уравнения свободных колебаний, затухающих колебаний, вынужденных колебаний, умеет брать производные и определять скорость, ускорение осциллятора или силу тока колебательного контура, умеет записывать уравнения колебаний по предлагаемому данным, умеет определять собственную и резонансную частоту осциллятора, использует связь между амплитудными значениями): полностью самостоятельно, верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен самостоятельно выбрать и пояснить метод решения задачи в обобщенном виде.

### Контрольная работа №7 «Волновые явления»

Задания для контрольной работы «Волновые явления» (решение каждой задачи оценивается в два балла, максимальный балл – 4 балла).

#### Вариант 1

**Задача 1.** Плосковыпуклая линза радиусом кривизны  $R$  выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке, показатели преломления линзы и пластинки одинаковы и обозначены  $n_1$ . Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено веществом с показателем преломления  $n_2$ . При освещении линзы монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ , падающим нормально,  $k$ -тое светлое кольцо в отраженном свете имело радиус  $r_k$ . Обозначим радиус  $m$ -го светлого кольца через  $r_m$ . Выполните задания: *изобразите* схематично физическую ситуацию, описанную в задаче; *укажите*, каким является центральное пятно в отраженном свете, светлым или темным, и *объясните* почему; *определите* значения длины волны  $\lambda$ ; *определите* неизвестную величину (отмеченную в таблице знаком вопроса «?»)

$R, \text{ м}$	$n_1$	$n_2$	$\lambda, \text{ м}$	$k$	$r_k, \text{ мм}$	$m$	$r_m, \text{ мм}$
10	1,42	1,40	?	4	2,8	?	2,0

**Задача 2.** На дифракционную решетку с числом штрихов на единицу длины (на один миллиметр), равным  $1/100$ , нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $0,630 \text{ мкм}$ . Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном на расстоянии  $1 \text{ м}$  от нее. Определите координату и угол наблюдения указанного в таблице максимума или минимума.

Что наблюдаем	«max» интенсивности света
Какого порядка	2-го порядка

#### Вариант 2

**Задача 1.** Монохроматический свет с длиной волны  $0,6 \text{ мкм}$  падает по нормали на открытые щели в опыте Юнга, расстояние между щелями равно  $1,2 \text{ мм}$ , расстояние от щелей до экрана равно  $0,8 \text{ м}$ . Определите координату и угол наблюдения для указанного в таблице максимума или минимума интенсивности света.

Что наблюдаем	«min» интенсивности света
Какого порядка	3-го порядка

**Задача 2.** На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света длиной волны  $\lambda$ , соответствующей красному цвету. Ширина щели в 5 раз больше длины волны. На экране, находящемся на расстоянии  $1 \text{ м}$  от щели, наблюдаем дифракционную картину. *Исследуем дифракционную картину, для этого необходимо:* 1) *определить, под каким углом* будет наблюдаться минимум или максимум интенсивности света 2-го порядка; 2) *определить, какого порядка* максимум будет наблюдаться последним; 3) *определить, какова ширина* центрального пятна на экране

Таблица 2.2.3 – Критерии оценки сформированности компетенций при решении задач модуля «Волны и волновые явления»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	<p>Демонстрирует умение применять основные законы волновых явлений к решению стандартных задач на расчет интерференционной и дифракционной картины в случаях опыта Юнга, дифракции Фраунгофера на прямоугольной щели, дифракционной решетки (использует условия максимума и минимума интенсивности света), использует закон Малюса для решения задач поляризации: не полностью самостоятельно (возможно, с использованием конспекта) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, решает стандартные задачи.</p>	<p>Демонстрирует умение применять основные законы волновых явлений к решению стандартных задач на расчет интерференционной и дифракционной картины в случаях опыта Юнга, дифракции Фраунгофера на прямоугольной щели, дифракционной решетки (использует условия максимума и минимума интенсивности света), использует закон Малюса для решения задач поляризации: практически полностью самостоятельно (с небольшими замечаниями) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен (с небольшими замечаниями) пояснить метод решения задачи в обобщенном виде</p>	<p>Демонстрирует умение применять основные законы волновых явлений к решению стандартных задач на расчет интерференционной и дифракционной картины в случаях опыта Юнга, дифракции Фраунгофера на прямоугольной щели, дифракционной решетки (использует условия максимума и минимума интенсивности света), использует закон Малюса для решения задач поляризации: полностью самостоятельно, верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен самостоятельно выбрать и пояснить метод решения задачи в обобщенном виде.</p>

### **Контрольная работа №8 «Квантовая физика»**

*Задания для контрольной работы «Квантовая физика» (решение каждой задачи оценивается в два балла, максимальный балл – 4 балла).*

#### **Вариант 1**

**Задача 1.** Красной границе фотоэффекта для алюминия соответствует длина волны 332 нм. Определите работу выхода электрона из металла и длину световой волны, при которой задерживающее напряжение 1 В.

**Задача 2.** В результате нагревания тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, сместилась с 2,7 мкм до 0,9 мкм. Определите энергетическую светимость тела при начальной температуре и как изменился максимум спектральной плотности энергетической светимости при нагревании тела. Можно считать тело абсолютно черным.

#### **Вариант 2**

**Задача 1.** Определите максимальную кинетическую энергию электронов, вырываемых с поверхности цинка (работа выхода электронов для него равна 4 эВ), если он облучается  $\gamma$ -излучением с длиной волны 2,47 нм. Каково задерживающее напряжение в этом случае?

**Задача 2.** Абсолютно черное тело находится при температуре  $3 \cdot 10^3$  К. При остывании длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на  $\Delta\lambda = 8$  мкм. Определите температуру, до которой тело охладилось и во сколько раз уменьшилась при этом энергия, излучаемая единицей поверхности в единицу времени

### **Контрольная работа №9 «Термодинамика»**

*Задания для контрольной работы «Термодинамика» (студенту необходимо выбрать две задачи, которые он решит, максимальный балл контрольной работы – 4 балла).*

#### **Вариант 1**

1. В закрытом сосуде вместимостью 1 л нагревают гелий массой 24 г. Определите начальное давление газа в сосуде, если температура гелия в начале была  $27^\circ\text{C}$ . Определите, во сколько раз изменилась внутренняя энергия, если температура газа в сосуде увеличилась на 10 градусов (1 балл).
2. Азот массой 56 г занимает при температуре  $27^\circ\text{C}$  объем  $0,5 \text{ м}^3$ . В результате адиабатического расширения давление газа уменьшилось в 3 раза. Какой стала его температура? Определите изменение внутренней энергии, работу газа и сообщенное ему количество теплоты (2 балла)
3. В баллоне вместимостью 1 л находится кислород (углекислый газ, азот или др.) массой 10г при температуре  $290\text{K}$ . Определите концентрацию газа, а также величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ) (1 балл).
4. При нагревании 2 молей некоторого двухатомного газа на 90 К ему было сообщено количество теплоты 2,1 кДж, за счет которого газ свободно расширился. Определите работу и изменение внутренней энергии газа (2 балла).

#### **Вариант 2**

1. Начальные макропараметры воздуха в цилиндре двигателя внутреннего сгорания следующие: температура  $40^\circ\text{C}$ , давление 0,1 МПа. При адиабатическом сжатии давление воздуха увеличивается в 35 раз. Какой будет температура воздуха в конце сжатия? Чему будет равно отношение конечного и начального объемов в этом процессе? Коэффициент Пуассона для воздуха равен 1,4, молярная теплоемкость при постоянном объеме 29 г/моль (2 балла).
2. Азот массой 280 г расширяется в результате изобарного процесса при давлении 1 МПа, на расширение затрачена теплота 5 кДж, начальная температура азота  $17^\circ\text{C}$ . Определите конечную температуру и объем, а также работу и изменение внутренней энергии газа (2 балла).
3. Некоторый двухатомный газ массой 1кг находится в баллоне вместимостью  $1,25 \text{ м}^3$  при температуре  $270\text{C}$  и под давлением 0,5 МПа. Определите, какой это газ (по молярной массе) и величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ) (1 балл).



4. В баллоне находится углекислый газ массой 88 г при температуре 290 К и давлении 0,1 МПа. Во сколько раз увеличится концентрация газа, если в изотермическом сжатии давление возросло в два раза? Чему будет равна теплота, переданная газу? (1 балл)

**Индивидуальные домашние задания №1 – «Паспорт газа», №2 – «Изопроцессы»** формируются на базе задач, представленных в контрольных работах (содержание условия задачи остается, изменяются входные данные, формулы газов, корректируются отношения).

Таблица 2.2.4 – Критерии оценки сформированности компетенций при решении задач модуля «Термодинамика и статистическая физика»

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)		
	на базовом уровне	на повышенном уровне	
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла	соответствует оценке «хорошо» 65-85% от максимального балла	соответствует оценке «отлично» 86-100% от максимального балла
ИД-1 <sub>опк-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Демонстрирует умение применять основные законы термодинамики к решению стандартных задач на расчет состояния идеального газа и изопроцессов (использует уравнение Менделеева-Клапейрона, постулат Максвелла, закон Авогадро, связь между средней энергией молекул и температурой, определения величин термодинамики, газовые законы, первое начало термодинамики, уравнение Майера, уравнение Пуассона): не полностью самостоятельно (возможно, с использованием конспекта) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач, решает стандартные задачи.	Демонстрирует умение применять основные законы термодинамики к решению стандартных задач на расчет состояния идеального газа и изопроцессов (использует уравнение Менделеева-Клапейрона, постулат Максвелла, закон Авогадро, связь между средней энергией молекул и температурой, определения величин термодинамики, газовые законы, первое начало термодинамики, уравнение Майера, уравнение Пуассона): практически полностью самостоятельно (с небольшими замечаниями) верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен (с небольшими замечаниями) пояснить метод решения задачи в обобщенном виде	Демонстрирует умение применять основные законы термодинамики к решению стандартных задач на расчет состояния идеального газа и изопроцессов (использует уравнение Менделеева-Клапейрона, постулат Максвелла, закон Авогадро, связь между средней энергией молекул и температурой, определения величин термодинамики, газовые законы, первое начало термодинамики, уравнение Майера, уравнение Пуассона): полностью самостоятельно, верно записывает формулы законов в решении задачи, способен сформулировать метод решения задачи, пояснить, как применяются законы к решению стандартных задач и решить задачу. Способен самостоятельно выбрать и пояснить метод решения задачи в обобщенном виде.

### 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Формы промежуточной аттестации по дисциплине: *зачет, экзамен.*

#### ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.**

#### Задания закрытого типа

*Выберите один правильный вариант ответа*

1. В задаче рассматривается изобарный процесс, для которого справедливо утверждение: вся теплота, сообщенная газу в изобарном процессе, расходуется на изменение его внутренней энергии и совершение газом работы против внешних сил. К этому утверждению относится и может быть применен к решению задачи закон:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$$
$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$
$$+ Q = \Delta u + A$$
$$Q = A$$
$$A = -\Delta u$$

2. В задаче на тепловое излучение абсолютно твердого тела необходимо учесть, что энергетическая светимость его прямо пропорциональна температуре в четвертой степени. Отражает данную зависимость и может быть применен к решению задачи закон:

$$\xi = \xi_0 \sin(\Omega t + \varphi_0)$$
$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{\sqrt{R^2 + (\Omega L - \frac{1}{LC})^2}}$$
$$h \cdot \nu_0 = A_{\text{вых}}$$
$$+ R = \sigma T^4$$
$$\lambda_{\text{max}} = \frac{b}{T}$$

#### Задания открытого типа

*Дайте развернутый ответ на вопрос*

**Как звучит закон сохранения механической энергии?**

*Правильный ответ.* Полная механическая энергия системы материальных точек не изменяется с течением времени, если все внутренние и внешние силы являются потенциальными.

**Как звучит основной закон динамики вращательного движения?**

*Правильный ответ.* Момент силы, отличной от нуля, всегда вызывает угловое ускорение тела, которое прямо пропорционально моменту сил и обратно пропорционально моменту инерции.

**Как звучит теорема об изменении кинетической энергии?**

*Правильный ответ.* Работа всех сил, действующих на материальную точку, равна изменению кинетической энергии.

**Как звучит второй закон Ньютона в обобщенной форме?**

*Правильный ответ.* При взаимодействии с другими телами тело изменяет свой импульс, при этом скорость изменения импульса равна равнодействующей силе  
полная механическая энергия системы материальных точек сохраняется, если все внутренние и внешние силы являются потенциальными.

**Что происходит с энергией при гармонических колебаниях?**

*Правильный ответ.* В точке равновесия кинетическая энергия максимальна, а потенциальная энергия равна нулю, при максимальном смещении кинетическая энергия равна нулю, а потенциальная энергия максимальна.

**Как изменится в произвольной точке напряжённость электростатического поля созданного точечным зарядом, если поменять его заряд с  $+2e$  на  $-4e$ ?**

*Правильный ответ.* Численное значение вектора напряжённости увеличится в 2 раза, а направление поменяется на противоположное.

**Форма промежуточной аттестации по дисциплине зачет.**

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

– компетенция считается сформированной, если результат обучения соответствует оценке «зачтено» (50-100 рейтинговых баллов).

**Форма промежуточной аттестации по дисциплине экзамен.**

Окончательные результаты обучения (формирования компетенций) определяются посредством перевода баллов, набранных студентом в процессе освоения дисциплины, в оценки:

– базовый уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценке «удовлетворительно» (50-64 рейтинговых баллов);

– повышенный уровень сформированности компетенции считается достигнутым, если результат обучения соответствует оценкам «хорошо» (65-85 рейтинговых баллов) и «отлично» (86-100 рейтинговых баллов).

#### 4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОВТОРНОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

**Повторная промежуточная аттестация по дисциплине (зачет).**

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации в форме зачета формируется из числа оценочных средств по темам, которые не освоены студентом. Задания позволяют оценить владение компетенцией на базовом уровне.

Повторная промежуточная аттестация проводится в виде дополнительного контрольного испытания для студентов, набравших менее 50 баллов (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»), при условии, что лабораторные работы сданы, обучающие тесты пройдены, РГР и индивидуальные домашние задания сданы.

Особенность заданий дополнительного контрольного испытания – оно состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть нацелена на проверку знаний законов, используемых при решении стандартных задач и явлений, к которым относятся законы. Практическая часть нацелена на проверку умений использовать законы для решения стандартных задач.

Для оценки сформированности компетенции используются задания раздела 3 и дополнительные задания, аналогичные представленным выше.

**Задание «Примените законы к решению задач, относящихся к указанным явлениям (см. типы заданий)».**

Решите задачи с использованием конспектов, используя основные законы механики и электродинамики (преподаватель выбирает задачи из числа тем и типов задач, которые не были ранее освоены студентом).

1 тип заданий. Поступательное и вращательное движение (законы кинематики).

А. Уравнения движения материальной точки имеют вид  $x(t) = 3t^2 - 3t^3$  и  $y(t) = 2t - 2t^2 + 2t^3$ . Определите ее скорость и ускорение в момент времени, равный 2с по модулю и по направлению (как будет направлен вектор скорости).

В. Материальная точка движется прямолинейно так, что законы ее движения могут быть представлены уравнениями  $X(t) = 2t^2 - 2t$  и  $Y(t) = 4t^2$ . Определите ее ускорения в моменты времени 2с и 5с по модулю и направлению и сравните их.

С. Движение материальной точки можно описать с помощью уравнений  $x(t) = 6t - 1,5t^2$  и  $y(t) = 4t + 2t^2$ . Определите момент времени, когда проекция скорости по оси ОХ станет равной нулю. Определите для этого момента времени проекцию скорости по оси ОУ и скорость материальной точки по модулю и по направлению.

Д. Движение материальной точки можно описать с помощью уравнений  $x(t) = 6t - 1,5t^2$  и  $y(t) = 4t + 2t^2$ . Определите момент времени, когда проекция скорости по оси ОУ станет равной 2м/с. Определите для этого момента времени проекцию скорости по оси ОХ и скорость материальной точки по модулю и по направлению.

Е. Движение материальной точки можно описать с помощью уравнения  $\mathbf{r} = (2t - 2t^2) \mathbf{i} + (2t + 0,5t^3) \mathbf{j}$  м (жирным шрифтом выделены вектора). Определите, какими будут по модулю и по направлению ее скорость и ускорение в момент времени 0,2с.

Ф. Движение материальной точки можно описать с помощью уравнения  $\mathbf{r} = (2t - 2t^2) \mathbf{i} + (2t + 0,5t^3) \mathbf{j}$  м (жирным шрифтом выделены вектора). Определите момент времени, когда ускорение материальной точки станет равным 5м/с<sup>2</sup>. Как будет направлено ее ускорение в этот момент времени?

Г. Ротор двигателя начинает вращаться «против часовой стрелки» так, что зависимость угла поворота от времени задана уравнением  $\varphi(t) = 8 + 4t + 3t^3$ . Определите угловую скорость и угловое ускорение ротора в момент времени 4 с. Как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения в этот момент времени?

Н. Цилиндр начинает вращаться «по часовой стрелке» так, что зависимость его угла поворота от времени задана уравнением  $\varphi(t) = -(4 + 9t - 3t^3)$ . Чему будет равна угловая скорость цилиндра в момент его остановки? Определите время до остановки цилиндра и как направлен вектор углового ускорения в этот момент времени.

І. Зависимость угла поворота от времени для вращающегося диска может быть задана уравнением  $\varphi(t) = 24 + 6t - 2t^3$ . Запишите зависимости угловой скорости и углового ускорения от времени, определите время до остановки барабана. Преподаватель выберет направление вращения диска («по или против часовой стрелки»), Вам необходимо будет указать, как направлены вектора угловой скорости и углового ускорения до остановки вращения диска.

2 тип заданий. Поступательное и вращательное движение (законы динамики).

Ј. Укажите вектора сил, действующих на груз, соскальзывающий без трения по наклонной плоскости (рис.1). Запишите второй закон Ньютона для груза в векторной форме и в проекциях на выбранные Вами оси ОХ и ОУ. Масса груза 2 кг, а угол наклона плоскости 30°. Определите, каким будет ускорение груза. Определите, каким будет ускорение груза, если учесть трение (коэффициент трения равен 0,1).

К. Укажите вектора сил, действующих на груз, который тянут вверх по наклонной плоскости (рис.2), при этом сила натяжения нити равна 5Н. Запишите второй закон Ньютона для груза в векторной форме и в проекциях на выбранные Вами оси ОХ и ОУ. Масса груза 0,5 кг, а угол наклона плоскости 45°. Определите, каким будет ускорение груза.

L.

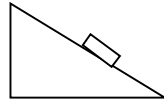


Рис.1

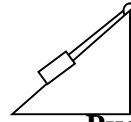
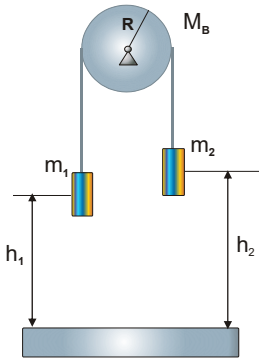


Рис.2.

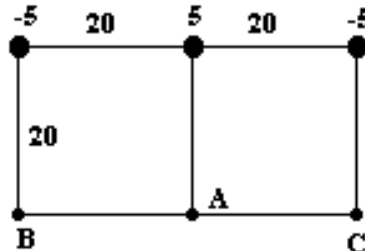


М. Трос с закрепленными на концах грузами аккуратно перекинули через диск, диск начал раскручиваться (рис. - слева). Укажите вектора сил, действующих на каждый из грузов и на диск. Запишите формулу момента инерции диска. Определите момент сил, действующих на диск, куда он будет направлен относительно оси вращения диска. Запишите основной закон динамики вращательного движения для диска в векторной форме и в проекции на ось вращения. Запишите второй закон Ньютона для грузов. Ответьте, в каких случаях решения задач и для чего используем уравнение связи между тангенциальным ускорением точек на поверхности диска и их угловым ускорением? Преподаватель укажет числовые значения масс грузов и диска, определите ускорение грузов или угловое ускорение диска.

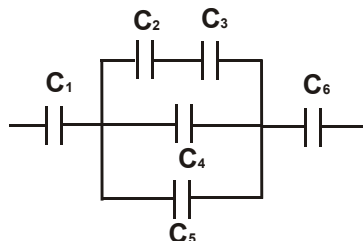
Н. Лестницу длиной 2 м приставили к гладкой стене под углом  $60^\circ$ . Человек массой 60 кг забирается по ней до той точки, после которой лестница начнет скользить. Коэффициент трения между полом и лестницей 0,15. Определите силы, действующие на лестницу со стороны опор. Запишите условие равновесия лестницы для сил и моментов сил с учетом длины лестницы и высоты над полом человека.

3 тип заданий. Электростатика (применение законов электростатики к расчету электрического поля, расчет конденсаторов).

О. Как направлены вектора напряженностей в одной точке электрического поля, создаваемого тремя зарядами (расположение точки укажет преподаватель)? Запишите принцип суперпозиции для вектора напряженности и для потенциала в выбранной точке. Определите, как направлен результирующий вектор напряженности в данной точке по направлению, а затем по модулю (укажите, какие формулы для расчета напряженности потребуются).



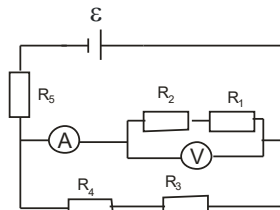
Р. Определите емкость соединения конденсаторов (в схеме соединения конденсаторов преподаватель может изменить положения одного-двух конденсаторов), если емкость каждого равна 10 мкФ.



4 тип заданий. Постоянный ток (применение законов постоянного тока к расчету электрических цепей).

Q. Определите общее сопротивление нагрузки в электрической цепи (в электрической схеме преподаватель может изменить положения одного-двух сопротивлений и эдс), учитывая, что

сопротивление вольтметра 100 Ом, сопротивлением амперметра можно пренебречь, а остальные сопротивления одинаковы и равны 10 Ом. Что покажет вольтметр, если ЭДС будет равна 220 В?



R. Для разветвленной электрической цепи ((в электрической схеме преподаватель может изменить положения одного-двух сопротивлений и эдс)) запишите уравнения по правилам Кирхгофа.

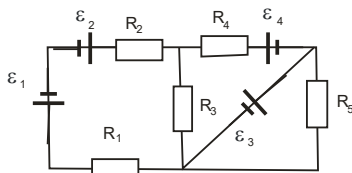


Таблица 4.2 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50% от максимального балла
ИД-1опк-1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	<p>Демонстрирует знание основных физических законов (см.табл.4.1): записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в закон, поясняет, к каким явлениям относятся законы.</p> <p>Демонстрирует умение использовать законы (см.табл.4.1) для решения стандартных задач: записывает формулы законов, на основе которых должны быть решены задачи, способен пояснить решение задачи и графическое представление информации, использует законы для решения стандартных задач.</p>

### Повторная промежуточная аттестация по дисциплине (экзамен).

Фонд оценочных средств для проведения повторной промежуточной аттестации в форме экзамена формируется из числа оценочных средств по темам, которые не были освоены студентом ранее. Задания позволяют оценить владение компетенцией на базовом уровне.

Повторная промежуточная аттестация проводится в виде дополнительного контрольного испытания для студентов, набравших менее 50 баллов (в соответствии с «Положением о модульно-рейтинговой системе»), при условии, что лабораторные работы сданы, обучающие тесты пройдены, РГР и индивидуальные домашние задания сданы.

Особенность заданий дополнительного контрольного испытания – оно состоит из двух частей: теоретической и практической. Теоретическая часть нацелена на проверку знаний законов, используемых при решении стандартных задач, практическая часть нацелена на проверку умений использовать законы для решения стандартных задач.

**Задание «Примените законы к решению задач, относящихся к указанным явлениям (см. типы заданий)».**

Решите задачи с использованием конспектов, используя основные законы механики и электродинамики (преподаватель выбирает задачи из числа тем и типов задач, которые не были ранее освоены студентом).

1 тип заданий. Механические колебания.

*Уравнения колебаний могут быть заданы с другими числовыми коэффициентами!*

**Задача №1. Уравнение колебаний материальной точки имеет вид  $x(t)=10\sin(314t+3,14)$  см. Выполните следующие задания:** 1) Определите период колебаний материальной точки. 2) Запишите уравнения колебаний скорости и ускорения материальной точки и укажите их максимальные значения. 3) Как может выглядеть данный механический осциллятор? 4) На какой частоте возможен резонанс?

**Задача №2. Наблюдаем колебания пружинного маятника. Выполните задания:** 1) Запишите с числовыми коэффициентами уравнение колебаний, если известно, что амплитуда колебаний груза на пружине равна 0,2 м, начальная фаза равна  $3,14/2$ , а период колебаний равен 8 с. 2) Определите, положение груза на пружине в момент времени, равный  $2с$ , и в момент времени равный  $4T$ . 3) Как выглядит данный механический осциллятор? 4) На какой частоте возможен резонанс?

**Задача №3. Материальная точка совершает колебания по закону  $Z(t)=50\sin(10\pi t+6,28)$  см. Выполните следующие задания:** 1) Постройте график колебаний материальной точки, укажите на нем амплитуду и период колебаний. 2) По графику определите время, когда смещение материальной точки принимает максимальное значение (по отношению к положению равновесия). 3) Как может выглядеть данный механический осциллятор? 4) На какой частоте возможен резонанс?

**Задача №4. Пружинный маятник совершает колебания по закону  $Y(t)=100\sin(2\pi t)$  мм. Выполните следующие задания:** 1) Определите полную механическую энергию колебаний пружинного маятника, если известно, что масса груза равна 0,8 кг. 2) Чему равна максимальная кинетическая и максимальная потенциальная энергии груза? 3) Как выглядит данный механический осциллятор? 4) На какой частоте возможен резонанс?

2-й тип заданий. Электромагнитные колебания.

*Уравнения колебаний могут быть заданы с другими числовыми коэффициентами!*

**Задача №5. Уравнения колебаний заряда в колебательном контуре имеет вид  $q(t)=20\sin(314t+3,14)$  мкКл. Выполните следующие задания:**

1) Определите период колебаний заряда. 2) Нарисуйте график колебаний заряда (зависимость заряда от времени). 3) Как выглядит схема колебательного контура в случаях свободных, затухающих или вынужденных колебаний, о каком случае идет речь в задаче? 4) На какой частоте возможен резонанс?

**Задача №6. В колебательном контуре происходят свободные колебания. Выполните следующие задания:**

1) Запишите с числовыми коэффициентами уравнение колебаний силы тока в колебательном контуре, если известно, что амплитуда колебаний тока равна 1,2 А, начальная фаза равна  $3,14/2$ , а частота колебаний равна 50 Гц. 2) Определите, каким будет ток в момент времени, равный  $2с$ , и в момент времени, равный  $2T$ . 3) Как выглядит схема колебательного контура в случаях свободных, затухающих или вынужденных колебаний, какая схема относится к задаче? 4) На какой частоте возможен резонанс?

**Задача №7. В колебательном контуре напряжение изменяется по закону**

**$U(t)=50\sin(10\pi t+6,28)$  В. Выполните следующие задания:**

1) Постройте график колебаний напряжения, укажите на графике амплитуду и период колебаний. 2) По графику определите время, когда напряжение принимает максимальное значение. 3) Как выглядит схема колебательного контура, в случаях свободных, затухающих или вынужденных колебаний, о каком случае может идти речь в задаче? 4) На какой частоте возможен резонанс?



**Задача №8. Уравнения колебаний заряда в колебательном контуре имеет вид  $q(t)=100\sin(2\pi t)$  мкКл, емкость конденсатора имеет значение, равное 25 мкФ.**

**Выполните следующие задания:**

1) Запишите уравнение колебаний напряжения на обкладках конденсатора и силы тока в колебательном контуре. Какими будут их максимальные значения? 2) Определите напряжение в момент времени, равный 6 с. 3) Как выглядит схема колебательного контура, в случаях свободных, затухающих или вынужденных колебаний, о каком случае может идти речь в задаче? 4) На какой частоте возможен резонанс?

3 тип заданий. Интерференция и дифракция.

*В задачах минимум может быть изменен на максимум интенсивности света и их порядок может быть изменен на другой!*

**Задача №9. Опыт Юнга.** Монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм падает по нормали на открытые щели в опыте Юнга, расстояние между щелями равно 1,2 мм, расстояние от щелей до экрана равно 0,8 м. Определите координату и угол наблюдения для указанного в таблице максимума или минимума интенсивности света.

<b>Что наблюдаем</b>	«max» интенсивности света
<b>Какого порядка</b>	3-го порядка

**Задача №10. Опыт Юнга.** Монохроматический свет падает по нормали на открытые щели в опыте Юнга, расстояние между щелями равно 1,2 мм, расстояние от щелей до экрана равно 0,8 м. Определите длину волны падающего света, если известна координата одного из максимумов интенсивности света (см. таблицу).

<b>Что наблюдаем</b>	«max» интенсивности света
<b>Какого порядка</b>	1-го порядка
<b>Координата</b>	$Z = 1,2$ см
<b>Какого порядка</b>	2-го порядка

**Задача №11.** На **дифракционную решетку** с числом штрихов на единицу длины, равным 1/100, нормально падает параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 0,630 мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 1 м от нее. Определите координату и угол наблюдения указанного в таблице максимума или минимума.

<b>Что наблюдаем</b>	«max» интенсивности света
<b>Какого порядка</b>	1-го порядка

**Задача №12.** На **дифракционную решетку** с периодом, равным 5 мкм, нормально падает параллельный пучок света. Под углом  $41^\circ$  совпали максимумы линий с длиной волны 0,656 мкм и с длиной волны 0,410 мкм. Какого порядка будут эти максимумы?

4 тип заданий. Тепловое излучение

**Задача №13.** При нагревании абсолютно черного тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась от 500 нм до 600 нм. Во сколько раз изменилась при этом температура? Увеличилась она или уменьшилась? Что произошло при этом с графиком излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны?

**Задача №14.** Абсолютно черное тело первоначально имело температуру 2000 К. В результате остывания тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости тела, изменилась на 10 мкм. До какой температуры охладилось тело? Что произошло при этом с графиком излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны?

**Задача №15.** Мощность излучения абсолютно черного тела 24 кВт. Определите температуру этого тела, если известно, что его поверхность равна 0,8 м<sup>2</sup>. Куда сместится график излучения абсолютно черного тела при увеличении температуры?

**Задача №16.** Температура абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1600 К до 400 К. На сколько изменилась при этом длина волны, на которую приходится максимум спектральной



плотности энергетической светимости тела? Увеличилась она или уменьшилась? Куда сместился в этом случае график излучения абсолютно черного тела в зависимости от частоты?

Задача №17. Температура абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 2000 К до 500 К. Во сколько раз изменилась при этом энергетическая светимость тела? Увеличилась она или уменьшилась? Куда сместился в этом случае график излучения абсолютно черного тела в зависимости от частоты?

Задача №18. Какова мощность излучения расплавленного свинца с поверхности  $100 \text{ см}^2$  при температуре плавления 600 К, если считать его абсолютно черным телом? Увеличится она или уменьшится при остывании свинца? Куда сместится в этом случае график излучения абсолютно черного тела в зависимости от частоты?

#### 5 тип заданий. Уравнение состояния и газовые законы.

*Примечание. В задачах газ и его масса могут быть изменены на другие!*

Задача 19. В баллоне вместимостью 15 л находится азот под давлением 100 кПа при температуре  $27^\circ\text{C}$ . После того, как из баллона выпустили азот массой 14 г, температура стала равной  $17^\circ\text{C}$ . Определите давление азота, оставшегося в баллоне

Задача №20. Некоторый двухатомный газ массой 1 кг находится в баллоне вместимостью  $1,25 \text{ м}^3$  при температуре  $27^\circ\text{C}$  и под давлением 0,5 МПа. Определите, какой это газ (по значению молярной массы, используя таблицу Менделеева) и величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ).

Задача №21. Кислород массой 16 г находится под давлением 0,2 МПа при температуре  $17^\circ\text{C}$ . После изохорного нагревания давление в сосуде возросло в 4 раза. Выполните следующие задания: Определите объем сосуда, конечное давление газа и величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ).

Задача №22. Кислород массой 64 г, занимающий при температуре  $27^\circ\text{C}$  объем 5 л, свободно расширяется в 3 раза. Выполните следующие задания: Определите давление газа и конечный объем сосуда. А также величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ).

Задача №23. Кислород массой 32 г, занимающий при давлении 1 МПа объем 5 л изотермически расширяется в 3 раза. Выполните следующие задания: Определите температуру газа и конечные давление газа и объем сосуда. А также величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ).

Задача №24. Кислород массой 8 г, занимающий при давлении 1 МПа и температуре  $27^\circ\text{C}$  объем 5 л адиабатически расширяется в 3 раза. Определите конечный объем сосуда и конечную температуру газа. А также величину коэффициента Пуассона ( $\gamma = C_p/C_v$ ).

#### 6 тип заданий. Первое начало термодинамики и теплоемкость.

*Примечание. В задачах газ и его масса могут быть изменены на другие!*

Задача №25. Кислород массой 16 г находится под давлением 0,2 МПа при температуре  $17^\circ\text{C}$ . После изохорного нагревания давление в сосуде возросло в 4 раза. Определите объем газа, а также количество теплоты, сообщенное газу, изменение внутренней энергии и работу газа. В ответе укажите, чему равна молярная и удельная теплоемкость газа.

Задача №26. Углекислый газ массой 22 г находится под давлением 0,2 МПа при температуре  $17^\circ\text{C}$ . После изохорного нагревания давление в сосуде возросло в 4 раза. Определите объем газа, а также количество теплоты, сообщенное газу, изменение внутренней энергии и работу газа. В ответе укажите, чему равна молярная и удельная теплоемкость газа.

Задача №27. Кислород, занимающий при давлении 1 МПа объем 5 л, расширяется в 3 раза. Определите начальную и конечную температуру газа. В ответе укажите, чему равна молярная теплоемкость газа.

Задача №28. Углекислый газ, занимающий при давлении 1 МПа объем 5 л, расширяется в 3 раза. Определите работу газа, изменение внутренней энергии газа и теплоту, подведенную к газу, если процесс протекал изобарно. В ответе укажите, чему равна молярная теплоемкость газа.

Задача №29. При изотермическом расширении 2 молей кислорода, находящегося при нормальных условиях, газу сообщили количество теплоты, равное 20 Дж. Определите изменение внутренней энергии и работу расширения газа. В ответе укажите, чему равна теплоемкость газа.

Задача №30. При адиабатном расширении 2 молей кислорода, находящегося первоначально при нормальных условиях, его температура изменилась в 2 раза, а давление в 4 раза. Определите изменение объема и подведенное количество теплоты. В ответе укажите, чему равна теплоемкость газа.

Задача №31. При адиабатном расширении 2 молей азота, находящегося первоначально при нормальных условиях, его температура изменилась на 20 К. Определите изменение внутренней энергии, работу расширения газа и подведенное количество теплоты. В ответе укажите, чему равна теплоемкость газа.

Таблица 5.2 – Критерии оценки сформированности компетенций

Код и наименование индикатора достижения компетенции (части компетенции)	Критерии оценивания сформированности компетенции (части компетенции)
	на базовом уровне
	соответствует оценке «удовлетворительно» 50-64% от максимального балла
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	<p>Демонстрирует знание основных физических законов (см. табл. 5.1): записывает формулы законов, поясняет их физический смысл и величины, входящие в закон, поясняет, к каким явлениям относятся законы.</p> <p>Демонстрирует умение использовать законы (см. табл. 5.1) для решения стандартных задач: записывает формулы законов, на основе которых должны быть решены задачи, способен пояснить решение задачи и графическое представление информации, использует законы для решения стандартных задач.</p>