

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Лысьвенский филиал  
федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся  
по дисциплине  
**«Физика, специальные главы»**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Автоматизированный электропривод и робо-  
технические комплексы

**Квалификация выпускника:** «Бакалавр»

**Выпускающая кафедра:** Общенаучных дисциплин

**Форма обучения:** Очная/очно-заочная/заочная

**Курс:** 2/3/3

**Семестр:** 4/5/5

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ  
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 4/5/5 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана очной формы обучения; 5-го семестра учебного плана очно-заочной и заочной форм обучения). В семестре предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, защите практических занятий и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Итоговый
	ТО	ОПЗ	КР	Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>				
<b>3.1</b> Знать основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, возможности использования в практических приложениях	ТО		КР	ТВ
<b>3.2</b> Знать методы решения физических задач, важных для технических приложений	ТО		КР	ТВ
<b>3.3</b> Знать основные приемы и технологии работы с различными видами информации	ТО		КР	ТВ
<b>3.4</b> Знать современные методы и средства измерения электрических и неэлектрических величин.	ТО		КР	ТВ
<b>Освоенные умения</b>				
<b>У.1</b> Уметь использовать основные понятия, законы и модели физики, оперировать ими		ОПЗ 1-9	КР	ПЗ

для решения прикладных задач, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации;				
<b>У.2</b> Уметь применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств		ОПЗ 1-9	КР	ПЗ
<b>У.3</b> Уметь проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность		ОПЗ 1-9	КР	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>				
<b>В.1</b> Владеть навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях, методами решения типовых задач		ОПЗ 1-9	КР	ПЗ
<b>В.2</b> Владеть навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе использованием прикладных программных средств		ОПЗ 1-9	КР	ПЗ
<b>В.3</b> Владеть навыками проведения измерения различных параметров объектов профессиональной деятельности		ОПЗ 1-9	КР	ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ОПЗ – отчет по практическому занятию; КР – контрольная работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным и практическим работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

## **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) в форме защиты практических занятий и рубежных контрольных работ

### **2.2.1. Защита практических занятий**

Всего запланировано 9 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.2.3. Рубежная контрольная работа**

Запланировано 6 рубежных контрольных работ (КР) после освоения студентами разделов дисциплины. Первая КР 1 - «Механика», вторая КР 2 - «Колебания и волны», третья КР 3 «Статистическая физика и термодинамика», четвертая КР 4 «Электростатика и постоянный электрический ток», пятая КР 5 «Магнетизм», шестая КР 6 «Квантовая физика».

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **Типовые задания первой КР:**

1. В "рельсотроне", или электромагнитной пушке, снаряд разгоняется магнитным полем. Какова должна быть длина разгонного участка "рельсотрона", чтобы снаряд за  $t = 0,01$  с разогнался до скорости  $v = 8$  км/с? Считая силу магнитного

воздействия на снаряд постоянной, определить, во сколько раз она превышает вес снаряда на поверхности Земли.

2. Скорость шарика, падающего вниз в глицерине, меняется со временем по закону  $v = v_0(1 - e^{-\alpha t})$ , где  $v_0 = 6,1$  см/с;  $\alpha = 140$  с<sup>-1</sup>. Определить плотность шарика  $\rho_{\text{ш}}$ , если известно: 1) через  $t = 0,01$  с после начала движения сила вязкого трения по модулю в 3 раза больше равнодействующей всех сил, приложенных к шарiku; 2) плотность глицерина равна  $\rho_{\text{г}} = 1,25 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

3. Сила сопротивления, действующая на пузырек пара, поднимающийся в жидкости, определяется по формуле Стокса  $F_c = 6\pi R\eta v$ , где  $R$  - радиус пузырька;  $\eta$  - коэффициент вязкости жидкости;  $v$  - скорость движения пузырька. Определить коэффициент вязкости жидкости, если  $R = 3$  мм, а скорость движения пузырька постоянна и равна  $v = 0,02$  м/с. Плотность пара считать пренебрежимо малой по сравнению с плотностью жидкости  $\rho_{\text{ж}} = 1$  г/см<sup>3</sup>.

### Типовые задания второй КР:

1. Шарик массы  $m = 0,6$  кг, подвешенный к спиральной пружине жесткостью  $k = 30$  Н/м, совершает затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания  $\lambda = 0,01$ . Определить время  $t$ , за которое амплитуда колебаний уменьшится в  $\eta = 3$  раза и число колебаний  $N$  шарика за это время.

2. Шарик массой  $m = 20$  г закреплен на середине горизонтально натянутой струны длиной  $l = 1,5$  м. Найти период  $T$  малых вертикальных колебаний шарика. Натяжение струны считать постоянным и равным  $F = 8$  Н. Влиянием силы тяжести пренебречь.

3. Доска с лежащим на ней бруском совершает горизонтальные гармонические колебания с амплитудой  $A = 15$  см. Определить коэффициент трения  $\mu$  между доской и бруском, если брусок начинает скользить по доске, когда ее период колебаний становится меньше  $T = 2,0$  с.

4. Центр масс физического маятника установлен над точкой подвеса. Возвращаясь к положению устойчивого равновесия, маятник проходит его с угловой скоростью  $\omega = 10$  рад/с. Найти период  $T$  малых колебаний этого маятника.

5. Механический осциллятор совершает гармонические колебания вдоль оси  $Ox$ . Его полная энергия  $W = 8$  мкДж, максимальная сила  $F_m = 0,6$  мН, период колебаний  $T = 4$  с, начальная фаза  $\phi = \pi/3$ . Написать уравнение колебаний осциллятора.

### Типовые задания третьей КР:

1. Определить плотность и концентрацию низкотемпературной азотной плазмы, если атомарная концентрация  $n_a = 2 \cdot 10^{18}$  м<sup>-3</sup>, а степень диссоциации плазмы  $\alpha = 80\%$ .

2. Определить молярную массу высокотемпературного сверхпроводника  $RbCs_2C_{60}$ , синтезируемого путем легирования сферических молекулярных кристаллов фуллерена  $C_{60}$  атомами щелочных металлов. Определить массу поверхностного сверхпроводящего слоя площадью  $1$  мм<sup>2</sup> и толщиной  $3,5$  нм, считая диаметр одной кристаллической сферы  $0,7$  нм.

3. Определить концентрацию атомов, сравнить объемную плотность вещества в оболочке и в объеме одного молекулярного сферического кристалла фуллерена  $C_{60}$ . Толщина сферической оболочки фуллерена равна 0,1 нм, радиус молекулы  $C_{60}$  равен 0,357 нм.

#### Типовые задания четвертой КР:

1. Определить в каких диапазонах может изменяться удельное сопротивление углеродных нанотрубок, если при измерении сопротивления нанотрубок диаметром от 1,4 до 50 нм и длиной от 1 до 5 мкм, было получено одинаковое значение, равное  $R=12,9$  кОм. Рассчитать силу тока в нанотрубке с минимальной проводимостью, если предельная плотность тока составляет  $j_{\max}=10^7$  А/см<sup>2</sup>.

2. Вольфрамовая нить электрической лампочки накаливания имеет в накаленном состоянии температуру  $t^{\circ} = 2300$  °С. Какова плотность  $j$  и сила тока  $I$ , протекающего по нити, если её диаметр  $d = 20$  мкм, длина  $l = 0,5$  м, а напряжение на нити  $U = 200$  В? Удельное сопротивление вольфрама при 0 °С равно  $\rho_0 = 5,5 \cdot 10^{-8}$  Ом·м, температурный коэффициент сопротивления  $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}$  К<sup>-1</sup>.

3. Сила тока в электродуге плазмотрона равна 200 А. Для создания эффекта сканирующего воздействия плазменной дуги на поверхность материала на дугу воздействуют поперечным магнитным полем, изменяющимся по закону  $B=B_0 \cdot \sin(2\pi\nu t)$ ,  $B_0=0,02$  Тл,  $\nu=50$  Гц. Определить среднее значение модуля отклоняющей силы в расчете на единицу длины дуги.

#### Типовые задания пятой КР:

1. Сила тока в электродуге плазмотрона равна 200 А. Для создания эффекта сканирующего воздействия плазменной дуги на поверхность материала на дугу воздействуют поперечным магнитным полем, изменяющимся по закону  $B=B_0 \cdot \sin(2\pi\nu t)$ ,  $B_0=0,02$  Тл,  $\nu=50$  Гц. Определить среднее значение модуля отклоняющей силы в расчете на единицу длины дуги.

2. Цепь переменного тока образована последовательным соединением активного сопротивления  $R = 800$  Ом, индуктивности  $L = 1,27$  Гн и емкости  $C = 1,59$  мкФ. На зажимы подано напряжение  $U = 127$  В с частотой  $\nu = 50$  Гц. Найти действующее значение силы тока  $I_{\text{эфф}}$ , сдвиг фаз между током и напряжением, а также мощность, выделяющуюся в цепи.

3. Генератор радиоволн состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Площадь пластин конденсатора  $S = 0,025$  м<sup>2</sup>, расстояние между пластинами  $d = 1$  мм, диэлектрическая проницаемость диэлектрика  $\varepsilon = 4$ . Определить длину волны  $\lambda$ , излучаемую генератором, если известно, что при изменении тока на 2 А за 0,5 с в катушке индуцируется э.д.с. равная 1 мВ.

4. Определите длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд конденсатора  $q_m = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл, а максимальная сила тока в контуре  $I_m = 1$  А. Определите напряжение на конденсаторе в момент, когда энергия магнитного поля составляет 75% от её максимального значения. Индуктивность контура равна  $L = 2 \cdot 10^{-7}$  Гн.

### **Типовые задания шестой КР:**

1. Концентрация электронов в плазменной дуге  $n_e=10^{19} \text{ м}^{-3}$ . Определите длину волны де Бройля для электронов, если плотность тока в дуге составляет  $2 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ .

2. Энергия протонов, ускоряемых в БАК (Большом Адронном Коллайдере, ЦЕРН, Женева), может достигать 7 ТэВ. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  для таких протонов.

3. Протон движется со скоростью равной 99,99975% от скорости света в вакууме. С какой точностью может быть определена координата протона?

4. В проектируемом Международном линейном коллайдере (ILC, Linac) сфокусированный пучок позитронов с энергией  $E=250 \text{ ГэВ}$  будет представлять собой плоскую ленту длиной 640 нм. Используя соотношение неопределенностей, оценить неопределенность энергии позитронов в пучке.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная защита всех практических занятий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Стационарное течение идеальной жидкости.
2. Уравнение Бернулли.
3. Упругие напряжения и деформации.
4. Кинематическое описание движения жидкости.
5. Векторные поля. Поток и циркуляция векторного поля.
6. Уравнения движения и равновесия жидкости.

7. Энергия упругих деформаций твердого тела.
8. Закон гармонических колебаний; их изображение на графиках и векторных диаграммах.
9. Сложение колебаний. Разложение и синтез колебаний, понятие о спектре колебаний.
10. Связанные колебания. Комплексная форма представления гармонических колебаний.
11. Уравнение идеального осциллятора и его решение.
12. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями.
13. Вынужденные колебания. Резонанс.
14. Нормальные моды связанных осцилляторов.
15. Время установления вынужденных колебаний и его связь с добротностью осциллятора.
16. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.
17. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа.
18. Эмпирические уравнения переноса. Осмос. Применение осмоса в производстве.
19. Термоэлектрические явления. Термоэлектронная эмиссия и контактные явления: термоэлектронная эмиссия и ее практическое применение. Контактная разность потенциалов. Закон Вольта.
20. Термоэлектричество. Явление Пельтье и Томсона. Применение контактных явлений.
21. Классификация магнетиков. Ферромагнетизм. Применение ферро- и ферри-магнетиков. Новые магнитные материалы.
22. Вектор намагниченности и его связь с плотностью молекулярных токов.
23. Волновое уравнение для электромагнитного поля.
24. Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения.
25. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Гипотеза Планка.
26. Квантовое объяснение законов теплового излучения.
27. Опыт Боте.
28. Эффект Комптона.
29. Движение электронов в периодическом поле кристалла.
30. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках.
31. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
32. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках.
33. Запирающий слой в полупроводниках.
34. Температурная зависимость проводимости полупроводников.
35. Фотопроводимость полупроводников.
36. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда.
37. Эффект Холла в металлах и полупроводниках.
38. Элементы квантовой теории металлов.
39. Транзисторы.

**Типовые практические задания для контроля освоенных умений и приобретенных владений:**



1. С помощью рентгеновского лазера, расположенного на круговой орбите  $H = 150$  км, требуется уничтожить крылатую ракету длиной  $l = 5$  м, движущуюся горизонтально со скоростью  $v = 300$  м/с на высоте  $h = 15$  м. Какое расстояние пролетит ракета за промежуток времени между "выстрелом" и ее поражением? Следует ли вводить упреждение в направление лазерного луча?

2. Траектория движения точки задается уравнениями  $x = At$  и  $y = Bt^2$ , где  $A = 3$  м/с;  $B = 1$  м/с<sup>2</sup>. Определить угол между полным и нормальным ускорениями в момент времени  $t = 2$  с, когда радиус кривизны траектории равен  $R = 21$  м. Начертить траекторию за первые две секунды движения.

3. Траектория движения точки задается уравнениями  $x = A \cos \omega t$  и  $y = B \sin \omega t$ , где  $A = B = 1$  м;  $\omega = 2\pi$  с<sup>-1</sup>. Начертить траекторию движения и найти ускорение, с которым движется точка.

4. Тело брошено с высоты  $H=10$  м вверх под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонту с начальной скоростью  $v_0=20$  м/с. Записать уравнение траектории тела и определить её кривизну через  $t=4$  с после начала движения.

5. В "рельсотроне", или электромагнитной пушке, снаряд разгоняется магнитным полем. Какова должна быть длина разгонного участка "рельсотрона", чтобы снаряд за  $t = 0,01$  с разогнался до скорости  $v = 8$  км/с? Считая силу магнитного воздействия на снаряд постоянной, определить, во сколько раз она превышает вес снаряда на поверхности Земли.

6. Скорость шарика, падающего вниз в глицерине, меняется со временем по закону  $v = v_0(1 - e^{-\alpha t})$ , где  $v_0 = 6,1$  см/с;  $\alpha = 140$  с<sup>-1</sup>. Определить плотность шарика  $\rho_{ш}$ , если известно: 1) через  $t = 0,01$  с после начала движения сила вязкого трения по модулю в 3 раза больше равнодействующей всех сил, приложенных к шарик; 2) плотность глицерина равна  $\rho_r = 1,25 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

7. Сила сопротивления, действующая на пузырек пара, поднимающийся в жидкости, определяется по формуле Стокса  $F_c = 6\pi R \eta v$ , где  $R$  - радиус пузырька;  $\eta$  - коэффициент вязкости жидкости;  $v$  - скорость движения пузырька. Определить коэффициент вязкости жидкости, если  $R = 3$  мм, а скорость движения пузырька постоянна и равна  $v = 0,02$  м/с. Плотность пара считать пренебрежимо малой по сравнению с плотностью жидкости  $\rho_{ж} = 1$  г/см<sup>3</sup>.

8. Проволока выдерживает груз массой  $m_1=110$  кг при вертикальном подъеме его с некоторым ускорением и груз массой  $m_2 = 690$  кг при опускании его с таким же по модулю ускорением. Какова максимальная масса груза, который сможет выдержать эта проволока, если поднимать его с постоянной скоростью?

9. Атлет раскручивает молот (шар массой  $m = 7$  кг, привязанный к тросу) так, что шар движется по окружности радиусом  $R = 1$  м, а путь, пройденный шаром во время раскрутки, растет в соответствии с уравнением  $s = Bt + Ct^2$ , где  $B = 4$  м/с;  $C = 2$  м/с<sup>2</sup>. Трос выдерживает нагрузку  $F_{п} = 14$  кН. Какой запас прочности имеет трос в момент броска молота, если продолжительность раскрутки  $t = 4$  с?

10. Машина Атвуда, представляющая собой систему из двух тел массами  $m_1$  и  $m_2$ , соединенных невесомой нитью, перекинутой через невесомый блок, может

быть использована для взвешивания тел. Определить массу тела  $m_1$ , если тело массой  $m_2 = 2$  кг движется вниз с ускорением  $a = 1,4$  м/с<sup>2</sup>.

**11.** На прямолинейно движущееся со скоростью  $v=5$  м/с тело массой  $m=2$  кг действует в направлении движения убывающая по времени сила  $F=F_0-At$ , где  $F_0=5$  Н,  $A=2,5$  Н/с. Каков будет импульс тела по окончании действия силы?

**12.** Одним из движителей космических кораблей может быть "световой парус" - зеркальная пленка, получающая импульс при падении на нее света. Начальная скорость корабля равна  $v_1 = 7,9$  км/с (первая космическая), конечная скорость равна  $v_2 = 11,2$  км/с (вторая космическая). Сколько фотонов (частиц света) должно отразиться от "светового паруса", если: 1) свет падает на "парус" по нормали; 2) масса корабля с "парусом"  $m = 500$  т; 3) масса фотона  $m_\phi = 0,5 \cdot 10^{-35}$  кг?

**13.** Какой импульс получит покоящийся электрон при попадании в него  $\gamma$ -кванта, если: 1) масса падающего  $\gamma$ -кванта  $m_1 = 3,3 \cdot 10^{-30}$  кг; 2) масса рассеянного  $\gamma$ -кванта  $m_2 = 0,71 \cdot 10^{-30}$  кг; 3) угол между направлениями движения падающего и рассеянного  $\gamma$ -квантов равен  $\vartheta = 90^\circ$ ?

**14.** Фотон падает по нормали на металлическую пластинку и в результате фотоэффекта выбивает из нее электрон, движущийся по нормали в направлении, противоположном направлению движения фотона. Какой импульс получит пластинка при попадании в нее одного фотона, если масса фотона  $m_\phi = 5 \cdot 10^{-34}$  кг, а кинетическая энергия электрона равна  $T_e = 4,1 \cdot 10^{-19}$  Дж?

**15.** Для сбора космического "мусора" на околоземной орбите может быть использована сеть-ловушка. С какой скоростью станет двигаться космический "мусорщик" массой  $m_1 = 50$  т, оборудованный такой сетью и имеющий скорость  $v_1 = 8,050$  км/с, после захвата вышедшего из строя спутника массой  $m_2 = 1$  т, двигавшегося в момент захвата в том же направлении, что и "мусорщик", со скоростью  $v_2 = 8,000$  км/с?

**16.** Тело массой  $m = 0,5$  кг движется прямолинейно так, что его скорость меняется согласно уравнению  $v = A(1 - e^{-Dt})$ , где  $A = 1$  м/с;  $D = 1$  с<sup>-1</sup>. Определить работу сил, действующих на тело, за первые две секунды движения.

**17.** Тело массой  $m = 1$  кг, теплоемкость которого  $C = 453$  Дж/К, соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости высотой  $h = 1$  м. Определить скорость тела в конце плоскости, если, соскользнув, оно нагрелось на  $\Delta T = 0,015$  К.

**18.** Пуля массой  $m$  пробивает ящик с песком массой  $4m$  и застревает в другом таком же ящике. Начальная скорость пули  $v = 800$  м/с на вылете из 1-го ящика уменьшается в 2 раза. Определить: 1) начальную скорость 1-го ящика с песком; 2) отношение количеств теплоты  $Q_1/Q_2$ , выделившихся в 1-м и 2-м ящиках.

**19.** Потенциальная энергия двух  $\alpha$ -частиц, находящихся на расстоянии  $r$  друг от друга, вычисляется по формуле  $U = Lr^{-1}$ , где  $L = 9,56 \cdot 10^{-28}$  Н·м<sup>2</sup>. До какого минимального расстояния смогут сблизиться  $\alpha$ -частицы, начинающие двигаться из бесконечности навстречу друг другу с относительной скоростью сближения  $v = 3 \cdot 10^6$  м/с?

**20.** Долбежный станок, мощность двигателя которого равна  $N = 480$  Вт, за  $t = 5$  мин прорезает паз глубиной  $h = 18$  мм и длиной  $l = 100$  мм. Определить КПД привода станка (отношение работы резания к энергии, потребляемой станком), если:

1) увеличение глубины паза за один проход резца, равный  $l$ , составляет  $\Delta h = 0,5$  мм; 2) усилие резания составляет  $F_p = 1$  кН.

**21.** Определить мощность гидропривода, если при давлении  $P = 500$  кПа поршень, площадь которого  $S = 100$  см<sup>2</sup>, равномерно перемещается на расстояние  $l = 100$  мм за  $t = 2$  с.

**22.** На однородный барабан массой  $m = 3$  кг действует тормозящий момент  $M = 15$  мН·м так, что угловая скорость  $\omega$  барабана меняется со временем согласно уравнению  $\omega = B + Ct$ , где  $B = 16$  с<sup>-1</sup>;  $C = -1$  с<sup>-2</sup>. Определить: 1) диаметр барабана; 2) число оборотов, которое он сделает до полной остановки.

**23.** Определить момент сил  $M$ , действующих на пулю калибра  $d = 7,62$  мм и массой  $m = 10$  г в стволе винтовки длиной  $l = 0,6$  м, если известно: 1) пуля представляет собой однородный цилиндр; 2) при вылете из ствола пуля успевает сделать  $N = 4$  полных

оборота и имеет скорость  $v = 600$  м/с; 4) пуля в стволе движется равноускоренно.

**24.** При отказе двигателя вертолета и остановке винта, произошедшей на высоте  $h_1 = 600$  м, пилот перешел в режим авторотации и винт стал раскручиваться потоком воздуха, набегающим при падении вертолета.

Определить высоту  $h_2$ , на которой возможно возникновение подъемной силы винта, если известно:

1) подъемная сила возникает при скорости вращения винта  $n = 900$  об/мин;

2) винт имеет четыре лопасти, каждую из которых можно считать однородным стержнем длиной  $l = 4$  м и массой  $m_{л} = 50$  кг;

3) масса вертолета (без винта)  $m_{в} = 1$  т;

4) скорость падения вертолета на высоте  $h_2$  равна  $v = 20$  м/с.

**25.** Манипулятор за  $t = 2$  с равноускоренно перемещает груз массой  $m = 5$  кг по дуге, радиус которой равен  $R = 1,5$  м. Определить максимальную мощность привода манипулятора, если известно: 1) момент инерции манипулятора  $J = 15$  кг·м<sup>2</sup>; 2) угол поворота  $\Delta\varphi = 90^\circ$ ; 3) груз можно считать точечной массой.

**26.** Определить расстояние между ближайшими атомами кубической кристаллической решетки железа, если на одну элементарную кубическую ячейку приходится один атом железа.

**27.** Определить плотность и концентрацию низкотемпературной азотной плазмы, если атомарная концентрация  $n_a = 2 \cdot 10^{18}$  м<sup>-3</sup>, а степень диссоциации плазмы  $\alpha = 80\%$ .

**28.** Определить молярную массу высокотемпературного сверхпроводника  $RbCs_2C_{60}$ , синтезируемого путем легирования сферических молекулярных кристаллов фуллерена  $C_{60}$  атомами щелочных металлов. Определить массу поверхностного сверхпроводящего слоя площадью  $1$  мм<sup>2</sup> и толщиной  $3,5$  нм, считая диаметр одной кристаллической сферы  $0,7$  нм.

**29.** Определить концентрацию атомов, сравнить объемную плотность вещества в оболочке и в объеме одного молекулярного сферического кристалла фуллерена  $C_{60}$ . Толщина сферической оболочки фуллерена равна  $0,1$  нм, радиус молекулы  $C_{60}$  равен  $0,357$  нм.

**30.** Определить количество вещества и поверхностную плотность атомов углерода в однослойной нанотрубке средним диаметром 20 нм и длиной 10 мкм, приняв среднее межатомное расстояние в атомном слое (графене) в 0,246 нм.

**31.** В высокотемпературной изотермической ( $T = 10^7$  К) водородной плазме Солнечной короны электронная концентрация  $n_e = 10^{15}$  м<sup>-3</sup>. Считая, что в плазме при данных условиях ионизировано 100% и диссоциировано 50% от общего числа частиц газа, определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех ионов плазмы в объеме  $V = 1$  м<sup>3</sup>.

**32.** Двигатель мотоцикла имеет рабочий цилиндр объемом 200 см<sup>3</sup>. В процессе работы двигателя в цилиндре происходит адиабатическое расширение рабочей смеси при начальном давлении  $P_1 = 20$  атм. Рабочая смесь состоит из смеси воздуха и паров горючего. Степень сжатия двигателя, представляющая собой отношение максимального объема рабочей смеси к ее минимальному объему, равна  $\alpha = 6$ . Какую мощность развивает двигатель при частоте вращения  $n = 3000$  об/мин? Рабочую смесь считать двухатомным идеальным газом.

**33.** Степень сжатия бензинового двигателя (отношение максимального объема рабочей смеси к её минимальному объему) равна  $\alpha = 8$ . Найти отношение температуры выхлопа к температуре горения. Расширение считать адиабатическим, а рабочую смесь (смесь воздуха и паров бензина) считать двухатомным идеальным газом.

**34.** Электрон, ускоренный внешним электрическим полем, влетает в воздушный конденсатор с плоскими квадратными обкладками на одинаковом удалении от обкладок. Заряд конденсатора  $q = 1$  нКл, расстояние между обкладками  $d = 1$  см, площадь обкладок  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Определить: 1) энергию конденсатора  $W$ ; 2) минимальную ускоряющую разность потенциалов внешнего электрического поля  $U$ , необходимую для того, чтобы электрон вылетел из конденсатора.

**35.** Катушка из медной проволоки имеет сопротивление  $R = 10,8$  Ом. Масса проволоки  $m = 3,41$  кг. Сколько метров проволоки и какого диаметра намотано на катушке?

**36.** Определить в каких диапазонах может изменяться удельное сопротивление углеродных нанотрубок, если при измерении сопротивления нанотрубок диаметром от 1,4 до 50 нм и длиной от 1 до 5 мкм, было получено одинаковое значение, равное  $R = 12,9$  кОм. Рассчитать силу тока в нанотрубке с минимальной проводимостью, если предельная плотность тока составляет  $j_{\max} = 10^7$  А/см<sup>2</sup>.

**37.** Сила тока  $i$  в проводнике изменяется со временем согласно уравнению  $i = B + Ct$ , где  $B = 4$  А,  $C = 2$  А/с. Какое количество электричества проходит через поперечное сечение проводника за время от  $t_1 = 2$  с до  $t_2 = 6$  с? При какой силе постоянного тока  $I$  через поперечное сечение проводника проходит такое же количество электричества?

**38.** Вольфрамовая нить электрической лампочки накаливания имеет в накаленном состоянии температуру  $t^0 = 2300$  °С. Какова плотность  $j$  и сила тока  $I$ , протекающего по нити, если её диаметр  $d = 20$  мкм, длина  $l = 0,5$  м, а напряжение на нити  $U = 200$  В? Удельное сопротивление вольфрама при 0 °С равно  $\rho_0 = 5,5 \cdot 10^{-8}$  Ом·м, температурный коэффициент сопротивления  $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}$  К<sup>-1</sup>.

**39.** Определить плотность и силу тока в плазменной дуге плазмотрона, если концентрация электронов в дуге  $n_e=10^{19} \text{ м}^{-3}$ , диаметр дуги 5 мм, электронная температура  $T_e=10^5 \text{ К}$ .

**40.** Сила тока в электродуге плазмотрона равна 200 А. Для создания эффекта сканирующего воздействия плазменной дуги на поверхность материала на дугу воздействуют поперечным магнитным полем, изменяющимся по закону  $B=B_0 \cdot \sin(2\pi\nu t)$ ,  $B_0=0,02 \text{ Тл}$ ,  $\nu=50 \text{ Гц}$ . Определить среднее значение модуля отклоняющей силы в расчете на единицу длины дуги.

**41.** В горизонтальной плоскости вращается прямолинейный проводник длиной  $l=0,5 \text{ м}$  вокруг оси, проходящей через его конец. При этом он нормально пересекает вертикальное однородное магнитное поле напряженностью  $H=50 \text{ А/м}$  ( $\mu=1$ ). По проводнику течет ток силой  $I=4 \text{ А}$ , а скорость его вращения равна  $n=20 \text{ об/с}$ . Вычислить работу вращения проводника за  $t=2 \text{ мин}$ .

**42.** В плоскости, перпендикулярной магнитному полю напряженностью  $H=100 \text{ А/м}$ , вращается с частотой  $n=50 \text{ об/с}$  прямолинейный проводник длиной  $l=1 \text{ м}$ , по которому течет ток силой  $I=10 \text{ А}$ . Ось вращения проходит через один из концов проводника. Определить работу, совершаемую полем за  $t=10 \text{ мин}$ .

**43.** Источник питания с ЭДС  $\varepsilon=10 \text{ В}$  и внутренним сопротивлением  $r=1 \text{ Ом}$  замыкается проводящим проводом длиной  $l=4 \text{ м}$  на внешнее сопротивление  $R=4 \text{ Ом}$ . Затем цепь помещается во внешнее поперечное магнитное поле с индукцией, возрастающей со скоростью  $\Delta B/\Delta t=3,14 \text{ Тл/с}$ . Определить максимально возможное значение силы тока цепи в магнитном поле. Сопротивлением провода пренебречь.

**44.** Из медного проводника длиной  $l=30 \text{ см}$  и сечением  $S_0=10 \text{ мм}^2$  изготовлен круговой контур и помещен в поперечное, убывающее по закону  $B=B_0-Ct$  ( $B_0=0,5 \text{ Тл}$ ,  $C=0,05 \text{ Тл/с}$ ) магнитное поле. Определить ЭДС индукции и силу тока в контуре в момент времени  $t=4 \text{ с}$ . Удельное электрическое сопротивление меди  $\rho_0=1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

**45.** Плоский проволочный виток площади  $S=200 \text{ см}^2$  и сопротивлением  $R=2 \text{ Ом}$  расположен в магнитном поле, индукция которого возрастает по закону  $B=Ct^2$  ( $C=10 \text{ мТл/с}^2$ ). Определите силу тока в контуре в момент  $t=2 \text{ с}$ . Сделайте рисунок, указав направление индукционного тока.

**46.** Генератор радиоволн состоит из конденсатора и катушки индуктивности. Площадь пластин конденсатора  $S=0,025 \text{ м}^2$ , расстояние между пластинами  $d=1 \text{ мм}$ , диэлектрическая проницаемость диэлектрика  $\varepsilon=4$ . Определить длину волны  $\lambda$ , излучаемую генератором, если известно, что при изменении тока на  $2 \text{ А}$  за  $0,5 \text{ с}$  в катушке индуцируется э.д.с. равная  $1 \text{ мВ}$ .

**47.** Определите длину электромагнитной волны в вакууме, на которую настроен колебательный контур, если максимальный заряд конденсатора  $q_m=2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ , а максимальная сила тока в контуре  $I_m=1 \text{ А}$ . Определите напряжение на конденсаторе в момент, когда энергия магнитного поля составляет 75% от её максимального значения. Индуктивность контура равна  $L=2 \cdot 10^{-7} \text{ Гн}$ .

48. С нагретой металлической поверхности площадью  $S=20 \text{ см}^2$  при температуре  $T=1400 \text{ К}$  за время  $t=2 \text{ мин}$  излучается энергия  $W=418 \text{ кДж}$ . Определить коэффициент теплового излучения  $\varepsilon$  металла, считая металл серым телом.

49. Нормально падающий на зачерненную поверхность площадью  $S=50 \text{ см}^2$  монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=600 \text{ нм}$  передает ей за время  $t=2 \text{ мин}$  энергию  $W = 90 \text{ Дж}$ . Определить: 1) число упавших фотонов; 2) световое давление на поверхность.

50. Определить давление света на стенки 100-ваттной электрической лампочки, считая, что вся потребляемая ею мощность идет на излучение. Коэффициент отражения стенок лампочки - 10%. Лампочку считать сферой диаметром 4 см.

51. Определить угол, на который был рассеян  $\gamma$  - квант с энергией  $\varepsilon_1=0,8 \text{ МэВ}$  при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи равна  $E=0,2 \text{ МэВ}$ .

52. Фотон с энергией  $\varepsilon_1 = 0,51 \text{ МэВ}$  был рассеян при эффекте Комптона на свободном электроны на угол  $\vartheta = 180^\circ$ . Определить кинетическую энергию электрона отдачи.

53. Концентрация электронов в плазменной дуге  $n_e=10^{19} \text{ м}^{-3}$ . Определите длину волны де Бройля для электронов, если плотность тока в дуге составляет  $2 \cdot 10^6 \text{ А/м}^2$ .

54. Энергия протонов, ускоряемых в БАК (Большом Адронном Коллайдере, ЦЕРН, Женева), может достигать 7 ТэВ. Определить длину волны де Бройля  $\lambda$  для таких протонов.

55. Рентгеновская трубка работает на напряжении  $U=100 \text{ кВ}$ . Определить скорость электронов, бомбардирующих антикатод, и минимальную длину волны в спектре рентгеновского излучения.

56. Полупроводник нагревается от 20 до 40 °С и его удельная электропроводность увеличивается при этом в 2,7 раза. Определить  $E_g$  – ширину запрещенной зоны полупроводника и  $\lambda_0$  – длину волны красной границы внутреннего фотоэффекта.

1,0 кг? Какова активность этого куска?

57. Период полураспада  ${}_{11}^{24}\text{Na}$  равен  $T_{1/2}=15,3 \text{ ч}$ . Больному ввели внутривенно раствор объемом  $V_p = 1 \text{ см}^3$ , содержащий искусственный радиоизотоп натрия  ${}_{11}^{24}\text{Na}$  активностью  $A_0 = 2,0 \text{ кБк}$ . Активность крови объемом  $V_k = 1 \text{ см}^3$ , взятой через 5 ч, оказалась равной  $A = 0,27 \text{ Бк}$ . Найти полный объем крови в организме человека.

### 2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь и владеть* заявленных компетенций проводится в режиме «зачтено» и «не зачтено».

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта

для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.