

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт физико-математического образования, информационных и  
обслуживающих технологий

Кафедра физики и методики преподавания физики

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ИФМОИОТ

\_\_\_\_\_ Е.А. Журавлева  
«15» \_\_\_\_\_ 2025 г.

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине «Общая и экспериментальная физика  
(атомная физика)»

По направлению подготовки 44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ  
ОБРАЗОВАНИЕ (С ДВУМЯ ПРОФИЛЯМИ ПОДГОТОВКИ)

Профиль подготовки **Физика. Математика**

Квалификация выпускника **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Курс **3 (6 семестр)**

Разработчики:

доцент кафедры физики  
и методики преподавания  
физики, канд. физ.-мат. наук  
Сильчева А.Г.

Ассистент кафедры физики  
и методики преподавания  
физики Молчанова Е.С.

Врио заведующего кафедры физики  
и методики преподавания физики

\_\_\_\_\_ Корчикова Н.В.

«13» января 2025 г.

Луганск, 2025

# 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

## 1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины Б1.О.08.05 «Общая и экспериментальная физика (атомная физика)» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

## 1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС – установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриата по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 г. № 125 (с изменениями и дополнениями).

## 1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Профессиональные	
ПК-1.	ПК-1.1. ПК-1.2. ПК-1.3.

## 1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
<b>Раздел 1. Излучение абсолютно черного тела. Кванты энергии.</b>		
<b>Тема 1.</b> Введение. Основные предпосылки создания атомных моделей. Область исследований атомной физики.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 2.</b> Тепловое излучение и его законы. Характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Классическая теория равновесного излучения. Квантовая теория равновесного излучения. Формула Планка.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 3.</b> Внешний фотоэффект. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Элементарная квантовая теория фотоэффекта.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 4.</b> Фотоны и их свойства. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева. Эффект Комптона. Рентгеновское излучение.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание

<b>Раздел 2. Волны и частицы. Квантовые модели атома.</b>		
<b>Тема 5.</b> Корпускулярно-волновой дуализм частиц. Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств частиц. Дифракция электронов. Соотношение неопределенностей.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 6.</b> Основные понятия и положения квантовой механики. Интерпретация волновой функции. Собственные функции и собственные значения физических величин. Уравнения Шредингера. Квантово-механический принцип суперпозиции положений. Вероятность определенного значения физических величин.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 7.</b> Простые задачи квантовой механики. Частица в потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Прохождение микрочастицы через потенциальный барьер.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 8.</b> Атомные спектры. Строение атома. Теория Бора. Закономерности атомных спектров. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 9.</b> Опыты Франка и Герца. Понятие упругого и неупругого рассеяния, распределения электронов по энергиям и его экспериментального получения. Помощь принципиальной схемы опытов, их последствия.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Раздел 3: Классические модели атома.</b>		
<b>Тема 10.</b> Атом водорода (водородоподобные атомы). Модель атома водорода по Бору. Недостатки теории Бора. Квантовая теория атома водорода. Спектр атомов водорода	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 11.</b> Механический и магнитный моменты электронов в атоме. Магнитный момент электрона. Собственный магнитный момент электрона. Опыты Штерна и Герлаха. Спин. Правила добавления моментов. Полный механический и	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание

магнитный моменты электрона в атоме. Полный механический и магнитный моменты атома.		
<b>Тема 12.</b> Спектры атомов. Правила отбору. Спин фотона. Тонкая структура спектров атомов водорода и щелочных металлов. Эффект Зеемана.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 13.</b> Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Системы тождественных микрочастиц. Принцип Паули.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
<b>Тема 14.</b> Молекулы: химические связи и энергетические уровни. Ионные и ковалентные связи. Обменное взаимодействие. Энергетические уровни молекул и их квантовые закономерности. Электронный молекулярный спектр. Колебательные и вращательные спектры. Комбинационное рассеяние света.	ПК-1	Решение задач и индивидуальное задание
Промежуточная аттестация	ПК-1	Экзамен (письменный)

### 1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Результаты сформированности
ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач.	<p><i>Знает:</i> структуру, состав и дидактические единицы предметной области атомной физики.</p> <p><i>Умеет:</i> осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.</p> <p><i>Владеет навыками:</i> разработки различных форм учебных занятий, применения методов, приемов и технологий обучения, в том числе информационных.</p>

### 1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид учебной работы	Количество баллов		
	ОФО	О-ЗФО	ЗФО
Индивидуальное задание	20	-	-
Лабораторные работы	20	-	-
Контрольные работы	20	-	-
Теоретический отчет	20	-	-
Экзамен	20	-	-
<b>Всего</b>	<b>100</b>		

### Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

5 - балльная система оценивания экзамена	100 - балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100-балльной шкале
Отлично	90–100	<b>А</b> – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному
Хорошо	83–89	<b>В</b> – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному
Хорошо	75–82	<b>С</b> – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Удовлетворительно	63–74	<b>Д</b> – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки
Удовлетворительно	50–62	<b>Е</b> – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному
Неудовлетворительно	21–49	<b>FX</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий
Неудовлетворительно	0–20	<b>F</b> – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий

**Образец оформления экзаменационного билета**

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)**

**2024/2025 учебный год**

**Институт физико-математического образования, информационных  
и обслуживающих технологий**

экзамен (устный/письменный) по дисциплине  
**«Общая и экспериментальная физика (атомная физика)»**  
Код/названия направлений подготовки **44.03.05 Педагогическое образование**  
**(с двумя профилями подготовки)**  
**Физика. Информатика**  
ОФО/ЗФО

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. ....
2. ....
3. ....

Утверждено на заседании кафедры физики и методики преподавания физики, Протокол от  
«30» ноября 2023 г. № 4.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

...

Экзаменатор

\_\_\_\_\_

...

## 2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 2.1. Оценочные средства текущего контроля

#### Типовые задачи:

1. Температура абсолютно черного тела изменяется от 727 до 1727 °С. Во сколько раз изменится при этом энергия, излучаемая телом?
2. Какая длина волны соответствует фотону, релятивистская масса которого  $1,66 \cdot 10^{-30}$  кг?
3. На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 310$  нм). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов не мене 1,7 В. Определить работу выхода  $A$ .
4. Фотон ( $\lambda = 1$  пм) рассеялся на свободном электроне под углом  $\theta = 90^\circ$ . Какую долю своей энергии фотон передал электрону?
5. Какой кинетической энергией обладает протон с длиной волны де Бройля, равной граничной длины волны рентгеновских лучей, возникающих в трубке при разности потенциалов  $U = 40$  В?
6. Неопределенность скорости электронов, движущихся вдоль оси абсцисс, составляет  $\Delta v = 10^2$  м/с. Какова при этом неопределенность координаты  $x$ , определяющей местоположение электрона?
7. Для атома водорода, определите полную энергию электрона  $E_n$  на орбитах с главным квантовым числом  $n_1 = 2$  и  $n_2 = 4$ , радиус орбиты  $r_{n1}$ , скорость электрона на этой орбите  $v_{n1}$  и период его обращения  $T_{n1}$ ;
8. Для атома водорода, определите длину волны  $\lambda$  фотона, излучаемого при переходе электрона с энергетического уровня  $n_1 = 1$  на энергетический уровень с  $n_2 = 3$ .
9. Электроны, обладающие энергией  $E = 16,0$  эВ, на своем пути встречают прямоугольный потенциальный барьер высотой  $U = 4,0$  эВ. Найти коэффициент отражения  $R$  и коэффициент пропускания  $D$  волн де Бройля для данного барьера.
10. Написать формулы электронного строения атомов бора, углерода, натрия.
11. Вычислить в магнетонах Бора магнитный момент атом водорода в основном состоянии.

#### ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ:

##### Тепловое излучение Формулировка задания:

Полость объемом  $V$  заполнена тепловым излучением при температуре  $T$ . Найдите теплоемкость  $C_V$  и энтропию  $S$  этого излучения. Полость и стенки полости охладили до температуры близкой к абсолютному нулю, температуру которой в дальнейшем поддерживали. В данную полость поместили медный шарик диаметром  $d$  с начальной температурой  $T_0$ . Считая поверхность шарика абсолютно черной, найти время  $t$ , в течение которого его температура уменьшится в  $\eta$  раз. Построить график данного процесса.

Вариант	T, К	V, л.	d, см.	T <sub>0</sub> , К	η, отн. вел.
1	1001	1,14	1,20	280	2
2	1002	1,13	1,21	281	2,01
3	1003	1,12	1,22	282	2,02

4	1004	1,11	1,23	283	2,03
5	1005	1,10	1,24	284	2,04
6	1006	1,09	1,25	285	2,05

### Законы фотоэффекта Формулировка задания:

При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в  $\eta$  раз. Найдите работу выхода  $A_{\text{вых}}$  с поверхности этого металла.

До какого максимального потенциала  $\phi$  зарядится удаленный от других тел шарик, изготовленный из данного металла при облучении его электромагнитным излучением с длиной волны  $\lambda_3$ ?

Вариант	$\lambda_1$ , мкм	$\lambda_2$ , мкм	$\eta$ , отн. вел.	$\lambda_3$ , нм
1	0,342	0,564	2,25	140
2	0,343	0,565	2,26	141
3	0,344	0,566	2,27	142
4	0,345	0,567	2,28	143
5	0,346	0,568	2,29	144
6	0,347	0,569	2,30	145

### Эффект Комптона Формулировка задания:

Фотон с энергией  $E$  рассеялся на покоившемся электроне. В результате рассеяния длина волны фотона изменилась на  $\eta$  от падающей длины волны. Найдите: кинетическую энергию  $W_k$  электрона отдачи; изменение длины волны  $\Delta\lambda$ ; угол  $\phi$ , под которым вылетел комптоновский электрон. Постройте векторную диаграмму.

Вариант	$E$ , МэВ	$\eta$ , отн. вел.
1	2,00	0,225
2	2,01	0,226
3	2,02	0,227
4	2,03	0,228
5	2,04	0,229
6	2,05	0,230

### Теория Бора водородоподобных атомов Формулировка задания:

Для водородоподобного атома, зарядовое число которого  $Z$ , определите:

- 1) полную энергию электрона  $E_n$  на орбитах с главным квантовым числом  $n_1$  и  $n_2$ ;
- 2) радиус орбиты  $r_{n1}$ , скорость электрона на этой орбите  $v_{n1}$  и период его обращения  $T_{n1}$ ;
- 3) длину волны  $\lambda$  фотона, излучаемого при переходе электрона с энергетического уровня  $n_1$  на энергетический уровень с  $n_2$ ,
- 4) Спектральную серию перехода и область электромагнитного излучения. Показать на электронной диаграмме возможные переходы для данного электрона.

Вариант	$n_1$	$n_2$	$Z$
---------	-------	-------	-----



1	4	1	3
2	5	2	2
3	6	3	4
4	5	4	5
5	6	5	1
6	3	1	2

## 2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Основные предпосылки создания атомных моделей. Область исследований атомной физики.
2. Тепловое излучение и его законы. Характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа. Законы излучения абсолютно черного тела. Классическая теория равновесного излучения. Квантовая теория равновесного излучения. Формула Планка.
3. Внешний фотоэффект. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Элементарная квантовая теория фотоэффекта.
4. Фотоны и их свойства. Фотоны. Давление света. Опыты Лебедева. Эффект Комптона. Рентгеновское излучение.
5. Корпускулярно-волновой дуализм частиц. Волны де Бройля. Экспериментальное подтверждение волновых свойств частиц. Дифракция электронов. Соотношение неопределенностей.
6. Основные понятия и положения квантовой механики. Интерпретация волновой функции. Собственные функции и собственные значения физических величин. Уравнения Шредингера. Квантово-механический принцип суперпозиции положений. Вероятность определенного значения физических величин.
7. Простые задачи квантовой механики. Частица в потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Прохождение микрочастицы через потенциальный барьер.
8. Атомные спектры. Строение атома. Теория Бора. Закономерности атомных спектров. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.
9. Опыты Франка и Герца. Понятие упругого и неупругого рассеяния, распределения электронов по энергиям и его экспериментального получения. Помощь принципиальной схемы опытов, их последствия.
10. Атом водорода (водородоподобные атомы). Модель атома водорода по Бору. Недостатки теории Бора. Квантовая теория атома водорода. Спектр атомов водорода.
11. Механический и магнитный моменты электронов в атоме. Магнитный момент электрона. Собственный магнитный момент электрона. Опыты Штерна и Герлаха. Спин. Правила добавления моментов. Полный механический и магнитный моменты электрона в атоме. Полный механический и магнитный моменты атома.
12. Спектры атомов. Правила отбора. Спин фотона. Тонкая структура спектров атомов водорода и щелочных металлов. Эффект Зеемана.
13. Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Системы тождественных микрочастиц. Принцип Паули.
14. Молекулы: химические связи и энергетические уровни. Ионные и ковалентные связи. Обменное взаимодействие. Энергетические уровни молекул и их квантовые закономерности. Электронный молекулярный спектр. Колебательные и вращательные спектры. Комбинационное рассеяние света.