

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 17.03.2026

Уникальный программный ключ:

6b5279da4e034bff679172803da5b7b558fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

(наименование кафедры)

УТВЕРЖДЕН

на заседании кафедры

Протокол от «17» марта 2026 г., №12

Зав. кафедрой  [Холина С.А.]

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Атомная физика

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Профиль: Фундаментальная физика и нанотехнология

Москва
2026

Содержание

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	3
2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	3
3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	5
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	8

1.Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы¹

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания²

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов атомной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.	доклад, решение задач, практические работы	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания практических работ Шкала оценивания решения задач
	Продвинутый	1.Работа на учебных занятиях 2.Самостоятельная работа	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов атомной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом	доклад, решение задач, практические работы, практическая подготовка	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания практических работ

¹ Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

² Указывается информация в соответствии с утвержденной РПД

			границ применимости моделей. Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов атомной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.		Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания практической подготовки
--	--	--	--	--	---

Описание шкал оценивания

Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
Удовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания практической работы

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в презентации 71-90% практических работ.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в презентации 51-70% практических работ	5-7
Удовлетворительный	Если студент отобразил в презентации 31-50% практических работ	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в презентации 0-30% практических работ	0-1

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
1.практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; 2.показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме, 3.умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы; 4.работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета.	8-10
1.практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; 2.показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме, 3.работа выполнена полностью, но допущено в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.	5-7
1.практическое задание выполнено в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя; 2.продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала.	2-4
1.число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания; 2.если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.	0-1

3. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Текущий контроль

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на пороговом уровне

Перечень тем докладов по дисциплине

- 1.Уравнение Шредингера, смысл Ψ -функции. Туннельный эффект.
- 2.Атом водорода в квантовой механике.

- 3.Эффект Зеемана (нормальный и аномальный): объяснение с точки зрения классической и квантовой теории.
- 4.Испускание и поглощение света атомами. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазер: устройство и применения.
- 5.Радиоактивность: различные области применения в науке, медицине, технике.
- 6.Модели атомного ядра. Нуклоны.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень тем докладов по дисциплине

- 1.Нейтроны и позитроны: открытие и свойства.
- 2.Физика нейтрино.
- 3.Эффект Мёссбауэра.
- 4.Энергия связи и дефект массы.
- 5.Закономерности ядерных реакций (цепная реакция, термоядерная реакция). Ядерная энергетика. Реакторы, атомная бомба.
- 6.Кварки и глюоны.
- 7.Космические лучи. Открытие космических лучей. Радиационные пояса Земли.

Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов атомной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на пороговом уровне

Перечень заданий для решения задач

1. В серии Лаймана спектра водорода согласно модели Бора частота кванта является наименьшей для перехода:
 - 1) $n=2 \rightarrow n=1$
 - 2) $n=3 \rightarrow n=2$
 - 3) $n=5 \rightarrow n=1$
2. Если известно, что кинетическая энергия электрона равна 100 эВ, то его дебройлевская длина волны составляет:
 - 1) $1,23 \cdot 10^{-10}$ м
 - 2) $6,62 \cdot 10^{-20}$ м
 - 3) $1,23 \cdot 10^{-6}$ м

3. Длина волны $K\alpha$ в характеристическом спектре молибдена ($Z = 42$, постоянная Ридберга $R = 1,09 \cdot 10^7 \text{ 1/м}$) составляет:

- 1) $7,28 \cdot 10^{-11} \text{ м}$
- 2) $5,5 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
- 3) $7,28 \cdot 10^{-15} \text{ м}$

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Примерный вариант практической работы по дисциплине

Теоретические вопросы:

1. Соотношение неопределенностей, его физический смысл. Сопряженные величины.
2. Схема опыта Резерфорда по рассеянию α -частиц. Формула Резерфорда.

Задачи:

1. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 100 до 50 пм?
2. Какова энергия альфа-частиц, если известно, что η часть их ($\eta = 10^{-4}$) рассеивается золотой фольгой толщиной $d = 10^{-4} \text{ см}$ в пределах углов свыше $\theta_0 = 90^\circ$? Плотность золота $\rho = 19,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.
3. Определить для водородоподобного иона радиус n -й боровской орбиты и скорость электрона на ней. Вычислить эти величины для первой боровской орбиты атома водорода и ионов He^+ и Li^{++} .

Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов атомной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1 на продвинутом уровне

Перечень заданий для практической подготовки

1. Теоретическая часть. Гипотеза де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Задание. Поток электронов с дебройлевской длиной волны $\lambda = 11 \text{ нм}$ падает нормально на прямоугольную щель шириной $b = 0,10 \text{ мм}$. Оценить с помощью соотношения неопределенностей угловую ширину пучка за щелью (в угловых градусах). Решение задач по теме.

2. Теоретическая часть. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Прицельный параметр. Сечение рассеяния. Теория Бора. Формула Бальмера. Задание. Определить первый потенциал возбуждения ϕ_1 и длину волны головной линии серии Лаймана для атома водорода и ионов He^+ и Li^{++} . Решение задач по теме.
3. Теоретическая часть. Движение частицы в потенциальной яме. Физический смысл волновой функции. Атом водорода в квантовой механике. Задание. Частица находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной l с бесконечно высокими стенками. Найти вероятность пребывания частицы в области $l/3 < x < 2l/3$. Решение задач по теме.
4. Теоретическая часть. Квантовые числа и их физический смысл. Векторная модель атома. Задание. Найти угол между спиновым и полным механическими моментами в векторной модели атома, находящегося в состоянии $3D$ с максимально возможным значением полного механического момента. Решение задач по теме.
5. Теоретическая часть. Магнитный момент электрона и атома. Магнетон Бора. Фактор Ланде. Задание. Найти полный механический момент атома в состоянии с $S=3/2$ и $L=2$, если известно, что магнитный момент его равен нулю. Решение задач по теме.
6. Теоретическая часть. Статистика Ферми–Дирака. Заполнение периодической системы элементов. Задание. Некоторый атом, кроме заполненных оболочек, имеет 3 электрона (s , p , d) и находится в состоянии с максимально возможным для этой конфигурации полным механическим моментом. Найти в соответствующей векторной модели атома угол между спиновым и полным механическими моментами атома. Решение задач по теме.
2. Теоретическая часть. Свойства рентгеновского излучения. Закон Мозли. Коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра. Задание. Определить напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом, если разность длин волн $K\alpha$ -линии и коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра равна 84 пм. Решение задач по теме.
3. Теоретическая часть. Проводимость металлов, диэлектриков и полупроводников. Задание. Найти механический момент молекулы кислорода, вращательная энергия которой $E=2,16$ МэВ, а расстояние между ядрами $d=121$ пм. Решение задач по теме.
4. Теоретическая часть. Взаимодействие излучения с веществом. Среда с инверсной заселенностью уровней. Виды лазеров. Задание. Устройство и принцип работы гелий-неонового лазера. Показать все основные узлы на демонстрационной модели. Устройство и принцип работы полупроводникового лазера. Какие существуют способы создания среды с инверсной заселенностью уровней? Привести примеры практического использования лазеров. Решение задач по теме.

Промежуточная аттестация

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.

Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов атомной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.

Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов атомной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.

Задания, необходимые для оценивания сформированности ОПК-1

Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де-Бройля. Длина волны де-Бройля.
2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
3. Экспериментальное подтверждение теории де Бройля (опыты Дэвиссона-Джермера, Томсона-Тартаковского).
4. Модели атома Томсона и Резерфорда. Опыты Э. Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Формула Резерфорда.
5. Постулаты Бора. Недостатки модели атома Резерфорда-Бора.
6. Спектры водорода и водородоподобных атомов. Формула Бальмера.
7. Опыты Франка и Герца.
8. Уравнение Шредингера. Физический смысл волновой функции.
9. Частица в одномерной потенциальной яме.
10. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа (главное, орбитальное, магнитное, спиновое, полное).
11. Векторная модель атома. Орбитальный, спиновый, полный момент импульса атома.
12. Квантование момента импульса и проекции момента импульса.
13. Магнитный момент электрона.
14. Магнитный момент атома. Проекция магнитного момента. Магнетон Бора. Фактор Ланде.
15. Атом во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана.
16. Опыты Штерна–Герлаха.

17. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.
18. Рентгеновское излучение: тормозное и характеристическое. Закон Мозли.
19. Молекулярные спектры.
20. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры.
21. Зонная теория проводимости. Структура энергетических зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Функция Ферми.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к зачету с оценкой

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте с оценкой неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (меньше 40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах университета исходя из требований образовательных стандартов.

Шкала оценивания зачета с оценкой

Критерии оценивания	Баллы
Полные и точные ответы на два вопроса билета. Верное решение задачи. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче зачета с оценкой.	21-30
Полные и точные ответы на два вопроса билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче зачета с оценкой.	14-20
Полный и точный ответ на один вопрос билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение	8-13

Критерии оценивания	Баллы
методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	
Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0–7

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Отлично
61-80	Хорошо
41-60	Удовлетворительно
0-40	Неудовлетворительно