

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.06.2025 10:02:31

Уникальный идентификатор документа: 6b5279da4e034bffa79172803da5b7b50cc39d2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом физико-математического факультета

«19» марта 2025 г.

/Кулешова Ю.Д./

## Рабочая программа дисциплины

Атомная физика

**Направление подготовки**

03.03.02 Физика

**Квалификация**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией  
физико-математического факультета

Протокол «19» марта 2025 г. № 7

Председатель УМКом

/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой  
фундаментальной физики и  
нанотехнологии

Протокол от «11» марта 2025 г. № 11

Зав. кафедрой

/Холина С.А./

Москва

2025

Авторы-составители:

Васильчикова Е. Н., кандидат физико-математических наук, доцент,  
Барабанова Н. Н., кандидат физико-математических наук, доцент,  
Емельянов В. А., кандидат физико-математических наук, доцент.

Рабочая программа дисциплины «Атомная физика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в модуль «Общая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Планируемые результаты обучения                                                        | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы                                 | 4  |
| 3. Объем и содержание дисциплины                                                          | 4  |
| 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся                     | 6  |
| 5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине | 8  |
| 6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины                                 | 13 |
| 7. Методические указания по освоению дисциплины                                           | 14 |
| 8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине    | 14 |
| 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины                                         | 15 |

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

**Цель освоения дисциплины «Атомная физика»:** формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики, формирование и совершенствование у студентов навыков экспериментальной деятельности.

**Задачи дисциплины:** изучение основных законов физики атома и атомных явлений, приобретение навыков осуществления учебного и научного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов о проведенной исследовательской работе.

### 1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Атомная физика» входит в модуль «Общая физика» обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Атомная физика» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Введение в общую физику», «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление».

Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами в процессе последующей профессиональной деятельности

Освоение дисциплины «Атомная физика» является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Атомная физика (практикум)», «Специальный физический практикум», «Физика конденсированного состояния».

Изучение дисциплины «Атомная физика» является базой для дальнейшего обучения в бакалавриате, при прохождении практики и в профессиональной деятельности

## 3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Объем дисциплины

| Показатель объема дисциплины                 | Форма обучения |
|----------------------------------------------|----------------|
|                                              | Очная          |
| Объем дисциплины в зачетных единицах         | 3              |
| Объем дисциплины в часах                     | 108            |
| Контактная работа:                           | 64,2           |
| Лекции                                       | 32             |
| Практические занятия                         | 32             |
| из них в форме практической подготовки       | 32             |
| Контактные часы на промежуточную аттестацию: | 0,2            |
| Зачет с оценкой                              | 0,2            |
| Самостоятельная работа                       | 36             |
| Контроль                                     | 7,8            |

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой в 6 семестре.

### 3.2. Содержание дисциплины

| Наименование разделов (тем)<br>дисциплины                                                                                                                                                                     | Количество часов |                      |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                               | Лекции           | Практические занятия |                                         |
|                                                                                                                                                                                                               |                  | Общее кол-во         | из них, в форме практической подготовки |
| Тема 1. <u>Корпускулярно-волновой дуализм</u> .<br>Волновые свойства частиц. Экспериментальное обоснование волновых свойств частиц. Гипотеза де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.            | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 2. <u>Спектры и спектральные закономерности</u> .<br>Опыты Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц. Постулаты Бора. Спектры водорода и водородоподобных атомов. Формула Бальмера. Опыты Франка и Герца. | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 3. <u>Уравнение Шредингера</u> .<br>Физический смысл волновой функции. Частица в потенциальной яме. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа.                                                 | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 4. <u>Квантование момента импульса и проекции момента импульса</u> .<br>Гироманнитное отношение. Векторная модель атома. Момент импульса многоэлектронных атомов.                                        | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 5. <u>Магнитный момент атома</u> .<br>Спин электрона. Опыты Штерна и Герлаха. Атомы во внешнем магнитном поле. Эффект Зеемана.                                                                           | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 6. <u>Принцип Паули</u> .<br>Электронные оболочки и подоболочки. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.                                                                                        | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 7. <u>Характеристические рентгеновские спектры</u> .<br>Закон Мозли. Люминесценция. Правило Стокса. Комбинационное рассеяние света.                                                                      | 4                | 4                    | 4                                       |
| Тема 8. <u>Зонная теория твердых тел</u> .<br>Зонная теория проводимости. Сверхпроводимость. Молекулярные спектры.                                                                                            | 2                | 2                    | 2                                       |
| Тема 9. <u>Спонтанное и вынужденное излучение</u> .<br>Инверсная заселенность уровней и способы ее создания. Лазеры: устройство и области применения.                                                         | 2                | 2                    | 2                                       |
| Итого                                                                                                                                                                                                         | 32               | 32                   | 32                                      |

### ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

| Тема                                          | Задание на практическую подготовку                                                    | количество часов |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Тема 1. Корпускулярно-волновой дуализм.       | Гипотеза де-Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Решение задач по теме. | 4                |
| Тема 2. Спектры и спектральные закономерности | Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Прицельный параметр. Сечение              | 4                |

|                                                                   |                                                                                                                                              |    |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                   | рассеяния. Теория Бора. Формула Бальмера.<br>Решение задач по теме.                                                                          |    |
| Тема 3. Уравнение Шредингера.                                     | Движение частицы в потенциальной яме.<br>Физический смысл волновой функции.<br>Атом водорода в квантовой механике.<br>Решение задач по теме. | 4  |
| Тема 4. Квантование момента импульса и проекции момента импульса. | Квантовые числа и их физический смысл.<br>Векторная модель атома.<br>Решение задач по теме.                                                  | 4  |
| Тема 5. Магнитный момент атома.                                   | Магнитный момент электрона и атома.<br>Магнетон Бора. Фактор Ланде.<br>Решение задач по теме.                                                | 4  |
| Тема 6. Принцип Паули.                                            | Статистика Ферми–Дирака. Заполнение периодической системы элементов.<br>Решение задач по теме.                                               | 4  |
| Тема 7. Характеристические рентгеновские спектры.                 | Свойства рентгеновского излучения.<br>Закон Мозли. Коротковолновая граница сплошного рентгеновского спектра.<br>Решение задач по теме.       | 4  |
| Тема 8. Зонная теория твердых тел.                                | Проводимость металлов, диэлектриков и полупроводников.<br>Решение задач по теме.                                                             | 2  |
| Тема 9. Спонтанное и вынужденное излучение.                       | Взаимодействие излучения с веществом.<br>Среда с инверсной заселенностью уровней. Виды лазеров.<br>Решение задач по теме.                    | 2  |
|                                                                   |                                                                                                                                              | 32 |

#### 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

|    | Темы для самостоятельного изучения                  | Изучаемые вопросы                                                                                                                                               | Кол-во часов | Формы самостоят. работы                                                                                     | Методическое обеспечение                                                  | Формы отчетности              |
|----|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1. | Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де-Бройля. | 1. Экспериментальные доказательства волновых свойств частиц: опыты Девиссона-Джермера и Томсона-Тартаковского.<br>2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. | 4            | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Конспект, доклад, презентация |
| 2. | Спектры и спектральные закономерности.              | 1. Модели атома Томсона и Резерфорда.<br>2. Спектры                                                                                                             | 4            | Работа с литературой, сетью Интернет,                                                                       | Учебно-методическое и ресурсное                                           | Домашнее задание              |

|    |                                                  |                                                                                                                                                               |   |                                                                           |                                                                           |                     |
|----|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|
|    |                                                  | водородоподобных атомов.                                                                                                                                      |   | консультации, практические задания.                                       | обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)                                 |                     |
| 3. | Волновое уравнение Шредингера.                   | 1. Особенности движения частицы в одномерной потенциальной яме.<br>2. Квантовомеханическое описание атома водорода.                                           | 4 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Домашнее задание    |
| 4. | Квантование физических величин.                  | 1. Момент импульса многоэлектронных атомов и проекции момента импульса на выделенное направление в пространстве.<br>2. Связь Расселя-Саундерса и $jj$ -связь. | 4 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Домашнее задание    |
| 5. | Магнитные свойства атома.                        | 1. Спиновый момент импульса и его проекции на направление магнитного поля.<br>2. Векторная модель атома.                                                      | 4 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Домашнее задание    |
| 6. | Атом во внешнем магнитном поле.                  | 1. Эффект Зеемана.<br>2. Опыты Штерна и Герлаха.                                                                                                              | 4 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Домашнее задание    |
| 7. | Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. | 1. Принцип Паули.<br>2. Электронные оболочки и подоболочки.                                                                                                   | 2 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Доклад, презентация |
| 8. | Рентгеновское излучение.                         | 1. Сплошное рентгеновское излучение.<br>2. Коротковолновая граница.                                                                                           | 4 | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации                        | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение                               | Домашнее задание    |

|     |                             |                                                                                           |    |                                                                           |                                                                           |                  |
|-----|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------|
|     |                             | 3.Закон Мозли.                                                                            |    | ии,<br>практическ<br>ие задания.                                          | дисциплины<br>(п. 6.1, 6.2,<br>6.3)                                       |                  |
| 9.  | Молекулярные спектры.       | 1.Вращательные и колебательные полосы.<br>2.Люминесценция.<br>3.Комбинационное рассеяние. | 4  | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Домашнее задание |
| 10. | Зонная теория проводимости. | 1.Спонтанное и вынужденное излучение.<br>2.Лазеры.<br>3.Понятие о сверхпроводимости       | 2  | Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания. | Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3) | Домашнее задание |
|     | Итого                       |                                                                                           | 36 |                                                                           |                                                                           |                  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

| 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<br>2. Самостоятельная работа. |

### 5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

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

|  |             |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                     |                                                                                                                                               |
|--|-------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |             |                                                             | интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                     | оценивания решения задач                                                                                                                      |
|  | Продвинутый | 1. Работа на учебных занятиях<br>2. Самостоятельная работа. | <b>Знать:</b> основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости.<br><b>Уметь:</b> 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.<br><b>Владеть:</b> 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. | доклад, решение задач, практические работы, практическая подготовка | Шкала оценивания доклада<br>Шкала оценивания практических работ<br>Шкала оценивания решения задач<br>Шкала оценивания практической подготовки |

#### 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;<br>2. показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме,<br>3. умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы;<br>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;<br>2. показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме,<br>3. работа выполнена полностью, но допущено в ней:<br>а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета<br>б) или не более двух недочетов.                                      | 5-7   |
| 1. практическое задание выполнено в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя;<br>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;<br>2. если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.                                                                                  | 0-1   |

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

#### Примерные вопросы для тестовых заданий

- 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)  $n=5 \rightarrow n=1$
- 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  $R = 1,09 \cdot 10^7$  1/м) составляет:
- 1)  $7,28 \cdot 10^{-11}$  м
  - 2)  $5,5 \cdot 10^{-10}$  м
  - 3)  $7,28 \cdot 10^{-15}$  м

### Примерный вариант практической работы

#### Теоретические вопросы:

1. Соотношение неопределенностей, его физический смысл. Сопряженные величины.
2. Схема опыта Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -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  $\eta$  часть их ( $\eta = 10^{-4}$ ) рассеивается золотой фольгой толщиной  $d = 10^{-4}$  см в пределах углов свыше  $\theta_0 = 90^\circ$ ? Плотность золота  $\rho = 19,4 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
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  $\text{He}^+$  и  $\text{Li}^{++}$ .

### Задания для практической подготовки

1. Движение частицы в потенциальной яме.
2. Физический смысл волновой функции.
3. Атом водорода в квантовой механике.

### Примерные темы докладов

1. Уравнение Шредингера, смысл  $\Psi$ -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.
7. Нейтроны и позитроны: открытие и свойства.
8. Физика нейтрино.
9. Эффект Мёссбауэра.
10. Энергия связи и дефект массы.
11. Закономерности ядерных реакций (цепная реакция, термоядерная реакция). Ядерная энергетика. Реакторы, атомная бомба.
12. Кварки и глюоны.
13. Космические лучи. Открытие космических лучей. Радиационные пояса Земли.

### Примерные вопросы к зачету с оценкой

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей.
2. Понятие о спектрах. Спектры излучения и поглощения (сплошные, полосатые линейчатые).
3. Модель атома Бора-Резерфорда. Постулаты Бора. Энергетические уровни водородоподобных ионов.
4. Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$  – частиц. Формула Резерфорда.

5. Опыты Франка и Герца.
6. Уравнение Шредингера. Волновая функция.
7. Частица в потенциальной яме. Энергетические уровни.
8. Спин и магнитный момент электрона.
9. Опыты Штерна и Герлаха.
10. Многоэлектронные атомы. Квантовые числа  $L, S, J$ .
11. Векторная модель атома. Спин и магнитный момент атома.
12. Квантовые числа  $n, l, m_l, s, m_s$ .
13. Принцип Паули. Электронные оболочки и подоболочки.
14. Периодическая система Д.И. Менделеева.
15. Рентгеновские спектры (сплошные и характеристические). Закон Мозли.
16. Эффект Зеемана.

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

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.

Ответ обучающегося на зачёте с оценкой оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

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 зачёта 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 методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов. | 7-13  |

| Критерии оценивания                                                   | Баллы |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок. | 0 - 6 |

#### Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

| Оценка по 5-балльной системе | Оценка по 100-балльной системе |
|------------------------------|--------------------------------|
| отлично                      | 81 – 100                       |
| хорошо                       | 61 - 80                        |
| удовлетворительно            | 41 - 60                        |
| неудовлетворительно          | 0 - 40                         |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Основная литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 22.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Иродов, И.Е. Квантовая физика: основные законы / И. Е. Иродов. - 5-е изд. стереотип. – М.: Бином, 2013. - 256с. – Текст: непосредственный.
3. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 261 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-93208-517-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085172.html> (дата обращения: 22.06.2023). - Режим доступа : по подписке.
4. Иродов, И.Е. Задачи по квантовой физике: учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. – М.: Высш. шк., 1991. - 175с. – Текст: непосредственный.

### 6.2. Дополнительная литература

1. Башлачев, Ю.А. Фундаментальные эксперименты физики: курс лекций / Ю. А. Башлачев, Д. Л. Богданов. - М.: ЛЕНАНД, 2012. - 240с.- Текст: непосредственный.
2. Борн, М. Атомная физика / М. Борн; Медведев Б. В., ред. - Изд-е 3-е; Перевод с англ. - Москва: Мир, 1970. - 481с. – Текст: непосредственный.
3. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10137-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513821> (дата обращения: 22.06.2023).
4. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика : учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1651-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211592> (дата обращения: 22.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47045-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322505> (дата обращения: 22.06.2023). — Режим доступа: для авториз.

пользователей.

6. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд., стер. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html>. (дата обращения: 22.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента» — Текст: электронный.

7. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 1 : Введение в атомную физику — 2022. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1005-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210398> (дата обращения: 22.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома — 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210401> (дата обращения: 22.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Шпольский, Э.В. Атомная физика: учеб. пособие для вузов. т. 2: основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома / Э. В. Шпольский. - 4-е изд., перераб. - М.: Наука, 1974. - 447с. – Текст: непосредственный.

10. Шпольский, Э.В. Атомная физика: учеб. пособие для вузов. т.1: введение в атомную физику / Э. В. Шпольский. - 6-е изд., испр. - М.: Наука, 1974. - 575с. – Текст: непосредственный.

### **6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [http://mgou.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=48&Itemid=614](http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614)
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

### **Информационные справочные системы:**

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

[fgosvo.ru](http://fgosvo.ru) – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

[pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru) - Официальный интернет-портал правовой информации

[www.edu.ru](http://www.edu.ru) – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.