

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и компьютерных технологий  
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы



**Р.Ш. Тешев**

« 30 » 05 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. директора ИИЭиР



**Р.Ш. Тешев**

« 30 » 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.06.05 «АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА»**

Направление подготовки  
**11.03.01 Радиотехника**

Профиль: **Интегрированные системы безопасности**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

**Нальчик  
2023**

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика» /сост. Дышекова А.Х. – Нальчик: КБГУ, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов 3 курса, очной формы обучения по направлению подготовки 11.03. 01 Радиотехника, профиль - Интегрированные системы безопасности, в 5 семестре.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Атомная и ядерная физика» составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 931 от 19.09.2017.

## Содержание

	стр
1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2 Место дисциплины в структуре ООП ВО	6
3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины	7
4 Содержание и структура дисциплины	9
5. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	14
5.1. Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости	14
5.1.1 Коллоквиумы	14
5.1.2 Тестовые задания по дисциплине	17
6. Промежуточная аттестация	19
7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	21
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	23
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины	30
Приложение 1. Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля).....	
Приложение 2. Критерии оценки качества освоения дисциплины	33

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

### **1.1. Цели:**

обучения студентов основам и методам исследования атомной и ядерной физики.

### **1.2. Задачи:**

- ознакомить студентов с основными законами и явлениями атомной и ядерной физики и с их теоретической интерпретацией;
- дать четкое представление о границах применимости физических моделей и гипотез;
- ознакомить студента с современными достижениями атомной и ядерной физики и использованием их в науке и технике;
- сформировать навыки экспериментальной работы в области атомной и ядерной физики;
- дать навыки расчета физических характеристик атомов и ядер.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1 математический и естественнонаучный цикл.

Дисциплина предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, в 5 семестре, 3 года обучения и относится к обязательным дисциплинам.

Основой для изучения дисциплины являются курсы математики, электричества и оптики.

## **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

*Таблица 1.*

<b>Категория компетенции / тип задач</b>	<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Индикаторы (показатели) достижения компетенций</b>
--	---------------------------------------	---

Научное мышление	<b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<b>ОПК-1.2</b> Демонстрирует возможность использования теоретических знаний в области естественных наук для решения задач теоретического и прикладного характера.
Исследовательская деятельность	<b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	<b>ОПК-2.1.</b> Рассматривает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивает их достоинства и недостатки.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- порядки физических величин в атомной и ядерной физике;
- исторические аспекты развития атомной и ядерной физики;
- основные принципы и законы атомной и ядерной физики, основные физические атомно-ядерные явления, методы наблюдения и экспериментальные исследования;
- границы применимости физических моделей атома и атомного ядра;

**Уметь:**

- толковать смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения атомной и ядерной физики;
- использовать математический аппарат;
- пользоваться единицами измерения физических величин, принятыми в атомной и ядерной физике;
- использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- формулировать выводы по результатам физических экспериментов;
- решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности.

**Владеть:**

работой с простейшими физическими приборами по атомной и ядерной физике, методикой обработки результатов экспериментов.

**4. Содержание и структура дисциплины****4.1. Содержание дисциплины***Таблица 2.*

№ п/п	Наименование раздела/темы	Содержание раздела/темы	Код контролируемых компетенций	Формы текущего контроля
1	Квантовая природа излучения	Тепловое излучение и люминесценция. Закон Кирхгофа. Закон Стефана–Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея–Джинса. Формула Планка. Гипотеза о квантах. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Давление света. Эффект Комптона и его элементарная теория. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.	ОПК-1 ОПК-2	К, Т, ЛР
2.	Элементы современной физики атомов и молекул.	Атом водорода в квантовой механике. 1s-состояние электрона в атоме водорода. Спин электрона. Спиновое квантовое число. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.	ОПК-1 ОПК-2	К, Т, ЛР

		Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).		
3	Элементы физики атомного ядра	<p>Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра. Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Закономерности <math>\alpha</math>-распада. <math>\beta^-</math>-распад. Нейтрино. Гамма-излучение и его свойства. Резонансное поглощение <math>\gamma</math>-излучения (эффект Мёссбауэра). Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц. Ядерные реакции и их основные типы. Позитрон. <math>\beta^+</math>-распад.</p> <p>Электронный захват. Открытие нейтрона. Ядерные реакции под действием нейтронов. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Понятие о ядерной энергетике. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.</p>	ОПК-1 ОПК-2	К, Т, ЛР
4	Элементы физики элементарных частиц	<p>Космическое излучение. Мюоны и их свойства. Мезоны и их свойства. Типы взаимодействий элементарных частиц. Частицы и античастицы. Гипероны. Странность и четность элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Кварки.</p>	ОПК-1 ОПК-2	ЛР, К, Т
Вид итогового контроля				Экзамен

## 4.2. Структура дисциплины

### 4.2.1. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (180 часов)

Таблица 3

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	5 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<i>108</i>	<i>108</i>
<b>Контактная работа:</b>	<i>34</i>	<i>34</i>
<i>Лекции (Л)</i>	<i>17</i>	<i>17</i>
<i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	<i>17</i>	<i>17</i>
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Самостоятельная работа (в часах):</i>	<i>47</i>	<i>47</i>
Экзамен	<i>27</i>	<i>27</i>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	Экзамен	Экзамен

### 4.2.2. Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Темы
<b>1</b>	Корпускулярные свойства электромагнитного излучения: тепловое излучение; формула Планка; гипотеза о квантах; единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.
<b>2</b>	Волновые свойства частиц: фотоэффект; энергия и импульс фотона; давление света; эффект Комптона.
<b>3</b>	Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества: гипотеза Луи де Бройля; формула де Бройля; опыты К. Дэвиссона и Л. Джермера, П.С. Тартаковского и Г. Томсона, В. А. Фабриканта.
<b>4</b>	Волновая функция: некоторые свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Волновая функция и ее статистический смысл.



5	Уравнение Шредингера: общее уравнение Шредингера; уравнение Шредингера для стационарных состояний; движение свободной частицы; частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками»; прохождение частицы сквозь потенциальный барьер.
6	Туннельный эффект; линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.
7	Модели атома Томсона и Резерфорда. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора. Опыты Франка и Герца. Спектр атома водорода по Бору.
8	Атом водорода в квантовой механике. 1s- Состояние электрона в атоме водорода.
9	Спин электрона. Спиновое квантовое число. Тождественные частицы. Принцип неразличимости тождественных частиц
10	Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры.
11	Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения. Оптические квантовые генераторы (лазеры).
12	Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Дефект массы и энергия связи ядра.
13	Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра.
14	Радиоактивное излучение и его виды. Закон радиоактивного распада. Правила смещения. Закономерности $\alpha$ -распада. $\beta$ -Распад. Нейтрино. Гамма-излучение и его свойства. Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц.

<b>15</b>	Ядерные реакции и их основные типы. Реакция деления ядра. Цепная реакция деления. Понятие о ядерной энергетике. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.
<b>16</b>	Космическое излучение. Мюоны и их свойства. Мезоны и их свойства
<b>17</b>	Типы взаимодействий элементарных частиц. Частицы и античастицы. Гипероны. Странность и четность элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Кварки.

Таблица 4. Лабораторные работы

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование лабораторных работ</b>
1.	Определение потенциала ионизации атомов ртути
2.	Опыт Франка и Герца
3.	Изучение спектра атома водорода и щелочных металлов
4.	Изучение работы стинтилляционного спектрометра на основе кристаллов NaI(Tl)
5.	Определение длины пробега $\alpha$ -частиц в воздухе с помощью ионизационной камеры
6.	Определение верхней границы $\beta$ -спектра методом поглощения с помощью ионизационной камеры

#### 4.2.3. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.

Таблица 6

<b>№ п/п</b>	<b>Темы</b>
1	Оптическая пирометрия. Тепловые источники света
2	Частица в потенциальной яме.
3	Применение фотоэффекта
4	Оптические квантовые генераторы (лазеры)
5	Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц
6	Понятие о ядерной энергетике.

7	Атомные электростанции.
8	Классификация элементарных частиц

## 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

#### Вопросы, выносимые на коллоквиум

(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-2)

#### *Первый коллоквиум*

1. Корпускулярные свойства электромагнитного излучения. Фотоэффект. Комптон эффект.
2. Законы теплового излучения.
3. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора.
4. Спектральные серии атома водорода.
5. Теория Н. Бора для атома водорода и водородоподобных ионов.
6. Волновые свойства частиц. Теория Луи де Бройля.
7. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

#### *Второй коллоквиум*

1. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Операторы энергии и импульса.
2.  $\Psi$ -функция. Физический смысл следующих выражений:  $|\psi(\vec{r}, t)|^2$ ,  $|\psi(\vec{r}, t)|^2 dV$ ,  $\int_V |\psi(\vec{r}, t)|^2 dV = 1$ .
3. Частица в бесконечно глубокой потенциальной яме.
4. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
5. Атом водорода по теории Шредингера.
6. Щелочные металлы. Поправки Ридберга.
7. Периодическая система элементов таблицы Д.И. Менделеева.
8. Атом в магнитном поле.

#### *Третий коллоквиум*

1. Состав ядра. Характеристики протона, нейтрона и ядра.
2. Энергия связи ядра. Энергия связи нуклонов.
3. Радиоактивность. Статистический характер радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Активность. Единицы активности.
4. Ядерные реакции. Механизмы реакций. Теория составного ядра.
5. Прямые ядерные реакции.

6. Деление тяжелых ядер.
7. Физика частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварковая модель частиц.
8. Некоторые вопросы ядерной астрофизики.

### ***Рекомендации при подготовке к коллоквиуму***

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

### ***Критерии оценивания***

<b>Оценка</b>			
<b>Неудовлетворительно 2 балла</b>	<b>удовлетворительно 4 балла</b>	<b>хорошо 6 баллов</b>	<b>отлично 8 баллов</b>
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

## **5.2. Образцы тестовых заданий**

*(контролируемая компетенция ОПК-1, ОПК-2)*

S: Опыты Резерфорда показали, что атом состоит из:

- Ядра и электронов
- Протонов и электронов
- Нейтронов и позитронов
- Электронов и позитронов

S: Массовое число A атомов определяет число:

- Протонов и нейтронов в ядре
- Протонов и электронов в ядре
- Нейтронов и позитронов в ядре
- Электронов и нейтронов в ядре

S: Полная энергия электронов в атоме водорода на 1-ой орбите (в эВ):

- -13,6
- -10,6
- - 8,6
- - 15,6

S: Полная энергия электрона в основном состоянии водородоподобного иона гелия (в эВ):

- -54,4
- -40,4
- -30,4
- -20,4

S: Опыты Фабриканта, Бибермана и Сушкина подтвердили, что:

- Отдельные электроны обладают волновыми свойствами
- Только поток электронов обладает волновыми свойствами
- Электроны не обладают волновыми свойствами
- Возможны 2 и 3

S: Энергетический спектр физической микросистемы, совершающей пространственно-ограниченное движение, является:

- Дискретный
- Непрерывный
- Смешанный
- Зонный

S: В S-состоянии ( $\ell=0$ ) момент импульса электрона равен нулю. Это означает что в S-состоянии:

- Вероятность местонахождения электрона в кулоновском поле ядра в любом направлении пространства одинакова
- Скорость электрона равен нулю
- Электрон упал на ядро
- Все 3 ответа равновероятны

S: Квантовое число «n» принимает значение:

- 1, 2, 3, ...,  $\infty$
- 0, 1, 2, ...,  $\infty$
- 0, -1, -2, ...,  $\infty$
- $\frac{1}{2}$ , 1,  $\frac{3}{2}$ , ...,  $\infty$

S: Орбитальное квантовое число принимает значение:

- $\ell = 0, 1, 2, \dots, n-1$
- $\ell = -n, -(n-1), \dots, -1, n-1$
- $\ell = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \dots$
- $\ell = -\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}$ .

S: Сильно выраженные магнитные свойства группы железа (Fe, Co, Ni) связаны с собственными магнитными моментами:

- электрона
- протона
- нейтрона
- возможны 2 и 3

S: Согласно принципа запрета Паули в одном квантовом состоянии может находиться электрон:

- 1
- 2
- 3
- 4

S: Ядро состоит из:

- Протонов и нейтронов
- Протонов и электронов
- Нейтронов и позитронов
- Протонов и пи мезонов

S: При  $\alpha$ - распаде ядра массовое число изменяется на единицы:

- 4
- 3
- 2
- Возможны 1 и 3

S: При  $\beta^-$ -минус распаде порядковый номер элемента  $Z$

- Увеличивается на единицу
- Уменьшается на 1
- Не изменяется
- Возможны 1 и 2

S: При взаимодействии нейтрона с ядром  $^{12}\text{C}$  происходит реакция:

- ${}^1_0n + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{11}_5\text{B} + {}^2_1\text{D}$
- ${}^1_0n + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{10}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$
- ${}^1_0n + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^7_3\text{Li} + {}^{10}_5\text{B}$
- ${}^1_0n + {}^{12}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_1\text{H}$

В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет, а также организована возможность тестирования и вне университета.

### **Методические рекомендации по подготовке к тестированию**

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

- а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;
- б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.
- в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные ответы (их может быть несколько);
- г) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.
- е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

### **Критерии оценивания**

*Таблица 8*

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно</b> 0 баллов	<b>удовлетворительно</b> 3 балла	<b>хорошо</b> 4 балла	<b>отлично</b> 5 баллов
Менее 35 % правильно выполненных заданий.	36-65% правильно выполненных заданий.	66-85% правильно выполненных заданий.	86-100% правильно выполненных заданий.

### 5.3. Задания для лабораторных занятий

(контролируемые компетенции ОПК-1, ОПК-2))

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы и умение применять теоретические знания на практике. Лабораторные работы проходят в специализированной аудитории 408, расположенной по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 175, учебный корпус университета №4 (ФМФ). В аудитории имеется все необходимое оборудование для изучения основных законов атомной и ядерной физики.

#### Пример типовой лабораторной работы

*«Определение энергии гамма - квантов изотопов кобальт-60, калий-40 и натрия- 22 с помощью сцинтилляционного спектрометра.»*

Цель работы: изучение работы сцинтилляционного счетчика ядерных излучений. Исследование гамма радиоактивных элементов.

#### Методические рекомендации

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать основные элементы измерительной установки, приборы и материалы используемые в работе. Должен быть подготовлен протокол измерений и основные расчетные формулы. Лабораторные измерения студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Выполнение работы. Этот этап осуществляется соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Полученные результаты проверяются преподавателем. Студент в идеале должен уметь анализировать полученные результаты.

При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе. К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- схема установки и описание методики измерений;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение.



Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

### **5.1.3. Промежуточная аттестация (контролируемая компетенция ОПК-1, ОПК-2)**

#### **Список вопросов к экзамену**

##### **I. КВАНТОВАЯ ПРИРОДА ИЗЛУЧЕНИЯ**

1. Тепловое излучение и люминесценция.
2. Закон Кирхгофа.
3. Закон Стефана–Больцмана.
4. Закон смещения Вина.
5. Формула Рэлея–Джинса.
6. Формула Планка. Гипотеза о квантах.
7. Фотоэффект.
8. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.
9. Энергия и импульс фотона. Давление света.
10. Эффект Комптона и его элементарная теория.
11. Единство корпускулярных и волновых свойств электромагнитного излучения.

##### **II. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ АТОМОВ, МОЛЕКУЛ**

12. Модели атома Томсона и Резерфорда.
13. Линейчатый спектр атома водорода
14. Постулаты Бора.
15. Опыты Франка и Герца.
16. Спектр атома водорода по Бору.

##### **III. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ**

17. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества.
18. Некоторые свойства волн де Бройля.

19. Соотношение неопределенностей.
20. Волновая функция и ее статистический смысл.
21. Общее уравнение Шредингера. Уравнение Шредингера для стационарных состояний.
22. Движение свободной частицы.
23. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».
24. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер (Туннельный эффект).
25. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.

#### IV. ЭЛЕМЕНТЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ АТОМОВ И МОЛЕКУЛ

26. Атом водорода в квантовой механике.
27. 1s-состояние электрона в атоме водорода.
28. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
29. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
30. Периодическая система элементов Менделеева.
31. Рентгеновские спектры.
32. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях.
33. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света.
34. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучения.
35. Оптические квантовые генераторы (лазеры).

#### V. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ АТОМНОГО ЯДРА

36. Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа.
37. Спин ядра и его магнитный момент.
38. Ядерные силы. Модели ядра.
39. Радиоактивное излучение и его виды.
40. Закон радиоактивного распада. Правила смещения.
41. Закономерности  $\alpha$ -распада.
42.  $\beta$ -распад. Нейтрино.
43. Гамма-излучение и его свойства.
44. Резонансное поглощение  $\gamma$ -излучения (эффект Мёссбауэра).
45. Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц.
46. Ядерные реакции и их основные типы.

- 47. Позитрон.  $\beta^+$ -распад. Электронный захват.
- 48. Открытие нейтрона. Ядерные реакции под действием нейтронов.
- 49. Реакция деления ядра.
- 50. Цепная реакция деления.
- 51. Понятие о ядерной энергетике.
- 52. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управляемых термоядерных реакций.

## VI. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

- 53. Космическое излучение.
- 54. Мюоны и их свойства.
- 55. Мезоны и их свойства.
- 56. Типы взаимодействий элементарных частиц.
- 57. Частицы и античастицы.
- 58. Гипероны.
- 59. Странность и четность элементарных частиц.
- 60. Классификация элементарных частиц.
- 61. Кварки.

### **Методические рекомендации по подготовке к процедуре осуществления промежуточной аттестации (экзамену)**

Подготовка студентов к экзамену включает проработку лекций, в течение всего семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену, включая подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защите.

В конце семестра студентам выдаются вопросы на экзамен. При подготовке ответов на вопросы студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к экзамену должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

Можно выделить следующие аспекты, по которым преподаватель обычно оценивает ответ на экзамене: содержательность (четкое и достаточно глубокое изложение вопроса); полнота и одновременно разумная лаконичность; степень использования и понимания научных источников; умение связывать теорию с практикой, творчески применять знания к неординарным ситуациям; логика и аргументированность изложения; грамотное комментирование, приведение примеров, аналогий; культура речи.

### ***Распределение баллов текущего, рубежного контроля***

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла
	выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
<b>Итого</b>		<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>
<b>3.</b>	<b>Экзамен</b>	<b>30 баллов</b>	<b>min – 15, max – 30 баллов</b>		

### ***Критерии оценивания***

При освоении дисциплины формируются компетенции ОПК-1, ОПК-2. Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (материалы к экзамену, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

Сформированность компетенций в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (оценка «удовлетворительно») является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (оценка «хорошо») характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (оценка «отлично») характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.**

#### **6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

##### **Результаты освоения дисциплины, подлежащие проверке**

*Таблица 11*

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.	<b>ОПК-1.2</b> Демонстрирует возможность использования теоретических знаний в области естественных наук для решения задач теоретического и прикладного характера.	Оценочные материалы для проведения коллоквиума, тестирования и промежуточной аттестации
<b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	<b>ОПК-2.1.</b> Рассматривает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивает их достоинства и недостатки.	Оценочные материалы для проведения коллоквиума, тестирования и промежуточной аттестации

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М. Академия, 2007 г.
2. Савельев И.В. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика ядра и частиц. 1982 г.
3. Трофимова Т.И. Руководство к решению задач по физике. М: Изд-во Юрайт, 2013. – 265 с.
4. ЭБС КБГУ – [http://lib.kbsu.ru/Elektronic\\_Resources/Elektronic\\_Library.aspx/](http://lib.kbsu.ru/Elektronic_Resources/Elektronic_Library.aspx/).

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Гольдин Л.Л., Новикова Г.И. Квантовая физика. Вводный курс. - Москва: Институт компьютерных исследований. 2002. -496с.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Физика атомного ядра. М. ЭА. 1983 г.
3. Сивухин Д.В. Том 5. Часть 2. Ядерная физика. М. Наука, 1989г.

### **7.3. Периодические издания**

1. Научно- популярный журнал "Атом".
2. Журнал «Ядерная физика».
3. Журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра».

### **7.4. Интернет-ресурсы**

1. <http://www.mipt.ru> («Физика. Уч. пособие» М. ,2000, ГладунА.Д.)
2. [www.karelia.ru/psu/Chairs/KOF/](http://www.karelia.ru/psu/Chairs/KOF/) («Физика для студентов» ПЕТРГУ, 2004, НозаровА.И.).
3. ЭБС «Консультант студента» (Договор №122 СЛ/09-18 от 17.09.2018г.)

## **7.5. Методические указания по проведению учебных занятий и организация самостоятельной работы студента**

### **7.5.1. Методические рекомендации к чтению лекций**

Основными формами организации учебных занятий по дисциплине «Атомная и ядерная физика» являются лекции и общезначимый

практикум.

При подготовке лекционных занятий преподаватель должен определить цели и задачи лекции, разработать план проведения лекции, осуществить подбор литературы (ознакомить с периодическими изданиями по теме лекций), отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала. Лектор определяет методы, приемы и средства поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов.

Лекция должна включать в качестве этапов формулировку темы лекций, перечень вопросов, изложение вводной части, основной части, краткие выводы по каждому рассмотренному вопросу, замечание и рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, целесообразно кратко сформулировать полученное ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов. В заключительной части лекции желательно обобщить наиболее важные и существенные моменты лекции, сделать выводы, а также сформулировать задачи для самостоятельной работы студентов и указать рекомендуемую литературу.

Целесообразно также оставить время для ответа на вопросы студентов и возможную дискуссию по изложенному материалу на лекции.

Содержание лекции по данной дисциплине должно соответствовать дидактическим принципам, которые обеспечивают соответствие излагаемого материала научно-методическим основам педагогической деятельности. Основными из них являются целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

Эффективность лекции может быть повышена за счет рационального использования технических средств. Комплекты технических средств необходимо готовить к каждой лекции заблаговременно, не перегружая ими аудиторию.

Существует классификация лекций по типам и методам их проведения (вводная, установочная, программная, обзорная, итоговая и др.). При изложении программного материала по данной дисциплине на лекциях рекомендуется широкое использование средств информационно-коммуникационных технологии (ИКТ) или аудио-видеотехники. Подготовка видео – лекции состоит в перекодировании, переконструировании учебной информации по теме в визуальную форму для предъявления студентам через технические средства обучения или схемы, рисунки, чертежи.

### **7.5.2. Критерии оценки лекции**

Анализ качества лекции строится из оценки содержания, методики чтения, организации лекции, руководства работой студентов на лекции, лекторских данных преподавателя, результативности лекции.

### **Оценка содержания лекции**

1. Соответствие темы и содержания лекции тематическому плану и учебной программе курса.
2. Научность, соответствие современному уровню развития науки.
3. Точность используемой научной терминологии.
4. Информативность; раскрытие основных понятий темы; сочетание теоретического материала с конкретным и примерами.
5. Реализация принципа органической связи теории с практикой; раскрытие практического значения излагаемых теоретических положений.
6. Реализация внутри предметных и междисциплинарных связей.
7. Связь с профилем подготовки студентов, их будущей специальностью.
8. Соотношение содержания лекции с содержанием учебника (излагается материал, которого нет в учебнике; разъясняются особо сложные вопросы; дается задание самостоятельно прорабатывать часть материала по учебнику, пересказывается учебник ит.п.).

### **Оценка методики чтения лекции**

1. Дидактическая обоснованность используемого вида лекции и соответствующих ему форм и методов изложения материала.
2. Структурированность содержания лекции: наличие плана, списка рекомендуемой литературы, вводной, основной и заключительной части лекции.
3. Акцентирование внимания аудитории на основных положениях и выводах лекции.
4. Рациональное сочетание методических приемов традиционной педагогики и новых методов обучения (проблемного, программного, контекстного, деятельностного и др.).
5. Логичность, доказательность и аргументированность изложения.
6. Ясность и доступность материала с учетом подготовленности обучаемых.
7. Соответствие темпов изложения возможностям его восприятия и ведения записей студентами.
8. Использование методов активизации мышления студентов.
9. Использование приемов закрепления информации (повторение, включение вопросов на проверку внимания, усвоения и т.п., подведение итогов в конце рассмотрения каждого вопроса, в конце всей лекции).
10. Использование записей на доске, наглядных пособий.
11. Использование раздаточного материала на лекции.
12. Использование ИКТ.



### **Оценка организации лекции**

1. Соответствие лекции учебному расписанию.
2. Четкость начала лекции (задержка во времени, вход лектора в аудиторию, приветствие, удачность первых фраз ит.п.).
3. Посещаемость лекции студентами.
4. Дисциплина на лекции.
5. Рациональное распределение времени на лекции.
6. Соответствие аудитории, в которой проводится лекция, современным нормам и требованиям (достаточная вместимость, возможность использования ТСО, оформленные ит.п.).
7. Наличие необходимых средств наглядности и ТС.

### **Оценка руководства работой студентов на лекции**

1. Осуществление контроля за ведением студентами конспекта лекций.
2. Оказание студентам помощи в ведении записи лекции (акцентирование изложения материала лекции, выделение голосом, интонацией, темпом речи наиболее важной информации, использование пауз для записи таблиц, вычерчивания схем и т.п.).
3. Просмотр конспектов лекций студентов (до, во время, после лекции).
4. Использование приемов поддержания внимания и снятия усталости студентов на лекции (риторические вопросы, шутки, исторические экскурсы, рассказы из жизни замечательных людей, из опыта научно-исследовательской, творческой работы преподавателя и т.п.).
5. Разрешение задавать вопросы лектору (в ходе лекции или после нее).
6. Согласование сообщаемого на лекции материала с содержанием других видов аудиторной и самостоятельной работы студентов.

### **Оценка результативности лекции**

1. Степень реализации плана лекции (полная, частичная).
2. Степень полноты и точности рассмотрения основных вопросов, раскрытие темы лекции.
3. Информационно-познавательная ценность лекции.
4. Воспитательное воздействие

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- Лекционная часть курса проводится в аудитории №418, оснащенной оборудованием, обеспечивающим реализацию интерактивных образовательных технологий, а также сетевым оборудованием, позволяющим

реализовать возможности образовательных технологий и технологии оперативного доступа к информационным ресурсам;

- Электронные версии лекций, учебников и методическими материалами для контрольных мероприятий (заданиями для коллоквиумов, тестов, экзаменационными билетами);

- Книжный фонд библиотеки;

Лабораторные занятия проводятся в аудитории №408, оснащенной оборудованием, обеспечивающим реализацию интерактивных образовательных технологий, а также сетевым оборудованием, позволяющим реализовать возможности образовательных технологий и технологии оперативного доступа к информационным ресурсам.

- Перечень программных продуктов включает :

- Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V2123829;

- Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии 17E0-180427-050836-287-197;

- Система построение графиков SciDAVis (бесплатное ПО);

- Среда разработки виртуальных приборов MyOpenLab (бесплатное ПО);

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Специализированное помещение для инвалидов расположено по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, главный учебный корпус университета, аудитория №145.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные и другие помещения университета.

**Лист изменений (дополнений) в рабочей программе**  
**дисциплины «Атомная и ядерная физика»** по направлению подготовки  
**11.03.01 - Радиотехника**  
на 20    - 20 уч. г.

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Электроники и  
цифровых информационных технологий  
протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023\_г.

Зав. кафедрой Э и ЦИТ, проф. \_\_\_\_\_ Тешев Р.Ш.



Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
<b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности  <b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления	<b>Знать:</b> порядки физических величин в атомной и ядерной физике; исторические аспекты развития атомной и ядерной физики; основные принципы и законы атомной и ядерной физики, основные физические атомно-ядерные явления, методы наблюдения и экспериментальные исследования; границы применимости физических моделей атома и атомного ядра	Не знает	отсутствие знаний о физических величинах в атомной и ядерной физике; основных принципах и законах атомной и ядерной физики, основных физических атомно-ядерных явлениях, методах наблюдения и экспериментального исследования; границах применимости физических моделей атома и атомного ядра	неполные знания о физических величинах в атомной и ядерной физике; исторических аспектах развития атомной и ядерной физики; основных принципах и законах атомной и ядерной физики, основных физических атомно-ядерных явлениях, методах наблюдения и экспериментального исследования; границах применимости физических моделей атома и атомного ядра	в целом успешные знания физических величинах в атомной и ядерной физике; исторических аспектах развития ; основных принципах и законах атомной и ядерной физики, основных физических атомно-ядерных явлениях, методах наблюдения и экспериментального исследования; границах применимости физических моделей атома и атомного ядра	полностью сформированные знания о физических величинах; исторических аспектах развития атомной и ядерной физики; основных принципах и законах атомной и ядерной физики, основных физических атомно-ядерных явлениях, методах наблюдения и экспериментального исследования; границах применимости физических моделей атома и атомного ядра
	<b>Уметь:</b> толковать	Не	отсутствие или	недостаточное умение	в целом успешное	полностью

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
полученных данных	смысл физических величин и понятий, формулировать основные положения атомной и ядерной физики; использовать математический аппарат; пользоваться принятыми единицами измерения; использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных; формулировать выводы по результатам физических экспериментов; решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности	умеет	частичное умение формулировать основные положения атомной и ядерной физики; использовать математический аппарат; пользоваться принятыми единицами измерения; использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных; формулировать выводы по результатам физических экспериментов; решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности	формулировать основные положения атомной и ядерной физики; использовать математический аппарат; пользоваться принятыми единицами измерения; использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных; формулировать выводы по результатам физических экспериментов; решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности	умение формулировать основные положения атомной и ядерной физики; использовать математический аппарат; пользоваться принятыми единицами измерения; использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных; формулировать выводы по результатам физических экспериментов; решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности	сформированное умение формулировать основные положения атомной и ядерной физики; использовать математический аппарат; пользоваться принятыми единицами измерения; использовать различные методики проведения физических измерений и обработки экспериментальных данных; формулировать выводы по результатам физических экспериментов; решать стандартные задачи и задачи повышенной трудности
	<b>Владеть:</b> работой с		отсутствие навыков	недостаточное владение	наличие навыков	успешное владение

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф.зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф.зачет	Высокий уровень отлично/диф.зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	простейшими физическими приборами по атомной и ядерной физике, методикой обработки результатов экспериментов.	Не владеет	владения работой с простейшими физическими приборами по атомной и ядерной физике, методикой обработки результатов экспериментов.	работой с простейшими физическими приборами по атомной и ядерной физике, методикой обработки результатов экспериментов.	владения работой с простейшими физическими приборами по атомной и ядерной физике, методикой обработки результатов экспериментов.	работой с простейшими физическими приборами по атомной и ядерной физике, методикой обработки результатов экспериментов.