

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

**ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ**

**КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ**

<b>СОГЛАСОВАНО</b> Руководитель образовательной программы   Б.И. Кунжев «30» мая 2023 г.	<b>УТВЕРЖДАЮ</b> Директор Института физики и математики  Б.И. Кунжев «30» мая 2023 г.
---	--

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ»**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 – Физика**

(наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:

**«Физика конденсированного состояния вещества»**

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

**бакалавр**

Форма обучения

**очная**

**Нальчик 2023**

Рабочая программа дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» / составители А.Х. Хоконов, М.Б. Масаев– Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2023. – 30с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Физика конденсированного состояния вещества»), 6-го семестра 3-го курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Фи-зика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4	Содержание и структура дисциплины (модуля)	6
5	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	11
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	20
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	22
7.1.	<i>Нормативно-законодательные акты</i>	22
7.2.	<i>Основная литература</i>	22
7.3.	<i>Дополнительная литература</i>	22
7.4.	<i>Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)</i>	23
7.5	<i>Интернет-ресурсы</i>	24
7.6.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	25
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	25
9.	Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	28
10.	Приложения	29

### **1. Цели задачи изучения дисциплины.**

**Целью** освоения учебной дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» (ФЯЧ) является: приобретение знаний и представлений по субатомной физике, а именно, экспериментальным и теоретическим основам физики атомного ядра, сильных и электрослабых взаимодействий элементарных частиц в рамках современной стандартной модели; развитие способности к самостоятельному использованию простейших понятий квантовой механики, специальной теории относительности и теории групп к субатомным явлениям; формирование широкого профессионального и культурного кругозора.

#### **Задачи изучения дисциплины включают:**

1. Важнейшие эксперименты и открытия, лежащие в основе современной ядерной физики.
2. Анализ ядерных процессов, связанных со строением и свойством ядер и элементарных частиц.
3. Приобретение навыков экспериментального изучения процессов, связанных с взаимодействием  $\gamma$  – лучей,  $\beta$ –,  $\alpha$  – частиц с веществом.
4. Изучение экспериментальных установок, точности и достоверности определения физических величин. Студент должен получить измеряемые величины в пределах заданной точности и делать статистический анализ полученных результатов.

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

Дисциплина Б1.Б.14.06. входит в блок Б.1 Государственного образовательного стандарта (ФГОС) для студентов очной формы обучения по направлению специальности 03.03.02–"Физика" (бакалавриат) и реализуется в рамках профиля «Физика конденсированного состояния вещества». К исходным требованиям, необходимым для изучения данной дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин курса общей физики, а именно разделов Механика, Электричество, Оптика с соответствующими лабораторными практикумами. Необходимо также владение методами математического анализа, линейной алгебры и навыками работы на ЭВМ на одном из базовых языков программирования Бейсик, Паскаль или Си.

Дисциплина ФЯЧ является основой для изучения специальных дисциплин по субатомной физике, астрофизике, геофизике и физике конденсированного состояния вещества.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОСЗ++ ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата):

ОПК-2.1 Составляет отчеты по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных результатов

ОПК-2.2 Способен представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать** предметную область, категориальный аппарат, структуру, уровни и функции физики атомного ядра и элементарных частиц. Студент должен усвоить, каким образом основные постулаты квантовой механики, специальной теории относительности и обобщение экспериментального материала приводят к построению феноменологической теории и к описанию конкретных физических ситуаций. Студент должен также понимать роль физических принципов и законов симметрии в природных явлениях. При этом особое внимание уделяется экспериментальному обоснованию модельных представлений.

**уметь** правильно пользоваться методами классической механики, электромагнитной теории, оптики и простейшими представлениями из квантовой механики, алгебры и теории групп. Именно, студент должен уметь использовать релятивистские кинематические законы сохранения, вариационный принцип наименьшего действия, квантово-механическую теорию момента количества движения, вычислять средние значения наблюдаемых на основе использования простых волновых функций.

**владеть** (быть в состоянии продемонстрировать) *знаниями* базовых концепций и понятий классической теории скалярного, векторного и спинорного полей, принципов релятивистской и калибровочной инвариантности теории.

**приобрести опыт деятельности:** приобретения и использования знаний основных законов физики атомного ядра и частиц в оценке конкретных ситуаций, возникающих в образовательной, профессиональной деятельности и повседневной жизни.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

##### 4.1 Содержание разделов дисциплин

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Физика атомного ядра и элементарных частиц», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	4
<i>Физика ядра</i>				
1	Введение.	Основные этапы развития физики атомного ядра и частиц. Масштабы явлений микромира.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
2	Свойства атомных ядер.	Размеры ядер. Магнитный момент и изоспин ядра. Ядро как совокупность протонов и нейтронов. Распределение заряда в ядре. Масса и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
3	Модели атомных ядер.	Капельная модель. Вклады в энергию связи ядра объемной, поверхностной и кулоновской энергий. Модель Ферми-газа. Энергия симметрии. Оболочечная модель ядра. Магические ядра. Вычисление магнитных моментов ядер. Резонансный метод определения магнитных моментов ядер. Обобщенная модель ядра. Несферические ядра. Колебательные и вращательные состояния. Модель пяти-мерного ротатора.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
4	Радиоактивность.	Стабильные и радиоактивные ядра. Закон радиоактивного распада. Виды распада: $\alpha$ - распад, $\beta$ -распад, $\gamma$ -излучение, эффект Мёссбауера. Устойчивость ядер относительно малых деформаций. Спонтанное де-	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т

		ление тяжелых ядер. Цепная реакция. Радиоактивные семейства.		
5	Свойства ядерных сил.	Модель Юкавы, $\pi$ -мезоны. Обобщенный принцип Паули. Волновая функция дейтона. Обменный и тензорный характер ядерных сил. Мезонная теория нуклон- нуклонного взаимодействия.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
6	Ядерные реакции.	Кинематика, сечение и каналы реакций. Законы сохранения момента количества движения, изоспина, четности в ядерных реакциях. Модель составного ядра. Резонансные реакции. Формула Брейта- Вигнера. Прямые ядерные реакции. Реакции срыва и подхвата. Реакции под воздействием $\gamma$ -квантов. Гигантский резонанс	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
7	Взаимодействие ядерного излучения с веществом.	Прохождение электронов и ионов через вещество. Ионизационные потери, тормозное излучение, излучение Вавилова-Черенкова. Прохождение $\gamma$ -квантов и нейтронов через вещество. Детекторы ядерных излучений: газонаполненные, сцинтилляционные и полупроводниковые детекторы. Трековые детекторы: ядерной эмульсии, камера Вильсона, пузырьковая камера. Биологическое действие ядерных излучений.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
8	Основы ядерной энергетики и ядерной медицины.	Конструкция реактора на тепловых. Запасающие нейтроны. Йодовая яма. Реактор на быстрых нейтронах. Управляемый термоядерный синтез. Магнитное удержание плазмы. Пинч. Установка Токомак. Лазерный термояд. Ускорители протонов: линейный ускоритель, циклотрон и фазотрон. Нарботка короткоживущих и ультракороткоживущих изотопов для эмиссионной томографии. Протонная терапия.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
<i>Физика элементарных частиц и взаимодействий</i>				
1	Введение.	Эксперименты по рассеянию электронов ГэВ - ой энергии на ядрах. Распределение заряда в нуклонах, партонная модель. Общие представления о кварках, лептонах и барионах и их квантовых числах. Векторные бозоны как переносчики взаимодействий. Диаграммы Фейнмана.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
2	Фермионы.	Античастицы. Безмассовые фермионы	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т

		- вейлевское нейтрино, спиральность. Нейтральные и заряженные токи. Дискретные симметрии. Пространственная инверсия. Зарядовая четность. Обращение времени. Несохранение зарядовой и пространственной четности. Эксперимент Ву с кобальтом-60. Нарушение СР инвариантности в распадах К - мезонов. СРТ-инвариантность		
3	Кварковая модель адронов.	Странность, s-кварк. Группа $SU(3)_f$ . Октет и синглет мезонов $3 \times 3 = 8 + 1$ . Декуплет и октеты барионов. Разложение $3 \times 3 \times 3 = 10 + 8 + 8 + 1$ . Волновая функция барионов в рамках $SU(3)_f \times SU(2)$ . Магнитные моменты протона и нейтрона в рамках кварковой модели.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
4	Понятие цвета.	Группа $SU(3)_c$ . Цветовые волновые функции барионов и глюонов. Антиэкранирование цвета. Асимптотическая свобода и конфайнмент кварков. Тяжелые кварки c, b и их связанные состояния.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
5	Непрерывные и дискретные симметрии и законы сохранения в мире частиц.	Пространственная инверсия. Зарядовое сопряжение. Зарядовая четность. Обращение времени. Несохранение зарядовой и пространственной четности в слабых взаимодействиях. Комбинированная СР четность и ее нарушение в распадах каонов. СРТ-инвариантность.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
6	Стандартная модель электрослабых взаимодействий - СМ.	Калибровочные поля и векторные бозоны для группы $SU(2) \times U(1)$ . Угол Вайнберга. Хиггсовские бозоны и механизм генерации масс в бозонном и фермионном секторах СМ.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
7	Ускорители протонов высоких энергий.	Экспериментальное определение параметров СМ. Открытие векторных бозонов $W^\pm, Z$ . Открытие t кварка. Открытие бозона Хиггса на ускорителе LHC.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
8	Великое объединение.	Поведение констант взаимодействий при увеличении энергии. Лептоны и кварки в мультиплетах группы $SU(5)$ . Промежуточные X и Y бозоны. Эксперименты по поиску распада протона. Представление о минимальном суперсимметричном расширении стандартной модели. Поиск нейтрино, чаргино и s-кварков на LHC.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т

9	Космические лучи - состав, энергия и происхождение.	Этапы эволюция ранней Вселенной. Закон расширения Хаббла. Реликтовое излучение. Космологический нуклеосинтез в горячей Вселенной. Нуклеосинтез в звёздах. Нейтронные звезды. Сверхновые. Распространенность химических элементов.	ОПК-2	ДЗ, К, РК, Т
---	---	---	-------	--------------

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

#### 4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины Б1.Б.14.06 «Физика атомного ядра и элементарных частиц» составляет 4 зачётные единицы, всего 144 часа, 48-часов лекции, 32 часа практические занятия, 37 часов самостоятельная работа, 27 часов контрольные занятия.

**Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа)**

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	6 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость в зач. ед. (час.)</b>	<b>4(144)</b>	<b>4(144)</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>102</b>	<b>102</b>
Лекции (Л)	51	51
Практические занятия (ПЗ)	51	51
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинарские занятия (СЗ)	—	—
<b>Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:</b>	<b>15</b>	<b>15</b>
Курсовая работа (КР)		
Реферат (Р)		
Контрольная работа (К)		
Самостоятельное изучение разделов		
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины (лекционные занятия)

**Таблица 3. Лекционные занятия**

№ раз-дела	Тема
1	2
1	Введение в курс. Открытие атомного ядра. Общие понятия о ядре. Опыт Резерфорда. Модель атома Томсона и Резерфорда. Эффективное сечение. Формула Резерфорда. Рассеяние $\alpha$ – частиц на ядре $^{208}\text{Pb}$ . Волны де Бройля. Дифракционная картина рассеяния. Рассеяние электронов на ядрах. Опыты Хофштадтера. Формула Мотта. Форм-фактор. Распределение заряда в ядре. Распределение заряда в нуклоне и размер нуклона.
2	Ядерный парк. NZ-диаграмма стабильных и долгоживущих ядер. Масса и энергия



	связи ядра. Энергия отделения нуклона. Удельная энергия связи. Модель жидкой капли. Формула Вайцзеккера. Объемная, поверхностная и кулоновская энергии.
3	Модель Ферми-газа. Энергия симметрии. Роль принципа Паули. Зависимость $Z$ от $A$ для стабильных ядер. Эффект спаривания. Четно- четные, нечетные и нечетно-нечетные ядра. Вклад различных видов энергии в полную энергию ядра.
4	Оболочечная модель ядра. Магические числа. Ядро как пространственный ротатор. Квантовые характеристики ядерных состояний.
5	Квадрупольный момент ядра. Сверхтонкое расщепление. Магнитные моменты ядер. Модель Шмидта. Экспериментальное определение магнитных моментов. Ядерный магнитный резонанс. ЯМР в медицине.
6	Колебательные уровни четно- четных сферических ядер. Ядро как пятимерный осциллятор. Обобщенная модель ядра. Несферические ядра. Вращательные уровни четно- четных несферических ядер. Реальный ядерный спектр.
7	Общие закономерности радиоактивного распада. Виды распада. Радиоактивность. Прохождение $\alpha$ – частиц через барьер. Центробежный барьер. Закон Гейгера-Неттала. Правила отбора при $\alpha$ – распаде.
8	$\beta$ – Распад. Нейтрино. Слабое взаимодействие. $\beta^{\pm}$ – Распад. $K$ – Захват. Дорожка стабильности. Переходы Ферми. Переходы Гамова- Теллера. Запрещенные переходы. Распад. Эффект Мёссбауера. Применение эффекта Мёссбауера для измерения естественной ширины линий. Конверсия электронов. Резонансные переходы.
9	Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Ионизационные потери тяжелых заряженных частиц. Ионизационные потери и тормозное излучение для электронов. Ионизационная камера. Прохождение фотонов через вещество. Фотоэффект. Эффект Комптона. Рождение пар.
10	Радиоактивное семейство. Трансурановые элементы. Критерии устойчивости ядра в рамках капельной модели. Барьер деления. Спонтанное деление атомных ядер.
11	Изоспин. Изоспин ядра. Зеркальные ядра. Двухнуклонная система. Обобщенный принцип Паули. Нуклон – нуклонное взаимодействие. Спиновая зависимость ядерных сил. Обменное взаимодействие. Нуклон – нуклонное рассеяние. Мезонная теория нуклон- нуклонного взаимодействия.
12	Дейтрон- связанное состояние в $n$ - $p$ - системе. Волновая функция дейтрона. Квадрупольный и магнитный моменты дейтрона
13	Ядерные реакции. Сечение и каналы ядерных реакций. Кинематика ядерных реакций. Энергия реакции. Порог реакции. Законы сохранения момента, четности и изоспина.
14	Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Импульсная и энергетическая диаграммы для неупругого рассеяния. Теорема взаимности.
15	Реакции под воздействием нейтронов. Вращательные уровни четно-четных несферических ядер. Колебательные уровни четно-четных сферических ядер. Реальный ядерный спектр.
16	Прямые ядерные реакции. Реакции срыва и подхвата. Оптическая модель ядра. Фотоядерные реакции. Гигантский резонанс
17	Элементарные частицы. Современные ускорители. Некоторые сведения об элементарных частицах. Экспериментальное исследование структуры частиц. Теории в физике частиц. Типы взаимодействий частиц. Константы и радиусы взаимодействий. Диаграммы Фейнмана для электромагнитных взаимодействий. Кванты других полей. Фундаментальные бозоны.
18	Систематика частиц. Фундаментальные частицы. Барионы и мезоны. Основные узлы фундаментальных взаимодействий. Кварковые диаграммы. Законы сохра-

	нения в мире частиц. Барионное и лептонное квантовые числа. Странность. Частицы-античастицы. Сильные взаимодействия. Адроны. Правило Нака-но-Нишиджимы—Гелл-Манна. Кварки. Кварковая структура легчайших барионов и мезонов. Кварковые атомы. Декуплет барионов с $J^P = 3/2^+$ . Распады $\Delta$ -резонансов. Кварковая диаграмма нуклон-нуклонного взаимодействия. Об изоспине фотона и четности лептонов.
19	Трудности простой кварковой модели. Новое квантовое число «цвет». Барионы и мезоны как наборы цветных кварков. Глюоны. Квантовая хромодинамика (КХД). Обобщение принципа Паули. Структура волновой функции бариона в КХД. Сравнение КЭД и КХД. Экранировка и антиэкранировка заряда. Асимптотическая свобода. Внутри протона
20	Отсутствие кварков в свободном состоянии. Эксперименты, подтверждающие наличие кварков в адронах. Тяжелые кварки — $c$ , $b$ , $t$ .
21	Слабые взаимодействия. Лептонные заряды. Типы нейтрино. Слабые распады. Константа слабого взаимодействия. Заряженные и нейтральные слабые токи. Закон сохранения четности. Р-симметрия. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Спиральность.
22	Зарядовое сопряжение. СР-преобразование. Зарядовая четность. Истинно нейтральные каоны $K_L^0$ и $K_S^0$ . Обращение времени. Нарушение СР-инвариантности. СРТ-теорема. Первые этапы объединения взаимодействий. Константы взаимодействий. Пропагатор. Переопределение константы слабого взаимодействия. Сбегающиеся константы. Великое объединение. Распад протона и другие предсказания теорий Великого объединения. Поколения фундаментальных фермионов. Нейтрино. Суперсимметрия.
23	Вселенная. Свидетельства Большого взрыва. Первые мгновения Вселенной. Дозвездный синтез ядер. Барионная асимметрия. Отсутствие антивещества во Вселенной. Инфляция. Звездная эра. Ядерные реакции в звездах. Заключительные стадии жизни звезд. Сверхновые. Конечные этапы эволюции Вселенной. Космические лучи
24	Элементы классической теории поля для скалярной частицы. Скалярное поле: действие, функция Лагранжиана, уравнение движения (уравнение Клейна-Фокка-Гордона). Разбиение решения на отрицательно- и положительно- частотные части. Тензор энергии и импульса для скалярного поля.
25	Элементы классической теории поля для фермионов. Уравнение Дирака. Сопряженное уравнение Дирака. Лагранжиан спинорного поля. Решение свободного уравнения Дирака. Частицы. Античастицы. Решение уравнения Дирака для безмассовой частицы. Нейтрино. Спиральность. СРТ-преобразование.

#### 4.4. Содержание дисциплины (лабораторные занятия)

По лабораторным занятиям составлена отдельная рабочая программа «Общий физический практикум по физике атомного ядра и элементарных частиц»

#### 4.5 Содержание дисциплины (практические занятия)

**Таблица 4. Практические занятия**

№ занятия	№ раздела	Тема
1	2	3
1	1	Волны де Бройля и дифракционное рассеяние частиц на ядрах
2	2	Опыт Резерфорда. Эффективное сечение.
3	3	Сложение моментов количества движения. Спины атомных ядер.
4	4	Магнитный дипольный и электрический квадрупольный моменты ядер. Орбитальный и спиновый магнетизм. Форма атомных ядер

5	5	Энергия связи ядер. Энергии отделения нуклонов. Формула Вайцзеккера.
6	6	Радиоактивный распад ядер. $\alpha$ , $\beta$ и $\gamma$ – распад
7	7	Деление атомных ядер.
8	8	Ядерные реакции. Кинематика, порог, встречные пучки.
9	9	Ядерные реакции. Законы сохранения момента количества движения, четности и изоспина.
10	10	Модель ядерных оболочек.
11	11	Элементарные частицы. Классификация и законы сохранения.
12	12	Кварковая структура адронов. Кварковые диаграммы.
13	13	Цвет. Глюоны. Алгебра элементарных частиц.
14	14	Слабые взаимодействия и распады.
15	15	Ядерные реакции в звездах.

#### 4.6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

**Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины**

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	10
1	Радиоактивность: $\alpha$ – радиоактивность, $\gamma$ – $\beta$ – распад, $\gamma$ – излучение ядер	10
2	Ядерные реакции, законы сохранения энергии, импульса и квантовых чисел.	10
2	Элементарные частицы, пороги рождения элементарных частиц.	7

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются **текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация (смотри распределение баллов в Приложении № 2).**

**Оценочные материалы для текущего контроля.** Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

**Текущий контроль** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, написание докладов, рефератов, эссе, дискуссии.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

**Устный** опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Физика атомного ядра и элементарных частиц». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

**5.1.1. Оценочные материалы: Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины (контролируемая компетенция ОПК-3)**

**Коллоквиум № 1**

1. Опыт Резерфорда. Состав и размер ядер.
2. Масса и энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов.
3. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядра.
4. Квадрупольный электрический момент и форма атомного ядра.
5. Спиновый и орбитальный ядерный магнетизм. Ядерный магнетон.
6. Законы радиоактивного распада ядра.
7. Альфа-распад. Кулоновский и центробежный барьеры.
8. Бета-распад. Экспериментальное обнаружение нейтрино.
9. Гамма-излучение ядер. Электрические и магнитные гамма-переходы.
10. Дейтрон - связанное состояние нейтрона и протона.
11. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия.
12. Мезонная теория ядерных сил.
13. Модель ядерных оболочек.
14. Одночастичные и коллективные возбуждения ядра.

**Коллоквиум № 2**

1. Ядерные реакции (законы сохранения, кинематика).
2. Механизмы ядерных реакций. Прямые реакции. Составное ядро.
3. Синтез и деление ядер.
4. Систематика частиц. Адроны, лептоны, калибровочные бозоны.
5. Законы сохранения в мире частиц.
6. Частицы и античастицы.
7. Резонансные частицы.
8. Электромагнитные взаимодействия. Структура нуклона.
9. Изоспин частиц и ядер. Изоспиновые мультиплеты.
10. Странность. Рождение и распад странных частиц.
11. Сильные взаимодействия. Кварки. Глюоны. Цвет.
12. Кварковая структура адронов. Барионы. Мезоны.
13. Возбужденные состояния нуклона.
14. Слабые взаимодействия. Промежуточные бозоны.
15. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
16. Слабые распады лептонов и кварков.

**Коллоквиум № 3**

1. Нейтрино и антинейтрино. Спиральность.
2. Пространственная инверсия. Р-четность.
3. Зарядовое сопряжение. Зарядовая (С) четность. СР-инверсия.
4. Обращение времени. СРТ-теорема.
5. Объединение взаимодействий. Нестабильность протона.
6. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах.

***В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:***

***3балла***, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение физических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

**2балла**, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «3», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

**1 балл**, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

**0 баллов**, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия.

### ***5.1.2. Оценочные материалы: типовые задачи на практических занятиях (контролируемая компетенция ОПК-2):***

1. Вычислить дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра  $^{16}\text{O}$ . Масса атома водорода  $m(\text{H}^1) = 1,00783$  а.е.м.; масса нейтрона  $m_n = 1,00867$  а.е.м.; масса атома кислорода  $m(\text{O}^{16}) = 15,99492$  а.е.м.;  $Z = 8$ ;  $A = 16$ .

2. Ядро, состоящее из 92 протонов и 143 нейтронов, выбросило  $\alpha$ -частицу. Какое ядро образовалось при  $\alpha$ -распаде? Определить дефект массы и энергию связи образовавшегося ядра.

3. В какой элемент превращается  $^{92}_{28}\text{U}$  после трех  $\alpha$ -распадов и двух  $\beta$ -распадов?

4. Период полураспада  $^{276}_{60}\text{Co}$  равен примерно 5,3 года. Определить постоянную распада и среднюю продолжительность жизни атомов этого изотопа.

5. Сколько ядер, содержащихся в 1 г трития  $^3\text{H}$ , распадается за среднее время жизни этого изотопа?

6. Активность изотопа углерода  $^{14}_6\text{C}$  в древних деревянных предметах составляет  $4/5$  активности этого изотопа в свежесрубленных деревьях. Период полураспада изотопа  $^{14}_6\text{C}$  равен 5570 годам. Определить возраст древних предметов.

7. Определить начальную активность  $A_0$  радиоактивного магния  $^{27}_{12}\text{Mg}$  массой  $m = 0,2$  мкг, а также активность  $A$  по истечении времени  $t = 1$  ч. Предполагается, что все атомы изотопа радиоактивны.

**Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задания):**

«отлично» (5 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (3 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1-2 баллов) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

**5.2. Оценочные материалы для рубежного контроля.** Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и про-

водится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику**.

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

**5.2.1. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемая компетенция ОПК-3). Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1249>**

*Тест* – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Имеется банк тестов, прошедший экспертизу. Банк содержит более 300 тестов. Тестирование студентов проводится 3 раза в семестр по расписанию. Коллоквиум проводится 3 раза.

***Задание {{ 7 }} яд.физ-7 КТ=2; МТ=;***

Когда говорят, что спин частицы равен  $J$ , то имеют в виду:

- : значение модуля вектора спина.
- : максимальное возможное значение проекции спина.
- : среднее по модулю значение проекции спина.
- : число возможных проекций спина.

***Задание {{ 9 }} яд.физ-9 КТ=2; МТ=;***

Модуль вектора спина ядра равен:

- :  $(2J + 1) \hbar$
- :  $\hbar J$
- :  $\hbar [J(J+1)]^{1/2}$
- :  $\hbar J(J^2+1)^{1/2}$

***Задание {{ 12 }} яд.физ-12 КТ=3; МТ=;***

Проекция спина  $J$  принимает значения:

- :  $J$
- :  $+J$
- :  $-J, -J+1, \dots, J-1, J$
- :  $-J, -J+1/2, -J+1, \dots, J-1/2, J$

***Задание {{ 76 }} яд.физ-76 КТ=1; МТ=;***

Соотношение между энергиями связи протона ( $E_p$ ) и нейтрона ( $E_n$ ) в ядре:

- :  $E_p > E_n$
- :  $E_p < E_n$
- :  $E_p = E_n$
- : возможны 1 и 2

**Задание {{ 77 }} яд.физ-77 КТ=2; МТ=;**

Ядро, для которого энергия связи протона равна энергии связи нейтрона:

- :  ${}^2\text{H}$
- :  ${}^{17}\text{O}$
- :  ${}^4\text{He}$
- :  ${}^{12}\text{C}$

**Задание {{ 78 }} яд.физ-78 КТ=2; МТ=;**

Ядро, для которого энергия связи нейтрона равна энергии связи ядра:

- :  ${}^2\text{H}$
- :  ${}^{17}\text{O}$
- :  ${}^4\text{He}$
- :  ${}^{12}\text{C}$

**Задание {{ 80 }} яд.физ-80 КТ=1; МТ=;**

Энергии связи нестабильных ядер:

- : меньше нуля
- : больше нуля
- : равна нулю
- : возможны 1 и 2

**Задание {{ 81 }} яд.физ-81 КТ=2; МТ=;**

Энергия связи изотопов данного элемента:

- : растет с ростом числа нуклонов
- : не меняется
- : уменьшается с ростом числа нуклонов
- : возможны 1 и 3

**Задание {{ 108 }} яд.физ-108 КТ=2; МТ=;**

Энергия связи протона в ядре  ${}^{12}_6\text{C}$  через энергии связи ядер  ${}^{12}_6\text{C}$  и  ${}^{11}_5\text{B}$  ( $E_{\text{св}}({}^{12}\text{C}) = 92,16$  МэВ,  $E_{\text{св}}({}^{11}\text{B}) = 76,2$  МэВ) равна (в МэВ):

- : 12,15
- : 15,96
- : 18,57
- : 20,68

**Задание {{ 109 }} яд.физ-109 КТ=2; МТ=;**

Энергия связи нейтрона в ядре  ${}^{12}_6\text{C}$  через энергии связи ядер  ${}^{12}_6\text{C}$  и  ${}^{11}_6\text{C}$  [ $E_{\text{св}}({}^{12}\text{C}) = 92,16$  МэВ,  $E_{\text{св}}({}^{11}\text{C}) = 73,44$  МэВ] равна (в МэВ):

- : 18,72
- : 16,38
- : 20,56
- : 14,53

**Задание {{ 110 }} яд.физ-110 КТ=3; МТ=;**

Энергия связи нейтрона в ядре  $^{13}_6\text{C}$  через энергии связи ядер  $^{12}_6\text{C}$  и  $^{13}_6\text{C}$  [ $E_{\text{св}}(^{12}\text{C}) = 92,16$  МэВ,

$E_{\text{св}}(^{13}\text{C}) = 97,11$  МэВ] равна (в МэВ):

: 7,95

: 6,16

: 5,45

: 4,95

**Задание {{ 113 }} яд.физ-113 КТ=2; МТ=;**

При малой деформации ядра энергия связи:

: увеличивается за счет поверхностной энергии и уменьшается за счет кулоновских сил;

: уменьшается за счет поверхностной энергии и кулоновских сил;

: увеличивается за счет поверхностной энергии и кулоновских сил;

: уменьшается за счет поверхностной энергии и увеличивается за счет кулоновских сил;

**Задание {{ 124 }} яд.физ-124 КТ=2; МТ=;**

Число протонов, которое может содержать вторая оболочка ядра:

: 4

: 6

: 8

: 10

**Задание {{ 125 }} яд.физ-125 КТ=2; МТ=;**

Число нейтронов, которое может содержать третья оболочка ядра:

: 6

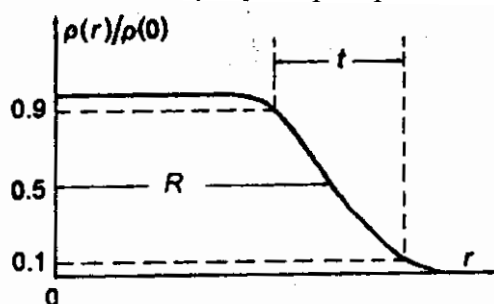
: 8

: 10

: 12

**Задание {{ 167 }} яд.физ-167 КТ=3; МТ=;**

Показанное на рисунке распределение заряда в ядре получается из экспериментов по:



: рассеянию на ядре быстрых электронов;

: рассеянию на ядре  $\alpha$ -частиц;

: рассеянию на ядре медленных электронов;

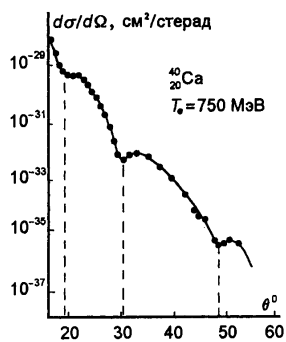
: рассеянию на ядре нейтронов;

**Задание {{ 168 }} яд.физ-168 КТ=2; МТ=;**

На рисунке приводятся результаты рассеяния электронов с энергией

$T=750$  МэВ на ядре  $^{40}_{20}\text{Ca}$ . Из этого рисунка можно определить:

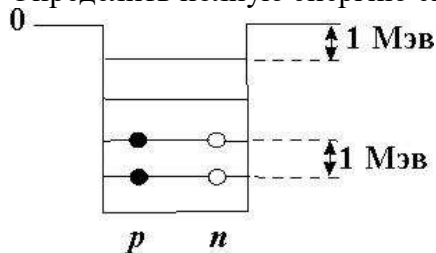




- : радиус ядра;
- : спин ядра;
- : магнитный момент ядра;
- : квадрупольный момент ядра;

**Задание {{ 171 }} яд.физ-171 КТ=2; МТ=;**

Определить полную энергию связи ядра в модели, показанной на рисунке:



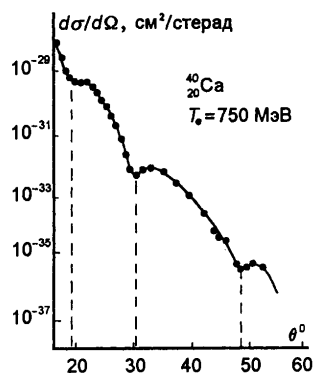
- : 14
- : 10
- : 12
- : 16

**Задание {{ 169 }} яд.физ-169 КТ=3; МТ=;**

На рисунке приводятся результаты рассеяния электронов с энергией

$T=750$  МэВ на ядре  $^{40}_{20}\text{Ca}$ . Синусы углов, соответствующих дифракционным минимумам,

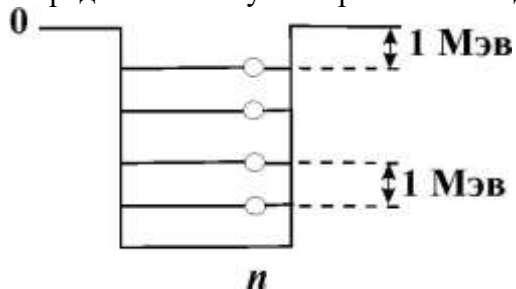
относятся как:



- : как целые числа;
- : как квадраты целых чисел;
- : каждый раз возрастают в  $e$  раз;
- : как корни из целых чисел;

**Задание {{ 172 }} яд.физ-172 КТ=1; МТ=;**

Определить полную энергию связи ядра в модели, показанной на рисунке:



- : 14
- : 10
- : 12
- : 16

**Задание {{ 117 }} яд.физ-117 КТ=2; МТ=;**

Если ядро углерода  $^{12}_6\text{C}$  ( $E_{\text{св}} = 92,16$  МэВ) поглощает тепловой нейтрон ( $E_n = 0,025$  ЭВ), то энергия возбуждения составного ядра  $^{13}_6\text{C}$  ( $E_{\text{св}} = 97,11$  МэВ) равна (в МэВ):

- : 3,95
- : 4,95
- : 5,94
- : 9,54

**Задание {{ 118 }} яд.физ-118 КТ=3; МТ=;**

Ядро  $^{236}_{94}\text{Pu}$  ( $E_{\text{св}} = 1788,42$  МэВ) поглощает тепловой нейтрон ( $E_n = 0,025$  ЭВ), при этом конечное ядро  $^{237}_{94}\text{Pu}$  ( $E_{\text{св}} = 1794,28$  МэВ) образуется в возбужденном состоянии с энергией (в МэВ):

- : 6,84
- : 5,86
- : 8,66
- : 7,86

**Задание {{ 119 }} яд.физ-119 КТ=2; МТ=;**

Энергия возбуждения ядра  $^{24}_{11}\text{Na}$  ( $E_{\text{св}} = 193,52$  МэВ), возникающего при захвате ядром  $^{23}_{11}\text{Na}$  ( $E_{\text{св}} = 186,56$  МэВ) теплового нейтрона, равна (в МэВ):

- : 7,56
- : 9,56
- : 6,96
- : 5,96

#### **Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

- (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;
- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 –69% от общего объема заданных тестовых заданий;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.
- (1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.

### **5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации** **(контролируемая компетенция ОПК-2)**

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

#### **5.3.1. Вопросы к экзамену по дисциплине контролируемая компетенция ОПК-2**

1. Опыт Резерфорда. Состав и размер ядер.
2. Масса и энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов.
3. Формула Вайцзеккера для энергии связи ядра.
4. Квадрупольный электрический момент и форма атомного ядра.
5. Спиновый и орбитальный ядерный магнетизм. Ядерный магнетон.
6. Законы радиоактивного распада ядра.
7. Альфа-распад. Кулоновский и центробежный барьеры.
8. Бета-распад. Экспериментальное обнаружение нейтрино.
9. Гамма-излучение ядер. Электрические и магнитные гамма-переходы.
10. Дейтрон - связанное состояние нейтрона и протона.
11. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия.
12. Мезонная теория ядерных сил.
13. Модель ядерных оболочек.
14. Одночастичные и коллективные возбуждения ядра.
15. Ядерные реакции (законы сохранения, кинематика).
16. Механизмы ядерных реакций. Прямые реакции. Составное ядро.
17. Синтез и деление ядер.
18. Систематика частиц. Адроны, лептоны, калибровочные бозоны.
19. Законы сохранения в мире частиц.
20. Частицы и античастицы.
21. Резонансные частицы.
22. Электромагнитные взаимодействия. Структура нуклона.
23. Изоспин частиц и ядер. Изоспиновые мультиплеты.
24. Странность. Рождение и распад странных частиц.
25. Сильные взаимодействия. Кварки. Глюоны. Цвет.
26. Кварковая структура адронов. Барионы. Мезоны.
27. Возбужденные состояния нуклона.
28. Слабые взаимодействия. Промежуточные бозоны.
29. Несохранение четности в слабых взаимодействиях.
30. Слабые распады лептонов и кварков.
31. Нейтрино и антинейтрино. Спиральность.
32. Пространственная инверсия. Р-четность.
33. Зарядовое сопряжение. Зарядовая (С) четность. СР-инверсия.
34. Обращение времени. СРТ-теорема.
35. Объединение взаимодействий. Нестабильность протона.
36. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах.

**Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:**

**«отличный (высокий) уровень компетенции»** (25-30 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

**«хороший (нормальный) уровень компетенции»** (20-24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительный (минимальный пороговый) уровень компетенции»** (15-19 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

**«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции»** (менее 15 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач

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

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

*первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

*вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины « Физика атомного ядра и элементарных частиц» в 6-м семестре является экзамен.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих Приложение № 2. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

**Критерии оценки качества освоения дисциплины**

**Оценка «отлично»– от 91 до 100 баллов** – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов** – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердое знания ос-

нового (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

**Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов** – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала

**Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов** – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

**Форма контроля** -промежуточная аттестация - экзамен (6 семестр).

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ОПК-3 представлены в таблице 7.

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3).

*Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке*

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
<b>ОПК-2.1</b> <i>Составляет отчеты по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных результатов</i>	<b>Знать:</b> законы физики атомного ядра и элементарных частиц на основе понимания законов и моделей механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма и оптики а также законов и моделей теоретической механики, теории колебаний и волн, атомной физики; знать методы теоретических и экспериментальных исследований в физике атомного ядра и элементарных частиц для решения профессиональных задач, включая физику конденсированного состояния вещества. <b>Использовать</b> полученные знания для составления отчетов по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных результатов	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.)

	<p><b>Умеет:</b> решать конкретные задачи физика атомного ядра и элементарных частиц, понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию в этой области; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики атомного ядра и элементарных частиц.</p>	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые задачи на рейтинг (раздел 5.1.2)
	<p><b>Владеет:</b> физическими и математическими методами получения обработки и анализа информации в области физика атомного ядра и элементарных частиц.</p>	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.)
<p><b>ОПК-2.2</b> <i>Способен представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций</i></p>	<p><b>Знать:</b> способы и методы представления результатов исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций на основе знания законов физики атомного ядра и элементарных частиц. Использовать полученные знания для представления результатов исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций</p>	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.)
	<p><b>Умеет:</b> представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций на основе знания законов физики атомного ядра и элементарных частиц и умения решать конкретные задачи физика атомного ядра и элементарных частиц, понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию в этой области. Уметь пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физики атомного ядра и элементарных частиц.</p>	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые задачи на рейтинг (раздел 5.1.2)

	<p><b>Владеет:</b> методами представления результатов исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций на основе знания законов физики атомного ядра и элементарных частиц, владения физическими и математическими методами получения обработки и анализа информации в области физика атомного ядра и элементарных частиц.</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.)</p>
--	--	--

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 07.08.2014 N 937 (ред. от 20.04.2016) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 25.08.2014 N 33805)

### 7.2 Основная литература

1. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 398 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-00439-7.
2. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Михайлов М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2011.— 94 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8306.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Часть 2. Элементарные частицы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Михайлов М.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2013.— 28 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58212.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Репетитор по физике. Ядерная физика. Элементарные частицы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2016.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80392.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### 7.3 Дополнительная литература

1. Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц / И.М. Капитонов. - М.: Физматлит, 2010. - 512 с.. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. В 5 т. Т. 5. Атомная и ядерная физика, стер / Д.В. Сивухин. - М.: Физматлит, 2008. - 784 с.
2. Мухин, К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра: Учебник / К.Н. Мухин. - СПб.: Лань, 2009.
3. Окунь, Л.Б. Элементарное введение в физику элементарных частиц / Л.Б. Окунь. - М.: Физматлит, 2009. - 128 с.
4. Ракобольская, И.В. Ядерная физика / И.В. Ракобольская. - М.: Красанд, 2014. - 248 с
5. Ишханов Б.С. Радиоактивность. Учебное пособие— Москва : Университетская книга, 2011.
6. А.И. Абрамов, Ю.А. Казанский, Е.С. Матусевич, Основы экспериментальных методов ядерной физики, М., Энергоатомиздат, 1985.
7. Д. Худсон, Статистика для физиков, «МИР», М., 1967.

8. Лабораторные занятия по физике / Под редакцией Л.Л.Гольдина – М., "Наука", 1983. – 703.
9. Геворкян Р.Г. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1979. – С. 517-527.
10. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989. – С. 400-408.
11. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1997. – С. 367-374.
12. Савельев И.З. Курс общей физики. – М.: Высшая школа, 1997. – Т.5. С. 300-307.
13. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики. – М.: Наука, 1974. – Т.2. С.189-193.
14. Капитонов И.М. введение в физику ядра и частиц. – М.: Удиторил УРСС, 2002.
15. Валантен Л. Субатомная физика. – Т.1,2. –М.: Мир, 1986

#### 7.4 Интернет-ресурсы

1. <http://elibrary.ru>
2. [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. [www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>
8. <http://www.isiknowledge.com/>

*общие информационные, справочные и поисковые:*

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

#### Электронные ресурсы

##### Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2023-2024 уч.г.)

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное	Полный доступ
2.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> <a href="http://www.medcollege.ru">http://www.medcollege.ru</a>	ООО «Консультант студента» (г. Москва) Договор №750КС/07-2022 От 26.09.2022 г. Активен до 30.09.2023г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
3.	«Электронная библиотека технического»	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №849КС/03-2023	Полный доступ (регистрация по



	вуза» (ЭБС «Кон-сультант студента»)			от 11.04.2023 г. Активен до 19.04.2024г.	IP-адресам КБГУ)
4.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №41ЕП/223</b> от 14.02.2023 г. Активен до 15.02.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
5.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://ru.sneb.ru/">https://ru.sneb.ru/</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
6.	ЭБС «IPSMART»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №75/ЕП-223</b> от 23.03.2023 г. Активен до 02.04.2024г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «IPSMART» (ЭОР РКИ)	Тематическая коллекция «Русский язык как иностранный» Издательские коллекции: «Златоуст»; «Русский язык. Курсы»; «Русский язык» (Курсы УМК «Русский язык сегодня» - 6 книг)	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a> <a href="http://www.ros-edu.ru/">http://www.ros-edu.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Москва) <b>Договор №142/ЕП-223</b> от 18.05.2023 г. срок предоставления лицензии: с 01.06.2023 по 01.06.2024	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
8.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://ura.it.ru/">https://ura.it.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №305/ЕП-223</b> От 27.10.2022 г. Активен до 31.10.2023	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
9.	ЭБС «Юрайт» для ВО	Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://ura.it.ru/">https://ura.it.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №44/ЕП-223</b> От 16.02.2023 г. Активен с 01.03.2023 г. по 29.02.2024 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ

11.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Бессрочный	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214)
-----	--	---	---	--	--

### 7.5. Периодические издания

1. Изв. РАН. Серия физическая,
2. Математические заметки
3. Успехи физических наук.
4. Ядерная физика

#### Основные публикации автора по теме данного курса

В реферируемых журналах:

1. Beloshitski V.V., Kumakhov M.A., Khokonov A.Kh. Radiation energy loss of high energy electrons channeling in thick single crystals. Nucl. Inst. Meth. B. – 1991. – V.62. – P.207-212.
2. Белошицкий В.В., Хоконов А.Х. О поляризационных характеристиках излучения позитронов при каналировании в сложных кристаллах. Доклады академии наук СССР. 1995. Т.342. №2. С.177-179.
3. Хоконов А.Х., Бозиев А.Б. Об эволюции вектора состояния в потенциале инстантонного типа. Ядерная физика. Письма в редакцию. 1995. Т.58. С.766-767.
4. Хоконов А.Х., Масаев М.Б., Савойский Ю.В. О количественном определении концентрации радона методом гамма-спектрометрии аэрозольных фильтров. Приборы и техника эксперимента 2009. № 1 С.142-144.
5. Petkov V.B., Dzhabpuev D.D., Khokonov A.Kh. , et.al. Carpet-3 - a new experiment to study the primary composition around the knee. Nuclear Phys.B (Proc. Suppl.)2009,V.196, P. 371-374 2009
6. Хоконов А.Х., Савойский Ю.В., Камарзаев А.В. Чувствительность и эффективность регистрации нейтронов  $^3\text{He}$  и  $^{10}\text{BF}_3$ -счетчиками. Ядерная физика. 2010. Том 73, №9. С. 1528-1532.
7. Хоконов А.Х., Масаев М.Б., Савойский Ю.В., Камарзаев А.В. Установка для мониторинга радона в воздухе методом аэрозольных фильтров. Приборы и техника эксперимента, 2010, № 3, с.123-126.
8. Хоконов А.Х., Кочкаров М.М., Ильгашев В.С. Первые результаты нейтронного мониторинга на пике Терскол. Известия РАН. Серия физическая, 2011, том 75, №6, с.934-935.

### 7.6 Методические указания к лекционным и практическим занятиям

Преподаватель должен проводить занятия в подготовленной для этого аудитории. Он должен быть подготовлен к занятию, иметь план или конспект лекций.

В лекционной аудитории преподаватель должен пользоваться доской для изложения материала, описания схем, рисунков, таблиц. По возможности необходимо использование наглядных пособий и аудиовизуальных средств.

Преподаватель должен быть дружелюбен к студентам. Он должен быть требовательным не только к студентам, но и к самому себе, тем самым завоевывая у студентов авторитет и уважение.

Материал должен логически последовательно излагаться и содержать элементы новизны. Речь должна быть правильной и точной. Темп чтения лекции должен быть естественным. Лектор должен помочь студентам понять логику построения конкретного учебного материала, выделять главное и обращать внимание студентов на физический смысл получаемых результатов и физических величин.

Преподаватель должен предоставить студентам источники дополнительной информации по дисциплине. Литературу целесообразно делить на основную и дополнительную.

Преподаватель должен поощрять вопросы от студентов и грамотно отвечать на эти вопросы.

Проводя семинарские и лабораторно-практические занятия, преподаватель должен работать над углублением и закреплением лекционного материала, получением студентами умений и навыков, предусмотренных учебной программой.

Перед тем, как начать решение задач на **практическом занятии** в аудитории, необходимо провести опрос по данной теме, выписать со студентами на доске необходимые формулы, разъяснить их суть, размерности величин, и только затем начинать решение задач.

На занятиях по **физпрактикуму** перед началом выполнения лабораторных работ необходимо опросить каждого студента по вопросам **допуска** к лабораторным работам, по установкам и приборам, соблюдению правил техники безопасности. К концу занятия студенты должны представить предварительные результаты, полученные согласно требованиям обработки результатов измерений.

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

### **8.1. Требования к материально-техническому обеспечению**

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

Вычислительная среда MathLab: номер лицензии 40811750;

#### **свободно распространяемые программы:**

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

### **8.2 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования (ауд. 145 ГК). В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
  2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
    - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ невидимого доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
    - задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
    - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
  3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
    - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
    - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
  4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
    - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
    - по желанию студента экзамен проводится в устной форме.
- Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочей программе дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: «Физика конденсированного состояния вещества»)

на 20\_\_ – 20\_\_ учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики

Протокол №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ /М.Х. Хоконов/ \_\_\_\_\_  
*подпись* *расшифровка подписи* *дата*

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0 б.	0 б.	0 б.	0 б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад )	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

**ТЕКУЩИЙ И РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ**

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
6	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

**ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ**

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
6	<p>Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.</p> <p>Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся допускает грубые ошибки, дает неверную оценку ситуации и решено менее 50 % задач.</p>	<p>Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса.</p> <p>Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.</p>	<p>Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.</p> <p>Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся показывает твердые знания материала, грамотно его излагает, но допускает незначительные неточности в процессе решения задач, решено 70% задач</p>	<p>Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. При решении задач показывает глубокие знания материала, свободно использует необходимые формулы при решении задач, решено 100% задач</p>

