

**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**

**СОГЛАСОВАНО**

**Руководитель образовательной  
программы**

\_\_\_\_\_ **М.Х. Хоконов**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор Института физики и  
математики**

\_\_\_\_\_ **Б.И. Кунижев**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«ПРОХОЖДЕНИЕ ЧАСТИЦ ЧЕРЕЗ ВЕЩЕСТВО»**

Направление подготовки

**03.03.02 Физика**

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки:

**“Медицинская физика”**

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

**Нальчик 2021**

Рабочая программа дисциплины «Прохождение частиц через вещество» / сост. М.Х. Хоконов – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2021. - 34 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль “Медицинская физика” 7 семестра, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. N 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г. N 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)	5
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	8
	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания	16
6.	знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	18
7.1.	Нормативно-законодательные акты	18
7.2.	Основная литература	18
7.3.	Дополнительная литература	20
7.4.	Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)	20
7.5.	Интернет-ресурсы	21
7.6.	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсу проектированию и другим видам самостоятельной работы	23
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	27
9.	Приложения	29

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

Курс «Прохождение частиц через вещество» преследует цель дать представление о вопросах, имеющих отношение к физике процессов, сопровождающих прохождение заряженных частиц через вещество. Область охватываемых энергий – от нескольких КэВ до сотен МэВ. Курс включает прохождение через различные среды нерелятивистских протонов, ионов и релятивистских электронов. Рассматриваются такие процессы как многократное рассеяние, энергетические потери, тормозное излучение, каскадные процессы.

Актуальность темы обусловлена ключевой ролью указанных явлений в понимании работы детекторов заряженных частиц, методов радиационной защиты, влияния облучения на свойства твёрдых тел (включая полупроводники) и т.д.

**Задачами курса являются** научить студентов:

понимать фундаментальные принципы, лежащие в основе физики взаимодействия заряженных частиц с веществом;

понимать классификацию процессов взаимодействия по Бору;

быстро делать численные оценки параметров задачи (угловые распределения, энергетические потери и т.д.);

ориентироваться в современной научной литературе по данной проблеме.

Студенты должны уяснить приближения, используемые в теории, знать и понимать основные уравнения, описывающие процессы прохождения частиц через вещество.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП**

Дисциплина «Прохождение частиц через вещество» входит в вариативную часть дисциплин по выбору студента Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС 3++

для очной формы обучения учебного плана направления подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика».

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

Дисциплина направлена на формирование следующей компетенции:

ПКС-1.1 Способен использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем

ПКС-1.2 Способен применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний

ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- предметную область, категориальный аппарат, структуру дисциплины "Прохождение частиц через вещество";
- основные достижения физики на данный момент и понимать фундаментальные принципы, лежащих в основе современных физических представлений о механизмах прохождения частиц через конденсированные и биологические среды;
- разделы классической механики и электродинамики как уравнения движения, движение в центральном силовом поле, импульсное (малоугловое) приближение;
- основные уравнения и выводы нерелятивистской квантовой механики атома (уравнение Томаса-Ферми, метод самосогласованного поля, и др.)

**Уметь:**

- свободно дифференцировать и интегрировать элементарные функции, иметь представления об основных спецфункциях и дифференциальных уравнениях, при том имея представления об уравнениях в частных производных типа волнового уравнения и уравнения диффузии (т.е. гиперболического и параболического типов).

- делать количественные оценки величин, характеризующих прохождение: характерные углы рассеяния и потери энергии, сечения сопровождающих процессов, кинетика процессов прохождения частиц через вещество, понимать результаты экспериментов и правильно их анализировать.

**владеть (быть в состоянии продемонстрировать)**

- *знанием* базовых концепций и понятий физических процессов в прохождении заряженных частиц через вещество, включая биологические среды;

*умением* количественно оценивать порядки величин, характеризующих явления, связанные с прохождением заряженных частиц через вещество.

Реализация компетенции ПКС-2 предполагает ориентацию на мировые достижения в данной области знаний. Эту компетенцию предполагается реализовать с использованием преимуществ договора с Институтом физики и астрономии Орхусского университета в Дании от 08.12.2015 (Aarhus University). В рамках этого договора КБГУ уже много лет участвует в международной коллаборации NA63 в ЦЕРНе (CERN - Европейский Центр ядерных исследований) по исследованию электромагнитных процессов в сильных внешних полях. К этим исследованиям активно привлекаются студенты и аспиранты КБГУ.

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

**Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля), перечень оценочных средств и контролируемых компетенций**

№ раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции и (или ее части)	Форма текущего контроля <sup>1</sup>
1	Классическое резерфордское рассеяние. Импульсное приближение. Условие применимости классической механики в задачах о упругом рассеянии на кулоновском центре по Н.Бору.	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК
2	Влияние экранировки на резерфордское рассеяние. Классический и квантовый аспекты рассеяния.	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК
3	Область квантовых резонансов. Диаграммы Бора.	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК
4	Одиночное, кратное и многократное рассеяние быстрых заряженных частиц в аморфном веществе. Теория Мольера. Диффузионное приближение	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК
5	Классическая теория энергетических потерь в веществе (теория Н.Бора).	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК
6	Прохождение рентгеновских и гамма квантов через вещество.	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК

<sup>1</sup> 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.

7	Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения.	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК
8	Фоновые дозы облучения и их происхождение. Летальные дозы.	ПКС-1	ДЗ, К, Т, О, РК

Курс предусматривает 4 з.е. и 144 часов общих трудозатрат, 56 аудиторных часа, 28 часов лекций, 28 часов практических занятий, и 79 часов самостоятельной работы и 9 часов контроль. Промежуточная аттестация - зачёт (7 семестр бакалавриата). Рубежный контроль в рамках рейтинговой системы КБГУ на основе соответствующего Положения, компьютерное тестирование на основе тестов, разработанных автором.

### Структура дисциплины (модуля) «Прохождение частиц через вещество»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость (в зачетных единицах)</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
<i>Лекции (Л)</i>	28	28
<i>Практические занятия (Семинарские занятия)</i>	14	14
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:		79
Расчетно-графическое задание	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Реферат (Р)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Эссе (Э)	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
Контрольная работа (КР)	<i>Не предусмотрена</i>	<i>Не предусмотрена</i>
Самостоятельное изучение разделов	57	57
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)	<i>Не предусмотрен</i>	<i>Не предусмотрен</i>
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Классическое резерфордовское рассеяние. Малоугловое (импульсное) приближение. Обобщение на релятивистский случай в малоугловом приближении.
2.	Условие применимости классической механики в задачах о упругом рассеянии на кулоновском центре по Н.Бору. Параметр Бора.
3.	Влияние экранировки на резерфордовское рассеяние в условиях <i>слабой</i> экранировки
4.	Дифференциальное сечение рассеяния в первом борновском приближении. Угол дифракции на атоме.
5.	Влияние экранировки на резерфордовское рассеяние в условиях <i>сильной</i> экранировки. Классический и квантовый аспекты для этого случая.
6.	Область квантовых резонансов (для положительно и отрицательно заряженных частиц). Сферически симметричное квантовое рассеяние.

7.	Обзор результатов по упругому рассеянию заряженных частиц на атомах (анализ Н.Бора).
8.	Классификация результатов по рассеянию в терминах двух параметров - параметра классичности и параметра экранировки.
9.	Одинокое, кратное и многократное рассеяние быстрых заряженных частиц в аморфном веществе. Качественная теория Н.Бора.
10.	Среднеквадратичный угол многократного рассеяния. Условия применимости распределения Гаусса. Описание ``хвоста" в угловом распределении для относительно тонких мишеней. Анализ экспериментальных результатов.
11.	Интегральное кинетическое уравнение для углового распределения быстрых заряженных частиц в аморфном веществе и его решение. Теория Мольера. Диффузионное приближение.
12.	Классическая теория энергетических потерь в веществе. (Теория Н.Бора). Область применимости теории.
13.	Прохождение рентгеновских и гамма квантов через вещество.
14.	Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения. Летальные дозы.

*Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)*

№ п/п	Тема
1.	Расчёт сечений классического рассеяния Резерфордского типа. Импульсное малоугловое приближение. Проработка навыков применения условия классичности Бора к конкретным задачам.
2.	Изучение влияния экранировки на Резерфордское рассеяние в аморфных средах. Анализ дифференциального сечения рассеяния в первом Борновском приближении. Расчёты дифракции на атоме в различных условиях.
3.	Проработка качественной картины рассеяния в области квантовых резонансов (для положительно и отрицательно заряженных частиц), где не применимо первое Борновское приближение. Сферически симметричное квантовое рассеяние.
4.	Анализ диаграмм Бора и обзор результатов по упругому рассеянию заряженных частиц на атомах. Классификация результатов по рассеянию в терминах двух параметров - параметра классичности и параметра экранировки. Развитие навыков и умения пользоваться диаграммами Бора для произвольных мишеней и параметров налетающих заряженных частиц.
5.	Теория кратного и многократного рассеяния быстрых заряженных частиц в аморфном веществе. Качественная теория Н.Бора. Расчёты среднеквадратичного угла многократного рассеяния в различных средах. Отработка умения пользоваться условием применимости распределения Гаусса. Описание ``хвоста" в угловом распределении для относительно тонких мишеней.
6.	Решение интегрального кинетического уравнения Мольера с помощью преобразования Фурье-Бесселя.
7.	Прохождение рентгеновских и гамма квантов через вещество. Расчёт поглощения рентгеновских лучей в костной ткани.
8.	Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения. Летальные дозы. Опыт Чернобыльской аварии 1986 г.

Практические занятия по данному курсу преследуют две цели - решение задач, связанных с техникой расчётов в теории прохождения частиц через вещество, а также

доработка деталей теории, излагаемой на лекциях, что должно в большой степени скомпенсировать отсутствие единого учебника и систематизировать тем самым материал, изложенный в многочисленных монографиях и научных статьях.

*Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены*

№ п/п	Тема

*Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)*

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Метод расчёта сечений рассеяния в импульсном приближении.
2.	Представление взаимодействия для уравнения Шредингера в задачах рассеяния и энергетических потерь. Теория возмущений до членов второго порядка
3.	Классификация результатов по рассеянию в терминах двух параметров - параметра классичности и параметра экранировки. Развитие навыков и умения пользоваться диаграммами Бора для произвольных мишеней и параметров налетающих заряженных частиц.
4.	Методы теории вероятностей для анализа кратного и многократного рассеяния быстрых заряженных частиц в аморфном веществе..
5.	Метод Монте-Карло в задачах прохождения частиц через вещество.
6.	Метод Фурье-Бесселя в задачах прохождения частиц через вещество
7.	Прохождение рентгеновских и гамма квантов через вещество.
8.	Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения. Летальные дозы. Фоновые дозы облучения и их происхождение.

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

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные критерии «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих критериев 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.***

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

***Текущий контроль*** успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины включает: ответы на теоретические вопросы на семинаре, решение практических задач и выполнение заданий на семинарском занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок, дискуссии.



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

**5.1.1. Вопросы по темам дисциплины**  
**(контролируемая компетенция ПКС-1):**

Классическое резерфордское рассеяние.  
Малоугловое (импульсное) приближение.  
Обобщение на релятивистский случай в малоугловом приближении.  
Условие применимости классической механики в задачах о упругом рассеянии на кулоновском центре по Н.Бору.  
Параметр Бора.  
Влияние экранировки на резерфордское рассеяние в условиях *слабой* экранировки  
Дифференциальное сечение рассеяния в первом борновском приближении.  
Угол дифракции на атоме.  
Влияние экранировки на резерфордское рассеяние в условиях *сильной* экранировки.  
Классический и квантовый аспекты для этого случая.  
Область квантовых резонансов (для положительно и отрицательно заряженных частиц).  
Сферически симметричное квантовое рассеяние.  
Обзор результатов по упругому рассеянию заряженных частиц на атомах (анализ Н.Бора).  
Классификация результатов по рассеянию в терминах двух параметров - параметра классичности и параметра экранировки.  
Одинокое, кратное и многократное рассеяние быстрых заряженных частиц в аморфном веществе.  
Качественная теория Н.Бора.  
Среднеквадратичный угол многократного рассеяния.  
Условия применимости распределения Гаусса.  
Описание ``хвоста" в угловом распределении для относительно тонких мишеней.  
Анализ экспериментальных результатов.  
Интегральное кинетическое уравнение для углового распределения быстрых заряженных частиц в аморфном веществе и его решение.  
Теория Мольера. Диффузионное приближение.  
Классическая теория энергетических потерь в веществе. (Теория Н.Бора). Область применимости теории.  
Прохождение рентгеновских и гамма-квантов через вещество.  
Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения. Летальные дозы.  
Фоновые дозы облучения и их происхождение.

***Критерии формирования оценок (оценивания)***

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

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

5 баллов, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное 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.

3-4 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

1-2 балла, 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 «5», «4», «3» 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 для выполнения докладов по дисциплине** **(контролируемая компетенция ПКС-2):**

**Доклад** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы

#### ***Темы докладов:***

1. Излучение при каналировании.
2. Переходное излучение.
3. Излучение быстрых частиц в пространственно однородной среде.
4. Ионизационные потери быстрых частиц в веществе в нерелятивистском случае.
5. Ионизационные потери быстрых частиц в веществе в релятивистском случае.
6. Излучение Вавилова-Черенкова.
7. Классическая теория переходного излучения.
8. Сечения рассеяния и сечения ядерного торможения атомов.
9. Соотношение теории и эксперимента по многократному рассеянию ионов.
10. Классическая теория торможения Бора.
11. Квантовая теория торможения Бёте.
12. Теория торможения быстрых ионов Блоха.
13.  $Z^3$  - эффект тормозной способности быстрых заряженных частиц в веществе.
14. Энергетические потери быстрых лёгких ионов в электронной плазме.
15. О некоторых теориях энергетических потерь ускоренных ионов в веществе.
16. Неупругие потери энергии быстрых тяжёлых ионов в веществе.
17. Флуктуации энергетических потерь быстрых заряженных ионов в веществе.
18. Сечение потери и захвата электронов быстрыми ионами в веществе.
19. Равновесное зарядовое распределение быстрых ионов в веществе.
20. Уравнение Линдхарда-Шарфа-Шиотта (ЛШШ) для пробега ионов в аморфных телах.

21. Приближённые методы расчётов пробегов ионов.
22. О некоторых кинетических уравнениях в теории прохождения частиц через вещество.
23. Неупругие столкновения быстрых электронов с атомами- квантовый подход.
24. Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов.
25. Рассеяние нейтронов.
26. Доклад Чернобыльского форума 2005 г. о последствиях аварии на Чернобыльской АЭС.

***Требования к докладу:***

Общий объём доклада 10-15 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20 мм. Абзацный отступ – 1,25; рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль.

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц. Уровень оригинальности текста – 50%.

***Критерии оценки доклада:***

«отлично» (3 балла) ставится, если обучающийся проявил инициативу, творческий подход, способность к выполнению сложных заданий, организационные способности. Отмечается способность к публичной коммуникации. Документация представлена в срок. Полностью оформлена в соответствии с требованиями

«хорошо» (2 балла) – обучающийся достаточно полно, но без инициативы и творческих находок выполнил возложенные на него задачи. Документация представлена достаточно полно и в срок, но с некоторыми недоработками

«удовлетворительно» (1 балл) – обучающийся выполнил большую часть возложенной на него работы. Допущены существенные отступления. Документация сдана со значительным опозданием (более недели). Отсутствуют отдельные фрагменты.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – обучающийся не выполнил свои задачи или выполнил лишь отдельные несущественные поручения. Документация не сдана.

**5.2. *Оценочные материалы для рубежного контроля***  
**(контролируемые компетенции ПКС-1):**

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится 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 в течение 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. Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины**  
**(контролируемая компетенция ПКС-1):**

**Коллоквиум № 1**

1. Классическое резерфордское рассеяние на кулоновском силовом центре.
2. Малоугловое (импульсное) приближение в теории рассеяния.
3. Релятивистский случай в малоугловом приближении теории тассеяния.
4. Условие применимости классической механики в задачах о упругом рассеянии на кулоновском центре по Н.Бору.
5. Параметр Бора в теории рассеяния.
6. Случай слабой экранировки при резерфордском рассеяний.
7. Случай сильной экранировки при резерфордском рассеяний.
8. Дифференциальное сечение рассеяния в первом борновском приближении.
9. Угол дифракции заряженной частицы на атоме.

**Коллоквиум № 2**

10. Классический и квантовый аспекты рассеяния в условиях экранировки.
11. Область квантовых резонансов.
12. Сферически симметричное квантовое рассеяние.
13. Обзор результатов по упругому рассеянию заряженных частиц на атомах
14. Диаграммы Бора в теории рассеяния.
15. Классификация результатов по рассеянию в терминах двух параметров - параметра классичности и параметра экранировки.
16. Одинокое, кратное и многократное рассеяние быстрых заряженных частиц в аморфном веществе.
17. Качественная теория Бора многократного рассеяния заряженных частиц.
18. Среднеквадратичный угол многократного рассеяния.

**Коллоквиум № 3**

19. Условие применимости распределения Гаусса в теории многократного рассеяния.
20. Описание степенного ``хвоста" в угловом распределении для относительно тонких мишеней.
21. Анализ экспериментальных результатов по угловым распределениям в толстых мишенях.
22. Интегральное кинетическое уравнение для углового распределения быстрых заряженных частиц в аморфном веществе и его решение.
23. Теория Мольера многократного рассеяния заряженных частиц.
24. Переход от интегрального уравнения Мольера к диффузионному приближению.
25. Классическая теория энергетических потерь в веществе. (Теория Н.Бора). Область применимости теории.
26. Прохождение рентгеновских и гамма-квантов через вещество.
27. Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения. Летальные дозы.
28. Фоновые дозы облучения и их происхождение.

**5.2.1. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине**  
**(контролируемая компетенция ПКС-1) Полный перечень тестовых заданий**  
**представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1262> :**

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

#### *Примеры компьютерных тестов*

(Все тесты составлены автором)

1. Сечение квантового рассеяния с экранировкой в первом борновском приближении

$$-: d\sigma = \frac{b^2}{16 \sin^4(\theta/2)} d\Omega$$

$$-: d\sigma = \frac{b^2}{4 \sin(\theta/2)} d\Omega$$

$$-: d\sigma = \sigma_0 \frac{d\Omega}{4\pi\zeta}$$

$$+: d\sigma = \frac{b^2}{16 [\sin^2(\theta/2) + (\theta_a/2)^2]^2} d\Omega$$

2. Условие классичности рассеяния

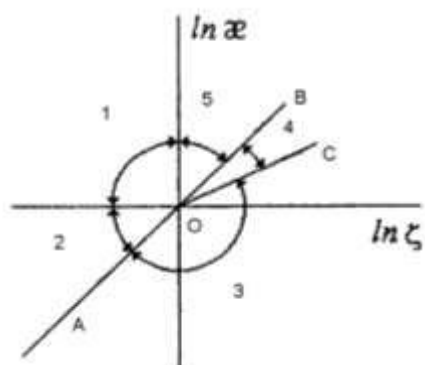
$$+: \frac{2Z_1Z_2e^2}{\hbar v} \ll 1$$

$$-: \frac{2Z_1Z_2e^2}{\hbar v} \ll 1$$

$$-: \frac{2Z_1Z_2e^2}{pv} \ll 1$$

$$-: \frac{2Z_1Z_2e^2}{pv} \ll 1$$

3. Область 1 на диаграмме соответствует



- + : классическому Резерфордскому рассеянию
- : квантовому Резерфордскому рассеянию
- : классическому сферически симметричному рассеянию
- : квантовому сферически симметричному рассеянию
- : зоне квантовых резонансов

4. Амплитуда рассеяния в 1-м Борновском приближении представления взаимодействия равна ( $k$  - нумерует начальное квантовое состояние)

$$- : c_m^{(1)}(t) = \int_0^t V_{mk}(\tau) d\tau$$

$$- : c_m^{(1)}(t) = \int_0^t V_{mk}(\tau) e^{-i\omega_{mk}\tau} d\tau$$

$$- : c_m^{(1)}(t) = \frac{1}{i\hbar} \int_0^t V_{mk}(\tau) e^{-i\omega_{mk}\tau} d\tau$$

$$+ : c_m^{(1)}(t) = \frac{1}{i\hbar} \int_0^t V_{mk}(\tau) e^{i\omega_{mk}\tau} d\tau$$

**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 ПКС-1):**

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

#### **Вопросы, выносимые на зачёт**

Контрольные вопросы для зачёта состоят из теоретической части из проверки навыков простых, но специфических вычислений, встречающихся в теории прохождения частиц через вещество. Отдельно проверяется степень усвоения материала, составляющего содержание курсовой работы. Защита реферата проводится в соответствии со стандартной. Написание реферата не является обязательным и не предусмотрен учебным планом.

1. Классическое Резерфордское рассеяние на кулоновском силовом центре.
2. Малоугловое (импульсное) приближение в теории рассеяния.
3. Релятивистский случай в малоугловом приближении теории рассеяния.
4. Условие применимости классической механики в задачах о упругом рассеянии на кулоновском центре по Н.Бору.
5. Параметр Бора в теории рассеяния.
6. Случай слабой экранировки при Резерфордском рассеянии.
7. Случай сильной экранировки при Резерфордском рассеянии.
8. Дифференциальное сечение рассеяния в первом Борновском приближении.
9. Угол дифракции заряженной частицы на атоме.
10. Классический и квантовый аспекты рассеяния в условиях экранировки.
11. Область квантовых резонансов.
12. Сферически симметричное квантовое рассеяние.
13. Обзор результатов по упругому рассеянию заряженных частиц на атомах
14. Диаграммы Бора в теории рассеяния.
15. Классификация результатов по рассеянию в терминах двух параметров - параметра классичности и параметра экранировки.
16. Одинокое, кратное и многократное рассеяние быстрых заряженных частиц в аморфном веществе.
17. Качественная теория Бора многократного рассеяния заряженных частиц.
18. Среднеквадратичный угол многократного рассеяния.
19. Условие применимости распределения Гаусса в теории многократного рассеяния.
20. Описание степенного "хвоста" в угловом распределении для относительно тонких мишеней.
21. Анализ экспериментальных результатов по угловым распределениям в толстых мишенях.
22. Интегральное кинетическое уравнение для углового распределения быстрых заряженных частиц в аморфном веществе и его решение.
23. Теория Мольера многократного рассеяния заряженных частиц.
24. Переход от интегрального уравнения Мольера к диффузионному приближению.
25. Классическая теория энергетических потерь в веществе. (Теория Н.Бора). Область применимости теории.
26. Прохождение рентгеновских и гамма-квантов через вещество.
27. Элементы дозиметрии. Эффективная доза облучения. Летальные дозы.
28. Фоновые дозы облучения и их происхождение.

#### *Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:*

Для получения зачёта студент должен набрать по сумме всех типов контроля 70 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. Если по итогам текущего и рубежного контроля успеваемости студент набрал баллов в пределах  $36 < (S_{\text{тек}} + S_{\text{руб}}) < 61$ , то он допускается к сдаче зачета. По итогам сдачи зачета он может повысить сумму баллов до 61 (не более), необходимых для получения зачета.

При показателях ниже от 36 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 зачёте студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

#### ***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).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, указанных в «Положении о рейтинговой системе КБГУ». В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания. (по желанию автора при необходимости)

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2.

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

#### ***Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 3)***

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является зачет.

В период подготовки к зачету студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на экзаменационные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в письменной / устной форме.

При проведении зачета в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов на зачет, доведенных до сведения студентов. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя. На подготовку ответа на билет отводится 40 минут.

При проведении письменного зачета на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного зачета выражается баллами.



Реализация компетенции ПКС-2 в определённой степени основана на использовании предпочтений многолетнего сотрудничества КБГУ с ведущими мировыми центрами, такими как Орхусский университет (Дания, см.выше), Национальная Ферми лаборатория США, ЦЕРН, Гакугей университет, Токио.

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

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</b>
<b>ПКС-1.1</b> Способен использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем	<b>Знать</b> Суть задач прохождения частиц через вещество и методы проведения научных исследований в этой области в сфере экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Такие знания способствуют проводить техническую верификацию и обслуживание приборов и экспериментальных установок в физике прохождения частиц через вещество, а также развивают способность использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем	Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; примерные темы доклада; типовые оценочные материалы к зачёту.
	<b>Уметь</b> использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем. Использовать понимание законов взаимодействия частиц с веществом для развития способности проводить научные исследования в этой области экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Использовать математические методы, законы теории вероятностей, классической механики и квантовой теории для решения конкретных задач	Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания

	прохождения, включая биологические среды.	
	<p><b>Владеть</b></p> <p>современные биофизические методы исследования и анализа живых систем с точки зрения воздействий на них ионизирующего излучения. Методами теории прохождения быстрых заряженных частиц через вещество способными проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.</p>	примерные темы докладов
<p><i>ПКС-1.2</i> Способен применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний</p>	<p><b>Знать</b></p> <p>Суть задач прохождения частиц через вещество и методы проведения научных исследований в этой области в сфере экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта на уровне, достаточном для проведения физико-технического обеспечения современных методов исследования, поведения теоретических расчётов и моделирования процессов прохождения частиц через вещество, включая биологическую материю. Такие знания способствуют навыкам применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса; типовые тестовые задания; примерные темы доклада; типовые оценочные материалы к зачёту.</p>
	<p><b>Уметь</b></p> <p>применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний, для чего необходимо использовать понимание законов взаимодействия частиц с веществом для развития способности проводить научные исследования в этой области</p>	<p>Оценочные материалы для самостоятельной работы типовые тестовые задания</p>

	экспериментальных и теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Использовать математические методы, законы теории вероятностей, классической механики и квантовой теории для решения конкретных задач прохождения.	
	<b>Владеть</b> Навыками применения полученных знаний для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний. Методами теории прохождения быстрых заряженных частиц через вещество способными проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта.	примерные темы докладов
ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования	Знать математические методы обработки результатов исследования	См. выше
	Уметь применять математические методы обработки результатов исследования	См. выше
	Владеть математическими методами обработки результатов исследования	См. выше

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить:

ПКС-1.1 Способен использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем

ПКС-1.2 Способен применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний

ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования

## 7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 7.1. Нормативно-законодательные акты

Приказ Минобрнауки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

## 7.2. Основная литература

1. Пахомов И.И. Квантовая теория излучения. Взаимодействие излучения с веществом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пахомов И.И., Хорохоров А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31423.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Чмерева Т.М. Задачи по радиационной физике [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Чмерева Т.М., Климова Т.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71273.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Пахомов И.И. Прохождение излучения через границу раздела однородных изотропных сред [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Пахомов И.И., Хорохоров А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006.— 42 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31202.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Ведринский Р.В. Квантовая теория рассеяния [Электронный ресурс]: учебник/ Ведринский Р.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2008.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46977.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Кащенко А.П. Физика твердого тела. Физика ядра. Ядерные реакции [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и домашним заданиям по дисциплинам: «Взаимодействие излучения с веществом», «Теоретическая физика», «Физические свойства твердых тел»/ Кащенко А.П., Строковский Г.С., Шарапов С.И.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015.— 20 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55674.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Либенсон М.Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть I. Поглощение лазерного излучения в твердых телах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2015.— 130 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65819.html>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Поляков Д.С. Методические рекомендации по выполнению практических заданий по курсу «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» (Часть 1. Поглощение излучения в твердых телах) [Электронный ресурс]/ Поляков Д.С., Шандыбина Г.Д., Яковлев Е.Б.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2016.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67265.html>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Едаменко О.Д. Защита от ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Едаменко О.Д., Ястребинский Р.Н., Черкашина Н.И.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70250.html>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Павленко В.И. Источники ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павленко В.И., Едаменко О.Д., Черкашина Н.И.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015.— 242 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70251.html>.— ЭБС «IPRbooks»

10. Либенсон М.Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть I. Поглощение лазерного излучения в твердых телах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2015.— 130 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65819.html>.— ЭБС «IPRbooks»
11. Либенсон М.Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть II. Лазерный нагрев и разрушение материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Либенсон М.Н., Яковлев Е.Б., Шандыбина Г.Д.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2014.— 181 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65820.html>.— ЭБС «IPRbooks»
12. Тарасенко Ю.Н. Ионизационные методы дозиметрии высокоинтенсивного ионизирующего излучения [Электронный ресурс]/ Тарасенко Ю.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26895.html>.— ЭБС «IPRbooks»
13. Бабенко С.П. Радиоактивность ядер. Взаимодействие  $\alpha$ - и  $\beta$ -излучений с веществом [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы Я-3 по курсу общей физики/ Бабенко С.П., Алиев И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31205.html>.— ЭБС «IPRbooks»
14. Кондратенко С.Г. Неопределенность измерений характеристик ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кондратенко С.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2009.— 18 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44351.html>.— ЭБС «IPRbooks»
15. Кондратенко С.Г. Метрология нейтронного излучения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кондратенко С.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2014.— 37 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44349.html>.— ЭБС «IPRbooks»
17. Кондратенко С.Г. Физические основы измерений характеристик ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: конспект лекций/ Кондратенко С.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2011.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/44310.html>.— ЭБС «IPRbooks»
18. Едаменко О.Д. Защита от ионизирующих излучений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Едаменко О.Д., Ястребинский Р.Н., Черкашина Н.И.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015.— 83 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70250.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### 7.3. Дополнительная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М., Теоретическая физика Т.3. Квантовая механика (нерелятивистская теория), "Физматлит", 2011
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра. "Лань", 2009
3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 3. Физика элементарных частиц. "Лань", 2009
4. Ципенюк Ю.М. Фундаментальные и прикладные исследования на микротроне. "Физматлит", 2009
5. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц: учебник. ФИЗМАТЛИТ, 2010 г.
6. Емельянов В.М., Тимошенко С.Л., Стриханов М.Н. Введение в релятивистскую ядерную физику. ФИЗМАТЛИТ, 2011 г.

7. Тугуз Ф.К., Хоконов М.Х., "Процессы рассеяния заряженных частиц в твердых телах", научно-методическое издание, 32 стр., Майкоп, 2001 г.
8. Стародубцев В.К., Романов Р.И. Прохождение частиц через вещество, Ташкент, 1962.
9. Бор Н. Прохождение атомных частиц через вещество. Москва, Иностранная литература, 1950.
10. Линдхард Й. Влияние кристаллической решётки на движение быстрых заряженных частиц. УФН, т.99, с.210, 1969.
11. Кумахов М.А., Комаров Ф.Ф. Энергетические потери и пробеги ионов в твёрдых телах, М., Минск, БГУ, 1979.
12. М.Х. Хоконов. Избранные вопросы физической кинетики. Нальчик, 1999. Рекомендовано УМО в качестве учебного пособия.
13. Калашников Н.П., Ремизович В.С., Рязанов М.И. Столкновения быстрых заряженных частиц в твёрдых телах. М., "Атомиздат", 1980.
14. Росси Б. Частицы больших энергий. Москва, Гостехиздат, 1955.
15. Тер-Микаелян М.Л. Влияние среды на электромагнитные процессы при высоких энергиях. Ереван, 1969.
16. Кольчужкин А.М., Учайкин В.В. Введение в теорию прохождения частиц через вещество. Москва, "Атомиздат", 1978 г.
17. Ахиезер А.И., Шульга Н.Ф. Электродинамика высоких энергий в веществе. Москва, "Наука", 1993.
18. Хоконов М.Х. Избранные вопросы физической кинетики (Кинетические уравнения). Нальчик, изд. КБГУ, 2008 г., 87 с. Рекомендовано УМС по физике УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений
19. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения): учебник. ФИЗМАТЛИТ, 2004
20. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.8 Электродинамика сплошных сред. "Физматлит", 2005.

#### 7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

#### 7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

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>.

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

**Перечень актуальных электронных информационных баз  
данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ  
(2021-2022 уч.г.)**

№п/ п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	<b>«Web of Science» (WOS)</b>	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	<a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a>	Компания <b>Thomson Reuters</b> <b>Сублицензионный договор</b> № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
2.	<b>Sciverse Scopus</b> издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Издательство «Elsevier. Наука и технологии» <b>Сублицензионный договор</b> № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	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»	Полный доступ

4.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2021 от 12.07.2021 г. Активен до 01.08.2022г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
5.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	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.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №310СЛ/08-2021</b> От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	<b>«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)</b>	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №288СЛ/04-2021</b> От 20.04.2021 г. Активен до 20.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	<b>ЭБС «Лань»</b>	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 №12ЕП/223</b> от 09.02.2021 г. Активен до 28.02.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)



8.	<b>Национальная электронная библиотека РГБ</b>	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/166 6-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
9.	<b>ЭБС «IPRbooks»</b>	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. Саратов) <b>Договор №7821/21</b> от 02.04.2021 г. Активен до 02.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	<b>ЭБС «Юрайт» для СПО</b>	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №192/ЕП-223</b> От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	<b>Polpred.com . Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	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
12.	<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.prlib.ru">http://www.prlib.ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)

#### *7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы*

Учебная работа по дисциплине состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 – Физика, профиль “Медицинская физика”.

Для подготовки к семинарским занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

#### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины для обучающихся***

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Необходимо уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины студенты: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят домашнее задание и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельную работу, участвуют при проведении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе студентов. Студент для полного освоения материала не должен пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы в соответствии с программой подготовки по данной дисциплине. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов семинарских занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по темам дисциплины. Студенты должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

#### ***Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции***

Во время лекционных занятий необходимо конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила, и приемы конспектирования лекций:

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категории и законы. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

### ***Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям***

Семинары – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Семинары способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. Целью семинарских занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных студентами на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов направлена на приобретение студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- самоорганизующую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство

самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

### ***Методические рекомендации по работе с литературой***

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

*Предварительное* чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

*Сквозное чтение* предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

*Выборочное* – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

*Аналитическое чтение* – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.
2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:
  - медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
  - выделить ключевые слова в тексте;
  - постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

## ***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;

**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».

**Специализированное компьютерное обеспечение дисциплины:**

1. LAMMPS - Molecular Dynamics Simulator

<https://lammps.sandia.gov/>

- используется нами в режиме параллельного программирования на многопроцессорных вычислительных кластерах;

2. Geant4 (версия 10.5, for GEometry ANd Tracking) is a platform for "the simulation of the passage of particles through matter"

<https://geant4.web.cern.ch/license/LICENSE.html>

- стандартный международный пакет Монте-Карло моделирования прохождения частиц через вещество;

3. PARMA – пакет программ расчёта спектров космических лучей в атмосфере: нейтронов, протонов, альфа-частиц, мю-мезонов, гамма квантов, электронов и позитронов (сотрудничество с ЮФУ, проф. Малышевский В.С.)

4. Хоконов М.Х., Тлячев В.Б. Программный комплекс расчета излучения заряда при каналировании "ARR.FOR". Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2015661450 от 28.10.2015

В научных целях помимо C++ нами широко используется FORTRAN (Fortran PowerStation версия: v4.0 PROFESSIONAL EDITION).

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 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, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

## Приложение 1

### ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Прохождение частиц через вещество» по направлению подготовки 03.03.02 – Физика; на \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /



Приложение 2

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п /п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1	<b>Посещение занятий</b>	<b>до 10 баллов</b>	<b>до 3 б.</b>	<b>до 3б.</b>	<b>до 4б.</b>
2	<b>Текущий контроль:</b>	<b>до 30 баллов</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>
	<b>Ответ на 5 вопросов</b>	<b>от 0 до 15 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>
	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	0б.	0б.	0б.	0б.
	<b>Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, заданий)</b>	<b>от 0 до 15 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>	<b>от 0 до 5 б.</b>
1	<b>Рубежный контроль</b>	<b>до 30 баллов</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>	<b>до 10 б.</b>
	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.
	<b>Итого сумма текущего и рубежного контроля</b>	<b>до 70баллов</b>	<b>до 23б.</b>	<b>до 23б</b>	<b>до 24б</b>
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	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

## Приложение 3

### Критерии оценки качества освоения дисциплины

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: <i>ПКС-1.1 Способен использовать современные биофизические методы исследования и анализа живых систем</i> <i>ПКС-1.2 Способен применять полученные знания для медико-биологических исследований состояния организма, причин возникновения заболеваний</i> <i>ПКС-1.3 Способен применять математические методы обработки результатов исследования</i>
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенции ПК-2, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.