

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)

«Введение в физику детекторов ионизирующих излучений в медицине»

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 «Введение в физику детекторов ионизирующих излучений в медицине» / составители Текуева Д.А.– Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2021. – 30 с.

Рабочая программа дисциплины предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль «Медицинская физика»), 5-го семестра 3 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

	с.
1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО.....	4
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	5
4. Содержание и структура дисциплины (модуля).....	6
4.1. Содержание разделов дисциплины.....	7
4.4. Самостоятельное изучение разделов дисциплины.....	11
5. Образовательные технологии.....	12
5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях.....	12
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	13
6.1. Организация текущего контроля успеваемости студентов.....	13
6.2. Вопросы к коллоквиумам и тестированиям.....	14
6.3. Итоговая аттестация (экзамен).....	15
6.4. Темы курсовых работ.....	16
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	17
7.1. Основная литература.....	17
7.2. Дополнительная литература.....	17
7.3. Интернет-ресурсы.....	19
7.4. Методические указания к лекциям и практическим занятиям.....	21
7.5. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий	22
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	23
8.1. Требования к материально-техническому обеспечению.....	23
8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	23
Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины	
Лист согласования рабочей программы дисциплины.....	

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели Целью дисциплины "Введение в физику детекторов ионизирующих излучений в медицине" является усвоение студентом особенностей экспериментальных методов ядерной физики, в первую очередь методов детектирования элементарных частиц.

Данный курс является вводным курсом по физике детекторов, предполагающем знание общей физики в объёме первых четырёх семестров, а также теоретической механики.

Задачи: Основная задача курса состоит в выработке у учащихся устойчивой последовательной системы знаний о ядерно-физических процессах, происходящих в детекторах элементарных частиц, способах и методах детектирования излучений; принципах работы детекторов; в выработке навыков работы на ядерно-физических установках.

Курс "Введение в физику детекторов ионизирующих излучений в медицине" изучает физические процессы, определяющие принципы работы и особенности функционирования основных типов детекторов частиц, применяемых в современном ядерно-физическом эксперименте. Для регистрации ионизационных излучений и продуктов ядерных реакций, для прецизионных измерений параметров, определяющих сорт и энергию частиц, их траекторные и временные корреляции, разработаны и описаны несколько основных типов детекторов. Студенты должны получить ясное представление об основных свойствах этих типов детекторов и усвоить материал о их применениях в главных направлениях работ, выполняемых на современных ядерно-физических установках. Полученные знания должны быть достаточными для самостоятельного ознакомления с оригинальными научными статьями, в том числе со свежими публикациями, посвященными новым результатам в области усовершенствования и создания новых детекторов. Изучив данный курс, студенты должны быть готовы участвовать в разработке, создании и наладке сложных систем детекторов, удовлетворяющих требованиям экспериментов, целью которых могут быть исследования механизмов ядерных реакций, структура ядер и др. При изучении данного курса предполагается наличие у студента знаний по основам ядерной и атомной физики, а также знание разделов курса общей физики (молекулярная физика, электричество и магнетизм, физика твердого тела).

Изучив материал данного курса, студент должен:

- 1) Представлять количественные характеристики физических процессов, имеющих место при прохождении через вещество ионизирующих частиц и ядер, гамма квантов, нейтронов и отражение этих процессов в принципах работы различных детекторов заряженных частиц, нейтронов, X лучей и гамма квантов;
- 2) Знать принципы работы, устройство и основные параметры современных детекторов: газовой ионизационной камеры, пропорционального счетчика, многопроволочной и дрейфовых камер, стримерных трубок, лавинных счетчиков, время-проекции камер, сцинтилляционных детекторов, полупроводниковых (кремниевых, алмазных, германиевых) детекторов, микро-канальных пластин, черенковских детекторах;
- 3) Понимать принципы работы с указанными типами детекторов, преимущества и ограничения возможностей отдельных детекторов для прецизионных измерений энергетических спектров частиц разных сортов (заряженных частиц, гамма квантов, нейтронов, тяжелых ядер), измерения скорости и получения прецизионных отметок времени прохождения частиц, измерения траекторий частиц, регистрации процессов множественного рождения частиц;
- 4) Получить представление о возможностях разработки новых модификаций детекторов частиц, отвечающих конкретным условиям экспериментов, выполняемых на пучках ускорителей частиц и физике космических лучей.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина " Введение в физику детекторов ионизирующих излучений в медицине " входит в профессиональный цикл ФГОС для очной формы обучения по направлению подготовки 03.04.02 "Физика" в 5 семестре и предполагает 4 з.е.

К исходным требованиям, необходимым для изучения данной дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин курсов

общей физики (физика атомного ядра и элементарных частиц) К исходным требованиям, необходимым для изучения данной дисциплины относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин курсов общей физики (физика атомного ядра и элементарных частиц)

В процессе изучения дисциплины «Введение в физику детекторов ионизирующих излучений в медицине» студенты имеют возможность ознакомиться с уникальным оборудованием, таким как:

1. Баксанский подземный сцинтилляционный телескоп (БПСТ) объемом 3000 куб. м на глубине более 300 м от поверхности.
2. Нагорная установка АНДЫРЧИ для регистрации широких атмосферных ливней, расположенная над БПСТ на площади 5*104 кв. м.
3. Комплекс наземных установок КОВЕР, включающий в себя Большой мюонный детектор, сцинтилляционный телескоп, нейтронный монитор и предназначенный для исследования жесткой компоненты космических лучей и ШАЛ.
4. Подземная лаборатория Галлий-германиевого нейтринного телескопа (ГГНТ) для детектирования солнечных нейтрино с мишенью из 60 тонн металлического галлия, расположенного на расстоянии 3,5 км от входа в тоннель.
5. Низкофоновые лаборатории на глубине 100, 600 и 4800 мвэ (3670 м вглубь горы).

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать каким образом, использовать детекторы ионизирующих излучений для решения возникающих в профессиональной деятельности ядерно-физических задач.

уметь формировать спектрометрические тракты для различных типов детекторов и методик их использования, в частности для временного анализа данных по схемам совпадений и антисовпадений.

владеть (быть в состоянии продемонстрировать) *знаниями* базовых концепций функционирования основных типов детекторов, а именно сцинтилляционных, полупроводниковых, газонаполненных и трековых.

навыками приобретения и использования новых знаний по ядерно-физическим методам в своей профессиональной деятельности.

Общая трудоемкость дисциплины.

Студент, освоивший данный предмет должен быть подготовлен к решению профессиональных задач в соответствии с указанной профессиональной деятельности, такими как научно-исследовательская деятельность (проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий); научно-инновационная деятельность (применение результатов научных исследований в инновационной деятельности).

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ПКС-2.2 представлены в таблице 1:

ПКС-2.2 Способен проводить физико-техническое обеспечение лучевой (радиационной) диагностики и терапии, ядерной медицины, дозиметрический контроль и радиационную безопасность

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.

Студент, успешно освоивший данный курс должен обладать следующими компетенциями:

Таблица 1. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
ПКС-2.2 Способен проводить физико-техническое обеспечение лучевой (радиационной) диагностики и терапии, ядерной медицины, дозиметрический контроль и радиационную безопасность	Знать: теоретические основы, основные понятия общей физики, необходимые для понимания работы и конструкции детекторов элементарных частиц: законы и модели механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики на уровне, достаточном для понимания атомных явлений; теоретические основы, основные понятия, законы и модели теоретической механики, теории колебаний и волн, методов теоретических и экспериментальных исследований, необходимых для решения профессиональных задач по элементарной физике детекторов. Эти знания сформируют первоначальные представления о физике детекторов на уровне, обеспечивающем способность проводить физико-техническое обеспечение лучевой (радиационной) диагностики и терапии, ядерной медицины, дозиметрический контроль и радиационную безопасность	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.-5.3.3.)
	Умеет: – понимать, излагать и критически анализировать базовую общефизическую информацию по физике детекторов частиц; – пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями общей физики, умеет применять её законы к физике детекторов	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые задачи на рейтинг (раздел 5.2.2.); типовые оценочные материалы к контрольной работе (раздел 5.2.1.)
	Владеет: – физическими и математическими методами получения, обработки и анализа информации в области физики детекторов, что позволит проводить физико-техническое обеспечение лучевой (радиационной) диагно-	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.-5.3.3.)

	стики и терапии, ядерной медицины, дозиметрический контроль и радиационную безопасность	
--	---	--

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа), экзамен.

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа)

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	5 семестр	Всего
Общая трудоемкость в зач. ед. (час.)	144	144
Контактная работа (в часах):	68	68
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинарские занятия (СЗ)	–	–
Самостоятельная работа (в часах), в том числе контактная работа:		
Самостоятельное изучение разделов	49	49
Подготовка и прохождение промежуточной Аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации		
Вид конечной аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание занятия

№ Заня- тия	Тема	Кол-во часов
1-4	<p>Физические процессы, лежащие в основе детекторов элементарных частиц</p> <p>Пробеги частиц и толщина рабочего слоя детектора. Измерение энергии и удельных потерь энергии частиц. Прямое измерение ионизационных потерь; измерение времени пролета. Калибровка шкалы энергии. Разрешающая способность при измерении энергии. Другие методы измерения энергии частиц. Особенности методов регистрации нейтронов и гамма квантов. Фон детекторов. Эксперименты на пучках ускорителей частиц и ядер. Регистрация редких событий радиоактивного распада, взаимодействий солнечных и космических нейтрино. Примеры применений детекторов ионизационных излучений в геологии, медицине, археологии. Примеры технических применений.</p>	8
5-8	<p>Процессы ионизации в детекторах с газовым наполнением</p> <p>Энергия, затрачиваемая на образование одной пары электрон-ион. Полный баланс энергии, выделенной при прохождении заряженной частицы через газовую среду. Энергия возбуждения и ионизации атомарных и молекулярных газов. Количество первичных пар и полное количество пар электрон-ион, образованных на 1 см пути минимально ионизирующей частицей. Уравнения, описывающие дрейф электронов и ионов под действием электрического поля в газе. Скорость дрейфа электронов и ионов. Подвижность. Время дрейфа. Длина свободного пробега, средняя энергия электронов и ионов, дрейфующих в газе. Диффузия зарядов при дрейфе. Рекомбинация. Электроотрицательные атомы и молекулы. Образование отрицательно заряженных ионов. Среднее время жизни свободных электронов. Эффект Рамзауэра. Увеличение скорости дрейфа электронов за счет оптимизации состава газовых смесей.</p>	8
9-10	<p>Ионизационные камеры</p> <p>Принцип работы ионизационной камеры. Величина и форма электрического сигнала. Допустимая скорость счета и шумы электроники при условии полного собирания заряда в камере. Формирование сигналов. Сетка Фриша. Разрешающая способность по энергии и максимальная скорость счета камеры с сеткой. Условия регистрации легких заряженных частиц, тяжелых ионов и осколков деления ионизационной камерой. Ионизационная камера с цилиндрической (сферической) геометрией электродов. Вторичная ионизация, зависимость её сечения от энергии электронов.</p>	4

№ Заня- тия	Тема	Кол-во часов
11-12	Взаимодействие электронов и мюонов больших энергий с веществом Особенности, связанные с прохождением электронов (и мюонов высокой энергии) через среду. Экстраполированная длина пробега электронов. Радиационная длина. Электромагнитные ливни.	4
13-14	Газоразрядные счетчики Счетчик Гейгера. Способы гашения разряда. Гасящие примеси газа в счетчиках Гейгера. Лавинный счетчик. Стримерные трубки. Наружный съём сигналов. Самогасящаяся мода работы стримерной трубки. Тонкостенные цилиндрические газовые пропорциональные камеры (straw tubes - "соломенные трубки").	4
15-16	Пропорциональные счетчики Газовое усиление, величина и форма сигнала в пропорциональном счетчике. Область пропорциональности. Определение координат частиц по времени дрейфа электронов. Время-проекционная камера. Работа камеры, помещенной в магнитное поле соленоида. Определение сорта частиц. Ионизационная камера как активная мишень, работающая на пучке частиц. Многоцелевые детекторные комплексы.	4
17-18	Пропорциональные камеры Принципы работы многопроволочной пропорциональной камеры, приводящие к существенному улучшению в определении времени прохождения и увеличению скорости счета частиц. Требования к точности изготовления электродов камеры. Эффективность регистрации частиц. Работа многопроволочной пропорциональной камеры в системах диагностики вторичных пучков частиц. Принцип катодного считывания. Дрейфовая камера. Проблема право-левой неоднозначности.	4
19-20	Газоразрядные счетчики Счетчик Гейгера. Способы гашения разряда. Гасящие примеси газа в счетчиках Гейгера. Лавинный счетчик. Стримерные трубки. Наружный съём сигналов. Самогасящаяся мода работы стримерной трубки. Тонкостенные цилиндрические газовые пропорциональные камеры (straw tubes - "соломенные трубки").	4
21-24	Сцинтилляционные детекторы и детекторы вторичных электронов Фотоэлектронные умножители (ФЭУ) и принципы работы. Спектральные характеристики фотокатодов ФЭУ, работа в области видимого света и ультрафиолета. Делители, съём сигналов с ФЭУ. Коэффициент умножения. Быстрые ФЭУ для получения временных отметок прохождения частиц. Неорганические сцинтилляторы, их основные физические характеристики (выходы и спектры длин волны световых квантов, время высвечивания, атомный номер вещества).	8

№ Заня- тия	Тема	Кол-во часов
	<p>Температурная зависимость выхода света сцинтилляторов. Технические характеристики: гигроскопичность, радиационная стойкость, механические свойства. Условия оптимизации сбора света на фотокатоде. Спектрометрия протонов и легких ядер (дейтронов, тритонов, ^3He, ^4He и др.) на основе сцинтилляторов CsI, BGO, GSO. Зависимость сцинтилляционной эффективности от величины удельной ионизации частиц. Детекторы протонов с энергией до 200 МэВ на основе сцинтилляторов CsI. Гамма-спектроскопия на основе сцинтилляторов NaI и CsI. Органические сцинтилляторы. Преобразование ультрафиолетовое излучение в видимый свет. Метод калориметра в применении для измерения энергии частиц в интервале ~ 1 ГэВ и выше. Применение микроканальных пластин и кремниевых фотодиодов для регистрации света в сцинтилляционных детекторах.</p>	
25-28	<p>Черенковские детекторы Излучение Черенкова. Выводы теории Тамма-Франка, существенные для работы черенковского детектора. Принципиальная схема детектора. Типы детекторов излучения Черенкова. Свойства радиаторов, применяемых в черенковских детекторах. Точность определения скорости частиц. Разделение частиц, различающихся по массе. Примеры: детектор кольцевого изображения (RICH), установки нейтринной обсерватории в Sudbury и космической лаборатории Камио-канде.</p>	8
29-30	<p>Полупроводниковые детекторы Электрический ток в полупроводнике, носители электричества. Решетка германия и кремния. Доноры и акцепторы. Образование и свойства p-n перехода. Основные характеристики полупроводниковых материалов (кремний, германий, алмаз). Энергия образования пары электрон-дырка. Напряженность поля в слое, свободном от носителей тока. Подвижность электронов и дырок. Поверхностно-барьерные и планарные детекторы. Кремниевый фотодиод. Применения планарных кремниевых детекторов и фотодиодов для спектрометрии заряженных частиц. Регистрация осколков деления, мертвый слой, применение фотодиодов. Радиационное повреждение полупроводниковых детекторов и предельные потоки заряженных частиц. Координатно-чувствительные кремниевые детекторы: резистивный слой и/или (микро)стриповые структуры. Дрейф лития, p-i-n кремниевые и германиевые детекторы. Свойства, достигнутые параметры и применения алмазных детекторов.</p>	4

№ Заня- тия	Тема	Кол-во часов
31-32	Применение детекторов в медицине Сцинтиграфия. Характеристики рентгеновского излучения. Свойства лучей. Радиоуклидная диагностика. Источники рентгеновского излучения и рентгеновская трубка (схема и принцип работы).	4
33-34	Применение детекторов в медицине Комбинированный ПЭТ/КТ сканер. ПЭТ. Лучевая диагностика. ОФЭКТ. Виды сигналов и спектров. Характеристика сигналов и спектров. Коллиматор. Гамма камера.	4

4.3. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ Раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Уравнения, описывающие дрейф электронов и ионов под действием электрического поля в газе.
2	Многократное рассеяние быстрых заряженных частиц в веществе. Теории Бора и Мольера.
1	Теория ионизационных потерь энергии Бёте-Блоха. Уравнение Ландау для функции распределения энергетических потерь.
2	Принцип работы ионизационной камеры. Величина и форма электрического сигнала. Сетка Фриша.
3	Ионизационная камера как активная мишень, работающая на пучке частиц.
4	Принципы работы многопроволочной пропорциональной камеры, приводящие к существенному улучшению в определении времени прохождения и увеличению скорости счета частиц.
5	Требования к точности изготовления электродов камеры.
6	Теория черенковского излучения Тамма-Франка. Факторы, существенные для работы черенковского детектора.
7	Принципиальная схема и типы черенковских детекторов. Свойства радиаторов, применяемых в черенковских детекторах.

8	Рассеяние и замедление быстрых нейтронов. Способы регистрации быстрых и тепловых нейтронов Нейтронный монитор НМ-64.
9	Система регистрации нейтронов на пике Терскол. Спектрометры времени пролета быстрых нейтронов.
10	Полупроводниковые рентгеновские и гамма детекторы. Поверхностно-барьерные полупроводниковые детекторы альфа частиц.
11	Свойства, достигнутые параметры и применения алмазных детекторов.

5. Образовательные технологии

Основным интерактивным средством при чтении данного курса является использование на практических занятиях индивидуального экспресс-тестирования студентов обучающего характера. Для проведения такого тестирования используется программа, использующая *.ast - формат тестовых заданий, подготовленных преподавателем. Используются компьютерные презентации. Широко используется интерактивная доска, а также оригинальные презентации ведущих учёных на основе лекций, прочитанных ими на ежегодной Баксанской молодёжной школе экспериментальной и теоретической физики для студентов КБГУ, МГУ, МИФИ, МФТИ и ЮФУ в рамках программы академической мобильности и обмена образовательными программами. В учебном процессе используются следующие образовательные технологии: по организационным формам: лекции, практические занятия, индивидуальные занятия, контрольные работы; по преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ- демонстрация учебного материала и др.) и проблемные, поисковые (анализ конкретных ситуаций ("casestudy"), решение учебных задач и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (деловые игры, взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов и др.); информационные, компьютерные, мультимедийные (работа с источниками сайтов академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций сообщений и доклад, работа с электронными обучающими программами и т.п.). При обучении дисциплине «Детекторы элементарных частиц» используется компетентностные и инновационные педагогические технологии и методы обучения, способствующие формированию у студентов способностей к инновационной геофизической деятельности, во взаимосвязи с принципами фундаментальности, профессиональной направленности и интеграции образования.

Компетентностный подход позволяет структурировать способности и выделять необходимые элементы (компетенции), характеризующие их как интегральную способность студента решать профессиональные задачи в его будущей инновационной деятельности.

Эффективность подготовки студентов в процессе обучения обеспечивается также системой дидактических принципов (специальных и общих). К специальным принципам относятся принцип интеграции и принцип единства фундаментальности и профессиональной направленности, реализуемые в методах обучения. Общими принципами являются принципы единства науки и обучения; политехнизма и профессиональной направленности; систематичности и последовательности; межпредметных связей; наглядности обучения; доступности; индивидуализации и дифференциации; сознательности и активности; создания положительного отношения к учению и мотивации полного усвоения.

В преподавании дисциплины «Детекторы элементарных частиц» целевой акцент делается на принцип «научить учиться», что влечёт необходимость широкого привлечения кроме традиционных технологий обучения и инновационных моделей. В частности, будут применяться информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), придающие учебному процессу более эффективный, привлекательный и стимулирующий характер.

Важное значение для преподавания данного курса имеет договор КБГУ и ИЯИ РАН. студенты могут углубить свои знания с помощью сайта Института ядерных исследований РАН <http://www.inr.ru/>.

5.1. Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

При проведении лекционных и практических занятий широко используется мультимедийный инструментарий, повышающий эффективность учебного процесса и яркость восприятия информации. Лекции-мультимедиа позволяют создавать зрительные образы, легче и быстрее запоминающиеся, вызывающие слуховые ассоциации, что в свою очередь помогает восстанавливать в памяти пройденный материал. Имеется уже накопленный опыт применения компьютерных технологий на занятиях в специально оборудованных классах.

Мультимедийная форма подачи материала позволяет представить большое количество рисунков, фотографий, примеров.

Преподаватель постоянно находится лицом к аудитории, не теряя эмоционального контакта с ней на протяжении всей лекции. Он имеет возможность чувствовать аудиторию, у него нет необходимости переносить свое внимание от слушателей к доске и обратно. Эмоциональная взаимосвязь между преподавателем и аудиторией играет весьма существенную роль в обучении, пробуждая у слушателей интерес и любовь к предмету.

Содержание слайдов легко может меняться по желанию преподавателя, обновляться в соответствии с современными научными достижениями, с новыми материалами, для чего активно привлекаются ресурсы сети Internet. Студенты готовы активно обсуждать решения задач и выводы формул. Мультимедийные электронные издания оказывают комплексное психофизическое воздействие на зрительную, слуховую, аналитическую память студентов. Их применение улучшает качество обучения, не нарушая общих принципов дидактики: научность и связь теории с практикой, наглядность в обучении, проявление активности и сознательности учащихся, систематичность и доступность в изложении. Многие аспекты данного курса отражены в обзорных статьях журнала УФН, который имеется в свободном доступе в Интернете: www.ufn.ru

Часть мультимедиа лекций (6 часов) излагается как лекции проблемного содержания. Здесь активное содержание обеспечивается благодаря постановке проблемы в начале лекции и раскрытию её решения в ходе лекции. Постановка проблемы побуждает обучающихся к мышлению, попытке самостоятельно ответить на поставленный вопрос, создаёт интерес к излагаемому материалу.

На практических занятиях используются электронные банки задач, оформленных в виде дедуктивной цепи доказательств по выведению решений и групповые дискуссии по определению последовательности принимаемых действий.

Распределение аудиторных занятий, проводимых с использованием интерактивных образовательных технологий, приведено в таблице.

Семестр	Форма занятия (Л, ПР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
	Л	Мультимедиа-лекции, лекции проблемного содержания	34
	ПР	Использование электронных банков задач в занятиях в мультимедиа-классах	34
ИТОГО:			68

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Организация текущего контроля успеваемости студентов

Контроль текущей успеваемости проводится по действующей в КБГУ рейтинговой системе в соответствии с утверждёнными положениями и нормативными актами. Промежуточные аттестации проводятся 3 раза в семестре по календарным графикам деканата. В зависимости от успешности обучения студенту каждый раз назначаются количества баллов, максимальные значения которых следующие:

1 рейтинг – 23; 2 рейтинг – 23; 3 рейтинг – 24.

При подсчёте баллов учитываются: посещаемость занятий, результаты компьютерного тестирования и выполнения контрольных работ.

Распределение контрольных мероприятий по рейтинговой системе оценки успешности обучения приведено в таблице.

№ п/п	Контрольные Мероприятия	Максимальный балл	Распределение по контрольным точкам
1	Посещение занятий	10	1-ая точка: 3 2-ая точка: 3 3-ая точка: 4
2	Тестирование	18	1-ая точка: 6 2-ая точка: 6 3-ая точка: 6
3	Коллоквиум	24	1-ая точка: 8 2-ая точка: 8 3-ая точка: 8
4	Иные формы	18	1-ая точка: 6 2-ая точка: 6 3-ая точка: 6
ИТОГО:		70	1-ая точка: 23 2-ая точка: 23 3-ая точка: 24

Письменные контрольные работы проводятся 3 раза в семестре (перед каждым подведением итогов по рейтинговой системе).

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы для компьютерного тестирования (тестовые задания) по дисциплине. Содержание тестов охватывает все разделы дисциплины.

6.2. Вопросы к коллоквиумам и тестированию (2 семестр)

Вопросы для 1 коллоквиума

Виды радиоактивного распада. Квалификация элементарных частиц. Виды ионизирующих излучений(ИИ). Взаимодействие ИИ с веществом. Виды детекторов, позволяющие зарегистрировать ИИ. Методы обнаружение ИИ. Вольт-Амперная характеристика газоразрядных детекторов. Пропорциональный счётчик. Счётчик Гейгера. Сцинтиляционный детектор. Ионизационные камеры и пропорциональные счетчики и камеры, многоцелевые детекторные комплексы. Принцип работы ионизационной камеры. Величина и форма электрического сигнала. Время-проекционная камера. Принципы работы многопроволочной пропорциональной камеры, приводящие к существенному улучшению в определении времени прохождения и увеличению скорости счета частиц.

Вопросы для 2 коллоквиума

Образование носителей в полупроводниковых материалах под действием ионизирующего излучения. Анализаторы и усилители сигналов, АЦП. Защитные материалы, используемые для детекторов и человека от ионизирующего излучения. Основные характеристики детекторов.

Камера Вильсона. Трековые приборы. Пузырьковая камера, полупроводниковые детекторы, предусилитель. Диффузионная камера, усилитель. Искровая камера, защита детектора. Метод толстослойной эмульсии, сцинтилляторы, ФЭУ. Ядерные эмульсии, основные характеристики детекторов, АЦП. Сцинтилляционные детекторы. Сцинтилляторы. Сцинтилляционные детекторы и детекторы вторичных электронов. Излучение Черенкова. Принципиальная схема детектора. Типы детекторов излучения Черенкова. Свойства радиаторов, применяемых в черенковских детекторах. Принцип работы фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). Коэффициент умножения. Неорганические сцинтилляторы, их основные физические характеристики (выходы и спектры длин волны световых квантов, время высвечивания, атомный номер вещества).

Вопросы для 3 коллоквиума

Сцинтиграфия. Характеристики рентгеновского излучения. Свойства лучей. Радионуклидная диагностика. Источники рентгеновского излучения и рентгеновская трубка (схема и принцип работы). Комбинированный ПЭТ/КТ сканер. Черенковские счётчики. ПЭТ. Лучевая диагностика. ОФЭКТ. Виды сигналов и спектров. Характеристика сигналов и спектров. Коллиматор. Гамма камера.

Детекторы ядерных излучений в низкофоновом физическом эксперименте. Экспериментальные комплексы БНО ИЯИ РАН для регистрации солнечного нейтрино, космических лучей и измерения ультранизких активностей.

6.3. Итоговая аттестация (экзамен) 5 семестр

1. Виды радиоактивного распада.
2. Квалификация элементарных частиц.
3. Виды ионизирующих излучений (ИИ). Взаимодействие ИИ с веществом.
4. Виды детекторов, позволяющие зарегистрировать ИИ.
5. Методы обнаружения ИИ.
6. Вольт-Амперная характеристика газоразрядных детекторов.
7. Пропорциональный счётчик (схема и принцип работы).
8. Счётчик Гейгера (схема и принцип работы). Способы гашения разряда. Гасящие примеси газа в счётчиках Гейгера.
9. Сцинтилляционный детектор (схема и принцип работы).
10. Ионизационные камеры и пропорциональные счётчики и камеры, многоцелевые детекторные комплексы.
11. Принцип работы ионизационной камеры.
12. Величина и форма электрического сигнала.
13. Время-проекционная камера.
14. Принципы работы многопроволочной пропорциональной камеры.
15. Образование носителей в полупроводниковых материалах под действием ионизирующего излучения.
16. Анализаторы и усилители сигналов, АЦП.
17. Защитные материалы, используемые для детекторов и человека от ионизирующего излучения.
18. Основные характеристики детекторов.
19. Камера Вильсона.
20. Трековые приборы.
21. Пузырьковая камера.
22. Полупроводниковые детекторы.

23. Предусилитель.
24. Диффузионная камера, усилитель.
25. Искровая камера.
26. Защита детектора.
27. Метод толстослойной эмульсии.
28. Сцинтилляторы
29. Фотоэлектронные умножителя (ФЭУ) и принципы работы. Делители, съём сигналов с ФЭУ.
30. Ядерные эмульсии
31. Основные характеристики детекторов.
32. АЦП.
33. Сцинтилляционные детекторы.
34. Сцинтилляционные детекторы и детекторы вторичных электронов.
35. Излучение Черенкова. Черенковские счётчики (принципиальная схема детектора).
36. Свойства радиаторов, применяемых в черенковских детекторах.
37. Принцип работы фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). Коэффициент умножения.
38. Сцинтиграфия.
39. Характеристики рентгеновского излучения. Свойства лучей.
40. Радиоуклидная диагностика.
41. Источники рентгеновского излучения и рентгеновская трубка (схема и принцип работы).
42. Комбинированный ПЭТ/КТ сканер. ПЭТ.
43. Лучевая диагностика. ОФЭКТ.
44. Виды сигналов и спектров. Характеристика сигналов и спектров.
45. Коллиматор. Гамма камера.

6.4 Темы курсовых работ

1. Механизмы потерь энергии заряженных частиц в веществе.
2. Радиационное торможение электронов (релятивистских частиц). Радиационная длина.
3. Потери энергии гамма квантов, особенности методов регистрации гамма квантов.
4. Дельта-электроны. Вторичные электроны, их использование для регистрации частиц.
5. Прохождением нейтронов в веществе. Принципы и основные способы регистрации нейтронов.
6. Дрейф ионов в электрическом поле. Подвижность и скорость дрейфа (электроны, ионы). Роль диффузии и рекомбинации при детектировании частиц. Способы влияния на подвижность электронов в газе.
7. Ионизационная камера. Сигнал камеры, вызванный дрейфом электронов. Сигналы напряжения и тока. Сетка Фриша.
8. Факторы, влияющие на амплитуду сигнала и на амплитудное разрешение ионизационной камеры. Временные характеристики сигнала ионизационной камеры. Мертвое время.
9. Цилиндрическая ионизационная камера. Пропорциональный счетчик.
10. Механизмы газового усиления. Форма сигнала в пропорциональном счетчике.
11. Области пропорциональности и ограниченной пропорциональности в газоразрядном счетчике. Роль фотонов ультрафиолетового спектра.
12. Счетчик Гейгера-Мюллера. Способы гашения разряда в счетчике.
13. Пропорциональная камера. Принцип работы и преимущества. Измерение координат траектории частицы с помощью пропорциональной камеры.
14. Дрейфовая камера. Принцип работы и возможные реализации. Различие между пропорциональной и дрейфовой камерами, сравнение преимуществ и недостатков.
15. Принципиальное устройство время-проекции камер. Что можно узнать о частице с помощью такой камеры?

16. Полупроводниковые детекторы. Принцип действия детектора. Полупроводники n и p типа.
17. Емкость полупроводникового детектора.
18. Полупроводниковые материалы, из которых делают детекторы.
19. Si-Li и Ge-Li детекторы. В чем преимущества детекторов, изготовленных из ультрачистого кремния или германия?
20. Кремниевые детекторы заряженных частиц. Области их применения.
21. Полосковые (стриповые) кремниевые детекторы. Примеры применений.
22. Планарные кремниевые и германиевые детекторы.
23. Коаксиальные германиевые детекторы большого объема.
24. Гамма спектроскопия с применением германиевых детекторов.
25. Принцип работы сцинтилляционного детектора. Сцинтилляторы и приборы, регистрирующие световые кванты.
26. Устройство ФЭУ. Коэффициент усиления ФЭУ.
27. Типы сцинтилляторов. Основные параметры, определяющие область применения различных сцинтилляторов.
28. Принцип работы калориметров частиц.
29. Жидкие и пластмассовые сцинтилляторы.
30. Регистрация нейтронов. Спектроскопия нейтронов по времени пролета. Дискриминация (разделение) нейтронов и гамма квантов по форме сигнала.
31. Микроканальная пластина - детектор заряженных частиц.
32. Принципы регистрации заряженных частиц по вторичным электронам.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1. Нормативно-законодательные акты

Приказ Минобрнауки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412. Студентам КБГУ доступны фонды электронных учебников и научной литературы:

ЭБС "Лань" [www http://e.lanbook.com](http://e.lanbook.com)

ЭБС "Книгафонд" www.knigafund.ru

7.2. Основная литература

1. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц: учебник. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2010 г.
2. Тюрин Ю.И. Чернов И.П. Крючков Ю.Ю. Физика. Ядерная физика. Физика элементарных частиц. Астрофизика : учебник. ТПУ (Томский Политехнический Университет), 2009
3. Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц: В 2-х ч. Ч. 1: Учебное пособие. Издательство: МПГУ, 2011 г.

7.3. Дополнительная литература

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 3. Физика элементарных частиц. "Лань", 2009
2. Емельянов В.М., Тимошенко С.Л., Стриханов М.Н. Введение в релятивистскую ядерную физику. Издательство: ФИЗМАТЛИТ, 2011 г.
3. Язев С.А. Лекции о Солнечной системе. "Лань", 2011
4. Лекции по актуальным проблемам экспериментальной и теоретической физики. Под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова. Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010701-Физика, Нальчик, 2007 г., 118 стр.
5. Неускорительная физика высоких энергий. Труды первой баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 17-21 апреля, 2000, под редакцией

- А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, Нальчик 2000 г., 224 с. Рекомендовано в качестве учебного пособия УМО университетов России.
6. Труды второй баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 18-24 апреля, 2001, под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, Нальчик 2001 г., 192 с.
7. Г.М.Верешков. Структура, физическое содержание и проблемы стандартной модели. Курс лекций под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, КБГУ, Нальчик 2002, 79 с. Рекомендовано в качестве учебного пособия УМО университетов России.
8. Физика элементарных частиц и космических лучей. Том.1, Труды третьей Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 28 октября - 1 ноября 2002 г., под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова., Нальчик 2003 г., 165 с.
9. Труды 4-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 21-26 апреля, 2003 г., под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, Нальчик 2004 г., 168 с.
10. Труды 3-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Т.2. Приэльбрусье, 28 октября - 1 ноября, 2002 г., под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, Нальчик 2004 г., 178 с. Рекомендовано в качестве учебного пособия УМО университетов России.
11. Труды 5-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 18 - 22 апреля, 2004 г., Т.2. под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, Нальчик 2005 г., 161 с. Рекомендовано в качестве учебного пособия УМО университетов России.
12. Труды 5-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 18 - 22 апреля, 2004 г., Т.1. под редакцией А.А.Петрухина и М.Х.Хоконова, Нальчик 2005 г., 138 с.
13. Труды 6-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 18 - 23 апреля, 2005 г., Т.2. Составители Н.С.Барбашина, М.А.Кравец, А.А.Петрухин, М.Х.Хоконов, В.В.Шестаков, Нальчик 2006 г., 145 с.
14. Труды 6-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 18 - 23 апреля, 2005 г., Т.1. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, Москва 2006 г., 76 с.
15. Труды 7-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 22 - 27 октября, 2006 г., Т.1. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, Москва 2007 г., 118 с.
16. Труды 7-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 22 - 27 октября, 2006 г., Т.2. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, Москва 2007 г., 258 с.
17. Лекции по актуальным проблемам экспериментальной и теоретической физики. Под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова. Допущено УМО по классическому университетскому образованию РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 010701-Физика, Нальчик, 2007 г., 118 стр.
18. Труды 8-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 15 - 22 апреля, 2007 г., Т.1. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, Москва 2008 г., 208 с.
19. Труды 8-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 15 - 22 апреля, 2007 г., Т.2. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, Москва 2008 г., 201 с.
20. Труды 9-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 19 - 24 октября, 2008 г., Т.1. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, НИЯУ "МИФИ", Москва 2009 г., 138 с.

21. Труды 9-ой Баксанской молодёжной школы экспериментальной и теоретической физики. Приэльбрусье, 19 - 24 октября, 2008 г., Т.2. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, НИЯУ "МИФИ", Москва 2009 г., 314 с.
22. Труды Всероссийской конференции "10-ая Баксанская молодёжная школа экспериментальной и теоретической физики", Приэльбрусье, 18 - 24 октября, 2009 г., Т.1. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, НИЯУ "МИФИ", Москва 2010 г., 208 с.
23. Труды Всероссийской конференции "10-ая Баксанская молодёжная школа экспериментальной и теоретической физики", Приэльбрусье, 18 - 24 октября, 2009 г., Т.2. под редакцией А.А.Петрухина, М.Х.Хоконова, НИЯУ "МИФИ", Москва 2010 г., 287 с.
24. Труды Баксанской молодёжной школы физики БМШФ-2012. Приэльбрусье, Кабардино-Балкария 17 - 21 декабря 2012 г. Под. ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. М.Х. Хоконова. Нальчик, Кабардино-Балкарский государственный университет им.Х.М.Бербекова, 2013 г., 130 с.
25. Хоконов М.Х. Избранные вопросы физической кинетики (Кинетические уравнения). Нальчик, изд. КБГУ, 2009 г., 87 с. Рекомендовано УМС по физике УМО по классическому университетскому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений.
26. А.И.Абрамов, Ю.А.Казанский, Е.С.Матусевич Основы экспериментальных методов ядерной физики, М., Атомиздат, 1977г
27. К. Клайнкнехт, Детекторы корпускулярных излучений Москва, "Мир" 1990.
28. Ю.П. Гангрский, Б.Н. Марков, В.П. Перелыгин, Регистрация и спектрометрия осколков деления, Москва, Энергоатомиздат, 1982.
29. К. Группен, Детекторы элементарных частиц, Новосибирск, Сибирский хронограф, 1999.
30. Ю.К. Акимов, О.В. Игнатъев, А.И. Калинин, В.Ф. Кушнирук, "Полупроводниковые детекторы в экспериментальной физике", Москва, Энергоатомиздат, 1989.
31. P.J. Nolan, F.A. Beck, D.B. Fossan, "Large Arrays of Escape Gamma-Ray Detectors", Annu. Rev. Nucl. Part. Sci. 1994, vol. 45 (1994) pp. 561-607.
32. W. Adam et al., "The development of diamond tracking detectors for the LHC", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 514 (2003) 79-86.
33. И.Е.Иродов "Сборник задач по атомной и ядерной физике", Москва, Атомиздат 1971.
34. Матвеев А.В. Ядерная медицина. Радионуклиды и фармакопрепараты [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Матвеев А.В.— Электрон. текстовые данные.— Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016.— 128 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59664.html>.— ЭБС «IPRbooks»
35. Яцык Г.В. Диагностика обструктивных урпатий у детей методами ядерной медицины [Электронный ресурс]/ Яцык Г.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: ПедиатрЪ, 2014.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70511.html>.— ЭБС «IPRbooks»
36. Частицы и атомные ядра. Задачи с решениями и комментариями [Электронный ресурс] : учебное пособие / Гончарова Н.Г., Ишханов Б.С., Капитонов И.М. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114592.html>

7.4. Интернет-ресурсы

<http://elibrary.ru>
www.studentlibrary.ru
<http://www.mathnet.ru>
<http://www.iprbookshop.ru>
www.ufn.ru
<http://lib.kbsu.ru>
<http://www.scopus.com>
<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>

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.	«Web of Science» (WOS)	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Компания Thomson Reuters Сублицензионный договор № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
2.	Sciverse Scopus 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	http://www.scopus.com	Издательство «Elsevier. Наука и технологии» Сублицензионный договор № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	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	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный доступ

4.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	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.	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.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №288СЛ/04-2021 От 20.04.2021 г. Активен до 20.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	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.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №12ЕП/223 от 09.02.2021 г. Активен до 28.02.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

8.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/16 66-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
9.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиозданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №7821/21 от 02.04.2021 г. Активен до 02.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
12.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г.	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)

				Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	
--	--	--	--	---	--

1. Сайт кафедры теоретической физики: <http://ffkbsu.ru/departament/tf>.
2. Электронная почта кафедры: E-mail: ktf@kbsu.ru.
3. <http://www.ufn.ru/>
4. <http://www.inr.ru/>

7.5. Методические указания к лекциям и практическим занятиям

Лекции - ведущая форма обучения, она является методической и организационной основой постановки преподавания дисциплины. Все другие формы (практические занятия, самостоятельная работа студента) календарно должны следовать за лекцией, т.е. должны быть привязаны тематически к ним.

Учебная работа преподавателя должна обеспечивать равномерность учебной нагрузки студента в течение всего семестра. Поэтому задания на все виды работы и список литературы выдаются в первой неделе учебного года. Содержание первых лекций и других видов занятий должны быть такими, чтобы студент мог незамедлительно приступить к выполнению домашних заданий. В начале семестра назначаются консультации и сроки контроля самостоятельной работы студентов.

Консультации предназначены для оказания методически целесообразной помощи студентам в их самостоятельной работе. В то же время они являются своеобразной обратной связью, с помощью которой преподаватель выясняет степень усвоения студентами программного материала.

В начале каждого семестра студентам передается на бумажных и электронных носителях информация о выполняемых домашних работах, сроках их сдачи и защиты, вопросы к рейтинговым контрольным мероприятиям, вопросы к зачетам и экзаменам.

В ходе учебных занятий и консультаций преподаватель помогает студенту правильно и наиболее целесообразным образом распределить время для самостоятельной работы в течение всего семестра, обращая особое внимание на регулярную систематическую работу над учебным материалом, указывает студенту наиболее трудоёмкие вопросы, требующие наибольших временных затрат. Следует предостеречь студента от широко распространенных ошибок в самостоятельной работе, когда он накапливает чрезмерное количество незащищённых домашних заданий, переносит выполнение и защиту работ на конец семестра и т.д.

При выполнении и оформлении домашних заданий студент сталкивается с множеством вопросов, которые не излагаются или недостаточно поясняются в технической части дисциплины; у него возникают трудности изложения хода решения задачи, способов аргументирования принимаемых решений, структурирования и оформления записей и т. д. Преподаватель должен оказать соответствующую помощь в преодолении таких затруднений.

При выполнении работ, в которых применяется вычислительная техника, требуется составление и отладка компьютерной программы или использование готовых программных продуктов для ручного счёта, студенту должны быть даны инструкции, конкретные указания и т.д.

Не следует студенту проводить вычисления с излишне большим числом значащих цифр. Необходимо пояснить ему, что сохранение в записи числа (результатах вычислений) четырёх значащих цифр обеспечивает необходимую точность в расчётах.

Следует обратить внимание студента при оформлении работ, что в начале каждой задачи должны быть приведены её номер, текст условия, расчётная схема и таблица исходных данных, а также, что все последующие выкладки должны представлять собой стройную логическую последовательность и сопровождаться лаконичным пояснительным текстом.

Как правило, при проверке работ преподавателем обнаруживаются ошибки, неточности в расчётах, которые студенту необходимо исправлять. Замечания преподавателя должны быть достаточно подробными, ясными для студента. Если замечания мелкие и немногочисленные, то можно разрешить студенту устранить их прямо на первоначальных листах записей. Если же они многочисленны или таковы, что вызывают существенные изменения в последующих расчётах, то предлагается выполнить работу заново. При повторном представлении работы студент обязан прилагать первоначальные записи с замечаниями, что ускорит её проверку.

Каждая работа принимается с защитой и выставлением оценки. При этом учитываются качество выполнения задания, технические знания студента по теме, его умения и навыки решения конкретных практических задач. При неудовлетворительной защите работа не засчитывается, студенту предлагается повторная защита или выдаётся другое задание для выполнения вновь.

7.6. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

Программное обеспечение ИКТ состоит из элементов:

- 1) электронная библиотека учебников и учебных пособий по дисциплине «Детекторы элементарных частиц»;
- 2) электронные учебные пособия (методические указания изданные кафедрой);
- 3) банк тестовых заданий для автоматизированного контроля знаний студентов;
- 4) электронный конспект лекций (ЭКЛ) преподавателя;
- 5) контрольные вопросы и содержания домашних заданий;
- 8) список литературы по дисциплине;
- 9) электронная библиотека кафедры теоретической физики.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Аудитория для чтения лекций и проведения практических занятий, оборудованная мультимедийными техническими средствами обучения.
- Компьютерный класс для проведения всех видов контрольных мероприятий с помощью компьютерного тестирования.
- Оборудование и стенды.

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.

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 невизуального 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, объекту 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.

Форма дополнений и изменений в рабочей программе дисциплины

Дополнения и изменения в рабочей программе
дисциплины на 20__/20__ уч.г.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

«__» _____ 20__ г.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1)
- 2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).

ОДОБРЕНА на заседании методической комиссии, протокол № ____ от " ____ " _____ 20__ г."

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

шифр наименование личная подпись расшифровка подписи дата

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой* _____
наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Заведующий кафедрой* _____
наименование кафедры личная подпись расшифровка подписи дата

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки**

личная подпись расшифровка подписи дата

Декан (Директор)

наименование факультета (института) личная подпись расшифровка подписи дата

Дополнения и изменения внесены в базу данных рабочих программ дисциплин

Начальник УМУ _____
личная подпись расшифровка подписи дата

* - при внесении изменений в разделы 1-4 рабочей программы

** - при внесении изменений в п.7.1-7.4 рабочей программы

Приложение В (обязательное)
В1 Форма листа согласования рабочей программы дисциплины
ООП ВПО подготовки бакалавра и специалиста

ЛИСТ
согласования рабочей программы

Направление подготовки:

код и наименование

Специальность:

1

код и наименование

Специализация:¹

наименование

Дисциплина:

Форма обучения:

(очная, очно-заочная, заочная)

Учебный год _____

РЕКОМЕНДОВАНА заседанием кафедры

наименование кафедры

протокол N _____ от "___" _____ 20__ г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

дата

Исполнители:

должность

подпись

расшифровка подписи

дата

должность

подпись

расшифровка подписи

дата

Т.Д.

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочей программе дисциплины «Ядерно-физические методы и приборы в медицине»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: «Медицинская физика»)
на 2021 – 2022 учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики

Протокол № ____ от « ____ » _____ 202__ 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 (продвину-тый)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

Се- местр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
5	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)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. 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.	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. 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. 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.	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. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 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	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

