

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Димитровградский инженерно-технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель руководителя

\_\_\_\_\_ Т.И. Романовская  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ В ПРИЛОЖЕНИЯХ К МЕДИЦИНЕ»**

Специальность \_\_\_\_\_ *03.03.02 Физика*

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ *Бакалавр*

Специализация \_\_\_\_\_ *Медицинская физика*

Форма обучения \_\_\_\_\_ *очная*

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ *Кафедра общей и медицинской физики*

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ *Кафедра общей и медицинской физики*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет/кр)
7	(108) 3	17	34	-	21	Экзамен
<b>Итого</b>	<b>(108) 3</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>21</b>	<b>Экзамен</b>

Димитровград  
2021 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	3
3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	4
4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	9
7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	11
8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	16

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины: ознакомление студентов с современной физической картиной мира, с возможностями и достижениях применения ядерной физики в медицине и биологии; приобретение навыков экспериментального исследования физических процессов, освоение методов получения и обработки эмпирической информации; изучение теоретических методов анализа физических явлений, расчётных процедур и алгоритмов, наиболее широко применяемых в ядерной физике.

**Задачи** освоения дисциплины: изучение студентами основных понятий, определений и законов классической механики, статистической физики, классической электродинамики; формирование у студента способности применять знания, получаемые при изучении курса, к решению практически физических задач; обучение студентов самостоятельной работе с учебной литературой.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности 03.03.02 Физика.

### Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)  Обобщенные трудовые функции
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики, биофизики и ядерной медицины, решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, используя новейший отечественный и зарубежный опыт	объекты и технические устройства, испускающие или способные испускать не ионизирующее и ионизирующее излучение	ПК-2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	З-ПК-2 Знать: организацию ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных. У-ПК-2 Уметь: творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности. В-ПК-2 Владеть: современными методами визуализации экспериментальных данных.	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами» Обобщенная трудовая функция А.6. Организация выполнения научно-исследовательских работ по закрепленной тематике
<b>Тип профессиональной задачи: проектный и технологический</b>				
Способность анализировать исходные данные проектирования, участ-		ПК-7 Способен анализировать исходные данные проектиро-	З-ПК-7 знать нормы радиационной и экологической безопасности, а также правила	Профессиональный Стандарт «24.078. Специалист-исследователь обла-

<p>вовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности</p>		<p>вания, участвовать в разработке, подготовке и оформлении проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности</p>	<p>разработки, подготовки и оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности У-ПК-7 Уметь анализировать и критически оценивать любую поступающую информацию, выделять и систематизировать данные В-ПК-7 владеть навыками сбора, обработки, анализа и систематизации, а также оформления проектной документации с учетом норм радиационной и экологической безопасности</p>	<p>сти ядерно-энергетических технологий» А.6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии</p>
--	--	--	---	---

В результате изучения дисциплины студент бакалавра должен:

Знать:

- организацию ввода в ЭВМ экспериментальных данных, основные алгоритмы обработки экспериментальных данных;
- основные организационные принципы коллективной научной деятельности и современную физическую аппаратуру и технологии.

Уметь:

- творчески и критически осмысливать физическую информацию для решения научно-исследовательских задач в сфере профессиональной деятельности;
- использовать личностные качества и знания в рамках выполнения работы по коллективным проектам;
- прогнозировать направление и результат физических воздействий ядерного излучения на человеческий фактор.

Владеть:

- современными методами визуализации экспериментальных данных;
- методами статистического анализа экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий;
- навыками работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой.

### **3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Основы ядерной физики в приложениях к медицине относится к части, формируемой участниками образовательных отношений профессионального модуля учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

### **4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ**

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	В18 - - формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных

		образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
--	--	--

## 5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины *Основы ядерной физики в приложениях к медицине* составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 5.1 - Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		7
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	<b>51</b>	51
– лекции	<b>17</b>	17
– практические занятия	<b>34</b>	34
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	<b>21</b>	21
– изучение теоретического курса	<b>10</b>	10
– домашние задачи	<b>11</b>	11
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	<b>Экзамен (36)</b>	Экзамен (36)
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	108

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы							Всего часов	Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки		
<b>7 семестр</b>										
1	Введение. Свойства атомных ядер	2	4				2		<b>8</b>	ПК-2, ПК-7
2	Радиоактивные превращения ядер. Радиоактивность	3	6				3		<b>12</b>	ПК-2, ПК-7
3	Действие ионизирующего излучения. Дозиметрия	3	6				4		<b>13</b>	ПК-2, ПК-7
4	Применение радиоактивных излучений для диа-	3	6				4		<b>13</b>	ПК-2, ПК-7

	гностики								
5	Магнитно-резонансная томография	3	6			4		13	ПК-2, ПК-7
6	Лучевая терапия. Производство радиофармпрепаратов	3	6			4		13	ПК-2, ПК-7
	ИТОГО:	17	34			21		72	

## 5.2 Содержание дисциплины

Таблица 5.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
7 семестр				
1	1	<b>Введение. Свойства атомных ядер</b> Введение. Единицы измерения, принятые в ядерной физике. Свойства атомных ядер: заряд, масса и энергия, энергия связи, размер атомных ядер, спин и магнитный момент, квадрупольный электрический момент, четность. Составные части атома. Протон и нейтрон, Взаимные превращения нуклонов. Изотопы, изобары и изотоны.	2	
2	2	<b>Радиоактивные превращения ядер. Радиоактивность</b> Радиоактивный распад. Законы радиоактивного распада. Статистический характер радиоактивного распада. Постоянная радиоактивного распада, периода полураспада. Единицы измерения активности. Альфа- и бета-распад, энергетические соотношения. Электронный захват. Радиоактивные ряды. Гамма-излучение ядер. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия	3	
3	3	<b>Действие ионизирующего излучения. Дозиметрия</b> Взаимодействие ядерного излучения с веществом. Виды взаимодействия. Прохождение гамма-излучения через вещество. Дозиметрические единицы. Доза излучения, единицы дозы. Активность радионуклида и ее связь с дозовыми характеристиками. Действие ионизирующего излучения на живой организм. Возможные последствия облучения людей. Нормы радиационной безопасности.	3	
4		<b>Применение радиоактивных излучений для диагностики</b> Применение радиоактивных излучений.	3	

		Физические явления, на которых основаны применения ядерных излучения в медицине. Радионуклидная диагностика. Метод меченых атомов. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Преимущества метода ОФЭКТ. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), преимущества и основные области применения ПЭТ.		
5		<b>Магнитно-резонансная и компьютерная томография</b> Компьютерная томография (КТ). Технология совмещенных изображений - ФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ системы. Магнитно-резонансная томография. Радионуклидная и лучевая терапия. Лучевая терапия рентгеновским излучением высокой энергии. Гамма-терапия. Терапия быстрыми электронами, протонами, нейтронами. Нейтрон-захватная терапия.	3	
6		<b>Лучевая терапия. Производство радиофармпрепаратов.</b> Контактная лучевая терапия. Виды контактной терапии - аппликационная, внутриволостная, внутритканевая. Преимущества контактной терапии. Способы производства радионуклидов для ядерной медицины и области их применения. Генераторов радионуклидов. Ускорители заряженных частиц для производства изотопов и лучевой терапии. Закон накопления радионуклидов при облучении.	3	
<b>Итого:</b>			17	

Таблица 5.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
7 семестр				
1-2	1	Введение. Свойства атомных ядер	4	
3-5	2	Радиоактивные превращения ядер. Радиоактивность	6	
6-8	3	Действие ионизирующего излучения. Дозиметрия	6	
9-11	4	Применение радиоактивных излучений для диагностики	6	
12-14	5	Магнитно-резонансная томография	6	
14-16	6	Лучевая терапия. Производство радиофармпрепаратов	6	
<b>Итого:</b>			<b>34</b>	

Таблица 5.5 – Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Таблица 5.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	2
	Подготовка к лекциям	
2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	3
	Подготовка к текущему контролю (тестированию)	
	Подготовка к лекциям	
3	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	4
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
4	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	4
	Подготовка к текущему контролю (тестированию)	
	Доклад	
	Подготовка к лекциям	
5	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	4
	Подготовка к лекциям	
6	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	4
	Подготовка к промежуточному контролю (контрольная работа)	
	Доклад	
	Подготовка к лекциям	
Итого:		21



## 6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины:

**1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс** (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

### **Информационная лекция**

**Проблемная лекция** – в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

**Лекция-визуализация** – учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учебного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

**Лекция с разбором конкретной ситуации**, изложенной в устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

**2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА** (СР) – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений.*

**3. КОНСУЛЬТАЦИЯ, тьюторство** (Конс., тьют.) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных студентом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

**4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ** (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений.*

**5. СЕМИНАР, коллоквиум** (Сем., колл.) – систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготовка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения), направленная в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений.*

### **Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:**

**Кейс-метод.** Его название происходит от английского слова «кейс» – папка, чемодан, портфель (в то же время «кейс» можно перевести и как «случай, ситуация»). Процесс обучения с использованием кейс-метода представляет собой имитацию реального события, сочетающую в целом адекватное отражение реальной действительности, небольшие материальные и временные затраты и вариативность обучения. Учебный материал подается студентам виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.

## **Основные виды образовательных технологий**

**Дистанционные образовательные технологии** – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;
- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (скажем, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

**Кейсовая** – технология основывается на использовании наборов (кейсов) текстовых, аудиовизуальных и мультимедийных учебно-методических материалов и их рассылке для самостоятельного изучения учащимся при организации регулярных консультаций у преподавателей.

Телевизионно-спутниковая технология основана на применении интерактивного телевидения: теле- и радиолекции, видеоконференции, виртуальные практические занятия и т.д.

Сетевые технологии используют телекоммуникационные сети для обеспечения учащихся учебно-методическим материалом и взаимодействия с различной степенью интерактивности между преподавателем и учащимся.

**Информационные технологии** – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

**Работа в команде** – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

**Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

**Контекстное обучение** – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

**Обучение на основе опыта** – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

**Индивидуальное обучение** – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

**Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

**Опережающая самостоятельная работа** – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 03.03.02 Физика, ООП и рабочей программой дисциплины «Основы ядерной физики в приложениях к медицине», приведен в Приложении.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Текущий контроль** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- коллоквиумы.

### *Пример теста для текущего контроля знаний*

#### **Тест №1**

1. Массовое число  $A$  определяется:

- а. количеством протонов;
- б. количеством протонов и нейтронов;
- в. количеством нейтронов.

2. Заряд атомного ядра  $Z$  определяется:

- а. количеством электронов;
- б. количеством нейтронов;
- в. количеством протонов.

3. Закон Мозли - это связь между:

- а. массовым числом  $A$  и зарядом  $Z$ ;
- б. частотой характеристического излучения  $\nu$  и массовым числом  $A$ ;
- в. частотой характеристического излучения  $\nu$  и зарядом  $Z$ .

4. Кем непосредственно был определен заряд ядра:

- а. Чедвиком;
- б. Резерфордом;
- в. Гейгером.

5. Какой заряд отвечает за интенсивность электромагнитного взаимодействия:

- а. барионный;
- б. электрический;
- в. лептонный.

6. Ядра с одинаковым массовым числом  $A$  называются:

- а. изобарами;
- б. изотонами;
- в. нуклидом.

7. Масса ядра в ядерной физике изменяются:

- а. в атомных единицах массы;
- б. в граммах;
- в. в электронвольтах.

8. Основному состоянию ядра соответствует:

- а. максимальное значение массы ядра и массы покоя;
- б. минимальное значение заряда ядра и массы покоя;
- в. минимальное значение энергии и массы покоя.

9. Энергия возбуждения - это:

- а. избыток энергии покоя возбужденного состояния по сравнению с энергией покоя основного состояния;
- б. энергия налетающей частицы;
- в. энергия налетающих фотонов.

10. Масса ядра - это:

- а. сумма масс электронов и нейтронов;
- б. разница между массой атома и суммой масс электронов;

- в. сумма масс нейтронов и протонов.

Коллоквиум рекомендуется использовать для проверки и оценивания знаний, умений и навыков студентов, полученных в ходе занятий по освоению определенной части учебного модуля «Квантовая теория». Коллоквиум проводится в виде письменного или устного опроса группы студентов из 5-10 человек во время аудиторной самостоятельной работы. В ходе коллоквиума для каждого студента предусмотрено по 3 вопроса. Максимальное количество баллов, которые может получить студент, участвуя в коллоквиуме, равно 3 баллам. Во время проведения коллоквиума оценивается способность студента правильно сформулировать ответ, умение выражать свою точку зрения по данному вопросу, ориентироваться в терминологии и применять полученные в ходе лекций и практик знания.

*Примерный список вопросов к коллоквиуму:*

1. Определение радиоактивного распада.
2. Законы радиоактивного распада.
3. Определение периода полураспада.
4. Альфа-распад. Свойства. Уравнение распада.
5. Бета-распад. Свойства. Уравнение распада.
6. Гамма-излучение. Свойства.
7. Электронный захват. Свойства. Уравнение распада.
8. Ядерная изометрия.
9. Внутренняя конверсия.
10. Активность распада. Единицы измерения активности.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

**Промежуточный контроль** студентов производится в следующих формах:

- защита докладов;
- контрольная работа

*Примерные темы для докладов:*

1. Технология совмещенных изображений – ОФЭКТ/КТ и ПЭТ/КТ.
2. Способы производства радионуклидов для ядерной медицины и области их применения.
3. Ускорители заряженных частиц для производства изотопов и лучевой терапии.
4. Радиоактивные изотопы в физико-химической биологии.
5. Поражающее действие ионизирующего излучения на организм человека.

Контрольная работа – это задание для студента, которое должно быть выполнено по теме, определенной преподавателем. Главная цель проведения практической работы заключается в выработке у студента практических умений, связанных с обобщением и интерпретацией тех или иных научных материалов. Используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций в процессе освоения дисциплины.

*Примерный вариант контрольной работы:*

1. Рассмотрите следующие распады и укажите, какие из них запрещены законом сохранения лептонного заряда  $\mu^- \rightarrow e^- + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$ ,  $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$ ,  $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ .
2. Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол  $3,14$  рад? Энергия фотона до рассеяния равна  $36$  фДж.
3. Когда в Беватроне, расположенном в Калифорнийском университете, начали обстреливать медную мишень протонами с энергией  $6$  ГэВ, встал вопрос: как обнаружить возникающие антипротоны. Как бы вы поступили на месте экспериментаторов?
4. Радиус ядра меди около  $4,9$  фм. Оцените плотность материала ядра. Покажется ли полученный вами ответ приемлемым?

5. Экспериментально установлено явление образования ядра антигелия-3. Вычислите энергию, которая выделится при аннигиляции 1 кг антигелия.

6. Как на  $Z, N$ - диаграмме, составленной из клеточек для каждого ядра, с помощью стрелок показать  $\alpha$ -распад, электронный распад, позитронный распад,  $(n,\gamma)$ -реакцию.

**Промежуточный контроль** по результатам 7 семестра по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (теоретические вопросы).

*Примерный экзаменационный билет:*

1. Взаимодействие ядерного излучения с веществом.
2. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография. Преимущества метода ОФЭКТ.
3. Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если рассеяние фотона происходит на угол  $3,14$  рад? Энергия фотона до рассеяния равна  $36$  фДж.

## 8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Бекман И.Н.	Ядерная медицина: физические и химические основы	Москва	«Юрайт»	2023	[ <a href="https://urait.ru/book/yadernaya-medicina-fizicheskie-i-himicheskie-osnovy-513458">https://urait.ru/book/yadernaya-medicina-fizicheskie-i-himicheskie-osnovy-513458</a> ]
2	Калашников Н.П.	Руководство к решению задач по физике "Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика: учебное пособие для вузов	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/75938">https://e.lanbook.com/book/75938</a> ]
3	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	Москва	«Бином»	1998	50
4	Савельев И.В.	В 3 т. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	Москва	«Лань»	2019	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/123463">https://e.lanbook.com/book/123463</a> ]
<b>Дополнительная литература</b>						
5	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике.	Москва	«Лань»	2019	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/125441">https://e.lanbook.com/book/125441</a> ]
6	Сивухин Д.В.	Общий курс физики. Том 5. Атомная и ядерная физика	Москва	«Физматлит»	2002	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/2315">https://e.lanbook.com/book/2315</a> ]
7	Мухин К.Н.	Экспериментальная ядерная физика. Т. 1, 2.	Санкт-Петербург	«Лань»	2021	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/167763">https://e.lanbook.com/book/167763</a> ]

8	Климанов В.А.	Физика ядерной медицины	Москва	НИЯУ МИФИ	2012	[ <a href="https://e.lanbook.com/book/75874">https://e.lanbook.com/book/75874</a> ] [ <a href="https://e.lanbook.com/book/75873">https://e.lanbook.com/book/75873</a> ]
9	А.П. Черняев, А.В. Белоусов, Е.Н. Лыкова	Взаимодействие Ионизирующего Излучения с веществом	Москва	Издательство	2019	[ <a href="http://nuclphys.sinp.msu.ru/mpf/07_Vzaimod_II.pdf">http://nuclphys.sinp.msu.ru/mpf/07_Vzaimod_II.pdf</a> ]

## 8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. ЭБС «Лань» на сайте <http://e.lanbook.com>.
2. ЭБС НИЯУ МИФИ на сайте <http://library.mephi.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента на сайте <https://www.studentlibrary.ru/>

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	ЭБС «Лань»	Физико-математические науки Технические науки
2	ЭБС НИЯУ МИФИ	Физико-математические науки Технические науки
3	ЭБС «Консультант студента	Физико-математические науки Технические науки
4	ЭБС «ZNANIUM.COM»	Физико-математические науки Технические науки

## 8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	MS Office (Word, Excel, Power Point)	оформление текста, создание презентаций
2	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
3	<a href="https://docs.google.com/">https://docs.google.com/</a> Документы, Таблицы, Формы, Презентации	оформление текста, создание презентаций

Таблица 8.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Физика	Физико-математические науки	<a href="https://og-ti.ru/">https://og-ti.ru/</a>

2	Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Техническая физика	<a href="https://journals.ioffe.ru/">https://journals.ioffe.ru/</a>
---	---	--------------------	---

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	<p><b>Учебная аудитория для проведения занятий № 101</b> посадочных мест — 16; площадь 59.42 кв.м. Специализированная мебель: учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 12 шт., стол преподавательский – 2 шт., стол компьютерный – 12 шт., стулья – 31 шт., кондиционер – 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка) – 10 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Программное обеспечение: ОС Windows XP, Microsoft Office 10</p>	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, д. 297



## 10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

– Конституцией Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 – ст. 43 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/) ;

– Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2021), ст. 5, 71, 79 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) ;

– Федеральным законом от 24.11.1995 №181-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» – Глава III. Ст. 9. ,Ст. 11. Глава IV. Ст. 1 – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_8559/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/) ;

– Федеральным законом «О ратификации Конвенции о правах инвалидов» от 03.05.2012 №46-ФЗ – [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_129200/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129200/) ;

– Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

– Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017 г. [https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl\\_7.5-15\\_ver\\_2.2\\_0.pdf](https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl_7.5-15_ver_2.2_0.pdf) ;

– Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (приложение к письму Минобрнауки от 16 апреля 2014 г. №05-785) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/) ;

– Требованиями к организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в профессиональных образовательных организациях, в том числе оснащённости образовательного процесса» (приложение к письму Минобрнауки от 18 марта 2014 г. №06-281) [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/) .

