

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  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ»**

Направление подготовки \_\_\_\_\_ *03.04.02 Физика*

Квалификация выпускника \_\_\_\_\_ *Магистр*

Магистерская программа \_\_\_\_\_ *Академическая магистратура*

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)
1	(108) 3	17	34	-	57	Зачет
<b>Итого</b>	<b>(108) 3</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>57</b>	<b>Зачет</b>

Димитровград  
2023 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 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	9
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	11
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	15
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	17
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	17

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** освоения дисциплины: формирование представления о физической картине окружающего мира, понимание взаимосвязи различных физических явлений и процессов в окружающем мире.

**Задачи:** изучение квантовых и релятивистских характеристик ядер, статических характеристик ядер, методов экспериментальных исследований ядер, методов теоретических исследований ядер.

## 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 03.04.02 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	Код наименование ОТФ
Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский					
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	Объекты использования источников нейтронизирующих и ионизирующих излучений	ПК-1 Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	3-ПК-1 знать методы проведения научных исследований выполнения опытно-конструкторских работ в области физики У-ПК-1 уметь самостоятельно формулировать цели, ставить задачи научных исследований в своей профессиональной сфере; решать физические задачи помощью современной аппаратуры информационных технологий использованием новейшего отечественного зарубежного опыта В-ПК-1 Владеть навыками работы на современной аппаратуре, оборудовании; навыками использования информационных технологий в своей профессиональной области	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»	D.7. Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ
Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры	Объекты использования источников нейтронизирующих и ионизирующих излучений	Способен планировать и организовывать мероприятия по осуществлению научных исследований в избранной области эксперименталь-	3-ПК-1.1 знать свойства и структуру физических процессов, происходящих в различных средах; теоретические основы и базовые представления научного исследования в выбранной области фундаментальной и (или)	Профессиональный стандарт «40.008. Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами»	D.7. Осуществление руководства разработкой комплексных проектов на всех стадиях и этапах выполнения работ

информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта		ной и (или) теоретической физики с помощью современной приборной базы	экспериментальной физики; основные современные методы расчета объекта научного исследования, использующие передовые инфокоммуникационные технологии У-ПК-1.1 уметь определять цели научной работы и способы их последовательного достижения, грамотно распределять рабочее время на достижение поставленных целей; управлять трудовыми ресурсами и работой персонала в малой научно-исследовательской группе В-ПК-1.1 владеть навыками организации эффективной совместной работы при проведении теоретических и экспериментальных исследований; прикладными программами для изучения различных физических процессов в электронных устройствах и биологических объектах		
---	--	---	--	--	--

В результате изучения дисциплины студент бакалавра должен:

Знать:

- теоретические основы современной физики атомного ядра и элементарных частиц;
- основные методы и теоретические модели, используемые в физике атомного ядра и элементарных частиц;

Уметь:

- пользоваться приборами, используемыми в физике атомного ядра и элементарных частиц;

Владеть:

- практическими навыками проведения расчётов параметров в рамках экспериментов.

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

Дисциплина Физика атомного ядра и элементарных частиц относится к части, формируемой участниками образовательных отношений) профессионального модуля учебного плана по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

### **4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **4.1 Объем дисциплины**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Физика атомного ядра и элементарных частиц составляет 3 зачетных единиц (ЗЕТ), 108 академических часов.

Таблица 4.1 - Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		1
<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>57</b>	57
– изучение теоретического курса	<b>25</b>	25
– домашние задачи	<b>32</b>	32
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	<b>Зачет</b>	Зачет
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	108

Таблица 4.2 - 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>1 семестр</b>										
1	Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Ускорители частиц, реакторы. Детекторы частиц.	2	4				6		12	ПК-1, ПК-1.1
2	Введение в физику элементарных частиц. Общие свойства ядерного вещества. Модели ядра. Типы распада и деления ядер. Взаимодействие ядер с э/магнитным излучением.	5	10				17		32	ПК-1, ПК-1.1
3	Основы теории ядерных реакций. Типы реакции. Исследование ядра в реакциях с быстрыми частицами.	5	10				17		32	ПК-1, ПК-1.1
4	Физика элементарных частиц и космология. Сверхновые.	5	10				17		32	ПК-1, ПК-1.1

	Нейтринная астро-физика.								
	ИТОГО:	17	34				57		108

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
1	1	<b>Вводная лекция</b> Содержание курса. Роль и место ядерной физики	0,5	
1	1.1	<b>Взаимодействие ядерных излучений с веществом</b> Общие понятия	0,5	
2	1.2	<b>Ускорители частиц, реакторы</b> Бетатроны, циклотроны, микротроны, линейные ускорителя, ускорители прямого действия, синхротроны, коллайдеры. Ядерные и термоядерные реакторы.	0,5	
2	1.3	<b>Детекторы частиц</b> Сцинтилляционные, черенковские, магнитные и детекторы переходного излучения. Пропорциональные и дрейфовые камеры. Полупроводниковые детекторы. Калориметры. Некоторые аспекты методик экспериментов, коллайдерные детекторы.	0,5	
3	2.	<b>Введение в физику элементарных частиц</b> Массы и квантовые числа элементарных частиц. Правила отбора для слабых, электромагнитных, сильных распадов. Изотопические свойства сильных взаимодействий. Модель кварков.	1	
3	2.1	<b>Общие свойства ядерного вещества</b> Основные характеристики ядер: плотность, заряд, спины ядер, четность, спектры возбуждения, ядерная нестабильность. Свойства ядерных сил, нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные оболочки. Энергия связи ядер. Изотопический спин. Аналоговые состояния. Барионные резонансы в ядрах.	1	
3	2.2	<b>Модели ядра</b> Капельная модель ядра. Модель ферми-газа. Одночастичная оболочечная модель. Средний ядерный потенциал. Спин-орбитальная связь. Остаточное взаимодействие. Обобщенная модель ядра. Коллективные эффекты в ядрах. Гигантские резонансы. Зарядово-обменные резонансы.	1	

4	2.3	<b>Бета-распад</b> Элементарная теория бета-распада. Правила отбора и форма бета-спектра, корреляционные характеристики. Разрешенные и запрещенные бета-переходы. Электронный захват. Нарушение четности в слабых взаимодействиях. Бета-распад нейтрона. Двойной двухнейтринный и безнейтринный бета-распад.	1	
4	2.4	<b>Другие типы распада и деление ядер</b> Испускание ядрами протонов, альфа-распад, деление, кластерные распады ядер. Запоздывающие процессы распада ядер. Нарушение четности при делении. Спонтанно делящиеся изомеры	1	
4	2.5	<b>Взаимодействие ядер с электромагнитным излучением</b> Мультипольные переходы и правила отбора для гамма-излучения. Внутренняя конверсия. Фото-ядерные реакции. Кулоновское возбуждение ядер. Гигантские мультипольные резонансы	1	
5	3	<b>Основы теории ядерных реакций</b> Законы сохранения. Принцип детального равновесия. Каналы реакции. Матрицы рассеяния. Оптическая модель взаимодействия нуклонов с ядрами.	1,25	
5	3.1	<b>Реакции с медленными нейтронами</b> Резонансный захват нейтронов. Формула Брейта—Вигнера. Рассеяние нейтронов ядрами. Рассеяние нейтронов кристаллами. Отражение и поляризация нейтронов. Дифракционное рассеяние. Нейтронная спектроскопия. Ультрахолодные нейтроны.	1,25	
6	3.2	<b>Прямые ядерные реакции</b> Неупругое рассеяние. Реакции передачи. Ядерные реакции перезарядки. Зарядовообменные резонансы.	1,25	
6	3.3	<b>Исследование ядра</b> Исследование с помощью $\gamma$ -квантов, быстрых электронов, мезонов, протонов. Мезоатомы. Гипер-, $\eta$ - и $\Delta$ - ядра. Кварки в ядрах.	1,25	
7	4	<b>Физика элементарных частиц и космология</b> Ранняя Вселенная. Происхождение легчайших элементов, барионная асимметрия Вселенной и проблема стабильности протона. Нуклеосинтез элементов в звездах. Основные ядерные реакции — источники энергии Солнца. Ядерные реакции в звездах в процессе эволюции. Модели звезд и эволюция звезд до взрыва сверхновой.	1,25	
7	4.1	<b>Сверхновые</b> Природа сверхновых. Механизм взрыва сверхновой. Роль нейтрино в коллапсе сверхновых. Обра-	1,25	

		зование нуклидов. Происхождение средних и тяжелых элементов. Космохронология.		
8	4.2	<b>Нейтринная астрофизика</b> Солнечные нейтрино. Современные детекторы солнечных нейтрино, проблема дефицита солнечных нейтрино, масса нейтрино и гипотеза нейтринных осцилляций. Наблюдение нейтрино от сверхновых. Поиски темной материи во Вселенной. Темная энергия.	1,25	
	4.3	<b>Заключительная лекция</b> Применение ускорителей, ядерных реакторов и ядерно-физических методов в промышленности, развитии новых технологий, медицине и биологии.	1,25	
Итого:			17	

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
1	1	<b>Основные понятия квантовой механики</b> Формула Де-Бройля. Соотношение неопределенности Гейзенберга.	1	
2	1.1	<b>Взаимодействие ядерных излучений с веществом</b>	1,5	
3	1.2	<b>Ускорители частиц, реакторы</b> Расчет энергетических потерь электрона и протона одинаковых энергий в кольцевом ускорителе. Расчет угла отклонения частицы в магнитном поле. Энергетическая выгода коллайдерных экспериментов. Энергетически эффективные термоядерные реакции. Ознакомление с работой ускорителей ФТИ ТПУ: бетатроном, циклотроном, микротроном, синхротроном, ускорителем Ван де Графа.	1,5	
4	2.1	<b>Введение в физику элементарных частиц</b> Систематика элементарных частиц.	2	
5	2.2	<b>Общие свойства ядерного вещества</b> Расчеты массы и энергий связи ядер. Спин и изотопический спин ядер.	2	
6	2.3	<b>Бета-распад</b> Расчеты некоторых характеристик бета-распада. Разбор эксперимента по обнаружению нарушения четности в слабых взаимодействиях.	2	
7	2.4	<b>Другие типы распада и деление ядер</b> Деление ядер на примере альфа-распада. Получение трансурановых и сверхтяжелых элементов.	2	
8	2.5	<b>Взаимодействие ядер с электромагнитным излучением</b>	2	



		Рассмотрение примеров мультипольных переходов и правил отбора для гамма-излучения.		
9-12	<b>3.1</b>	<b>Основы теории ядерных реакций</b> Примеры расчета кинематики ядерных реакций. Расчеты некоторых характеристик взаимодействия нуклонов с ядрами по оптической модели.	10	
13-16	<b>4.1</b>	<b>Физика элементарных частиц</b> Законы сохранения квантовых чисел. Кварковая модель.	10	
Итого:			34	

Таблица 4.5 – Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

Таблица 4.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	6
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	17
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Подготовка к текущему контролю (тестированию)	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
3	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	17
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
4	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	17
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Подготовка к промежуточному контролю (контрольная работа)	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
Итого:		57

## 5 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 фильма, 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.

## **6 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 03.04.02 Физика, ООП и рабочей программой дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц», 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;
- устный опрос.

### 1. Тестирование

Тесты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций в процессе освоения дисциплины.

Время выполнения 30 мин.

#### 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.

### 2. Устные опросы на практических занятиях

Пример устного опроса

1. Энергия связи ядра равна...?
2. Удельная энергия связи нуклонов в ядре лежит в диапазоне энергий:

3. Сечение рассеяния. Дифференциальное сечение рассеяния. Закон радиоактивного распада.
4. Формула Резерфорда.
5. Формула Мотта. Формфактор.
6. Энергия связи ядра в модели капли жидкости. Формула Вайцеккера.
7. Запишите выражение для магнитного момента ядра.
8. Объясните отличие между собственным и экспериментальным значениями квадрупольного момента ядра.
9. Записать выражение для порога реакции. Энергия реакции.
10. Понятие дефекта массы ядра.
11. Эффект Мессбауэра.
12. Определить размер ядра свинца,  $A = 208$ .
13. Определить спин ядра ( $A, Z$ ) в модели оболочек.
14. Какие значения может принимать изоспин ядра?
15. Связаны ли проекции изоспина частицы с какими-либо измеряемыми характеристиками частицы?
16. Перечислите виды фундаментальных взаимодействий в порядке убывания их интенсивности.
17. Взаимодействие между двумя кварками описывается потенциалом: ...
18. Причины отсутствия кварков в свободном состоянии.
19. Правило Гелл-Манна-Нашиджимы —: ...
20. Слабые распады могут быть следующих типов: ...
21. Перечислите известные Вам кварки: ...
22. Лептоны – это ...
23. Энергия переворота спина кварка относительно исходного состояния равна: ...
24. На кварковом уровне распад нейтрона с рождением протона: ...
25. Во всех видах взаимодействий сохраняются: ...
26. Из фермионов какого поколения состоит окружающий нас мир: ...
27.  $\alpha$  - распад.
28. Потенциал N-N взаимодействия равен:
29. Механизмы ядерных реакций.
30. Типы, радиусы и константы взаимодействий частиц.
31. Основные узлы диаграмм фундаментальных взаимодействий.
32. Законы сохранения в мире частиц.
33. Трудности кварковой модели. Цвет.
34. Переносчики взаимодействий между фундаментальными частицами и их характеристики.
35. Экранировка и антиэкранировка заряда.
36. Структура протона и нейтрона.
37. Систематика частиц. Супермультиплеты.
38. Доказательства существования кварков.
39. Спиральность.
40. CP – преобразование в слабых взаимодействиях.
41. Нарушение четности и зарядового сопряжения в слабых взаимодействиях.
42. Обращение времени. CPT – теорема.
43. Этапы
44. Асимптотическая свобода.
45.  $\beta$  - распад.
46.  $\gamma$  - распад.

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:

- контрольная работа.

**Контрольная работа**

Решение контрольной работы является одним из видов промежуточного контроля и оценки его знаний, умений и навыков, уровня сформированности компетенций при освоении учебного модуля «Физика атомного ядра и элементарных частиц».

Время выполнения 60 мин.

*Примерный вариант контрольной работы*

1. Вычислить кинетическую энергию протона с импульсом 5 МэВ/с.
2. Какая энергия выделится при образовании  $\alpha$ -частицы из двух дейтронов. Удельная энергия связи дейтрона 1,1 МэВ, ядра  ${}^4\text{He}$  — 7,07 МэВ.
3. Оценить угол, при котором в рассеянии электронов с энергией 600 МэВ на ядрах олова должен наблюдаться первый дифракционный минимум.
4. Кинетическая энергия  $\alpha$  - частиц, испускаемых  ${}^{226}\text{Ra}$  (атомная масса 226,02536 а.е.м.), равна 4,78 МэВ, а энергия отдачи конечного ядра  ${}^{222}\text{Rn}$  — 0,09 МэВ. Чему равна атомная масса  ${}^{222}\text{Rn}$ ?
5. Рассчитать доплеровское уширение спектральной линии с энергией 1 МэВ при комнатной температуре ( $T = 300 \text{ K}$ ).
6. Ядро  ${}^7\text{Li}$  захватывает медленный нейтрон и испускает  $\gamma$  - квант. Чему равна энергия этого  $\gamma$  - кванта?

**Промежуточный контроль** по результатам 1 семестра по дисциплине проходит в форме письменного зачета (теоретические вопросы и решения задач).

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

N п/ п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количе- ство экземпля- ров
<b>Основная литература</b>						
1	Савельев И.В.	«Курс физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц	Москва	«Лань»	2022	[https://e.lanbook.com/book/210611]
2	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	Москва	«Бином»	1998	50
<b>Дополнительная литература</b>						
3	Савельев И.В.	Сборник вопросов и задач по общей физике.	Москва	«Лань»	2019	[https://e.lanbook.com/book/125441]
4	Сивухин Д.В.	Общий курс физики: В 5 т. Т.V. Атомная и ядерная физика	Москва	«Физматлит»	2020	[https://e.lanbook.com/book/2313]
5	Зисман Г.А., Тодес О.М.	Курс общей физики. В 3 т. Том 3. Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц: учебное пособие	Москва	«Лань»	2022	[https://e.lanbook.com/book/206297]

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

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. ЭБС «Лань» на сайте
2. ЭБС НИЯУ МИФИ на сайте <http://library.mephi.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента на сайте <https://www.studentlibrary.ru/>
4. <https://urait.ru/> (Образовательная платформа Юрайт)

5. <https://www.studentlibrary.ru/> (Электронная библиотечная система "Консультант студента")
6. <http://www.knigafund.ru/> Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»
7. <ftp://elib.diti-mephi.ru> Электронно-библиотечная система ДИТИ НИЯУ МИФИ

Таблица 7.2 – 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	Электронно-библиотечная система ДИТИ НИЯУ МИФИ	Физико-математические науки

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

Таблица 7.3 – 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
4	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся

Таблица 7.4 – 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>
3	Образовательная платформа Юрайт	Физико-математические науки	<a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>



## 8 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	<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	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, д. 297

## 9 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 оснащенности 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 оснащенности 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/) .

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения 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)

**СОГЛАСОВАНО:**  
Заведующий выпускающей кафедрой

_____	_____	_____	_____
<i>наименование кафедры</i>	<i>личная подпись</i>	<i>расшифровка подписи</i>	<i>дата</i>
<b>Руководитель ООП,</b>	_____	_____	_____
<b>ученая степень, должность</b>	<i>личная подпись</i>	<i>расшифровка подписи</i>	<i>дата</i>