

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
«__» _____ 2022 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	18	18	-	72	Зачет
Итого	(108) 3	18	18	-	72	Зачет

Димитровград
2022 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.....	14
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	16

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 нейтрона 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	З-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 с 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

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
Контактная работа с преподавателем в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	36	36
– лекции		
– практические занятия		
Самостоятельная работа обучающихся в том числе:	72	72
– изучение теоретического курса		
– домашние задачи		
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Зачет	Зачет
Итого по дисциплине	108	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								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	Всего часов	
1 семестр										
1	Взаимодействие ядерных излучений с веществом. Ускорители частиц, реакторы. Детекторы частиц.	3	3				12		18	ПК-1, ПК-1.1
2	Введение в физику элементарных частиц. Общие свойства ядерного вещества. Модели ядра.	5	5				20		30	ПК-1, ПК-1.1

	Типы распада и деления ядер. Взаимодействие ядер с э/магнитным излучением.									
3	Основы теории ядерных реакций. Типы реакции. Исследование ядра в реакциях с быстрыми частицами.	5	5				20		30	ПК-1, ПК-1.1
4	Физика элементарных частиц и космология. Сверхновые. Нейтринная астрофизика.	5	5				20		30	ПК-1, ПК-1.1
ИТОГО:		18	18				72		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	Вводная лекция Содержание курса. Роль и место ядерной физики	0,75	
1	1.1	Взаимодействие ядерных излучений с веществом Общие понятия	0,75	
2	1.2	Ускорители частиц, реакторы Бетатроны, циклотроны, микротроны, линейные ускорителя, ускорители прямого действия, синхротроны, коллайдеры. Ядерные и термоядерные реакторы.	0,75	
2	1.3	Детекторы частиц Сцинтилляционные, черенковские, магнитные и детекторы переходного излучения. Пропорциональные и дрейфовые камеры. Полупроводниковые детекторы. Калориметры. Некоторые аспекты методик экспериментов, коллайдерные детекторы.	0,75	
3	2.	Введение в физику элементарных частиц Массы и квантовые числа элементарных частиц. Правила отбора для слабых, электромагнитных, сильных распадов. Изотопические свойства сильных взаимодействий. Модель кварков.	1	
3	2.1	Общие свойства ядерного вещества Основные характеристики ядер: плотность, заряд, спины ядер, четность, спектры возбуждения,	1	

		ядерная нестабильность. Свойства ядерных сил, нуклон-нуклонное взаимодействие. Ядерные оболочки. Энергия связи ядер. Изотопический спин. Аналоговые состояния. Барийонные резонансы в ядрах.		
3	2.2	Модели ядра 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	Бета-распад 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	Другие типы распада и деление ядер Испускание ядрами протонов, альфа-распад, деление, кластерные распады ядер. Запоздывающие процессы распада ядер. Нарушение четности при делении. Спонтанно делящиеся изомеры	1	
4	2.5	Взаимодействие ядер с электромагнитным излучением Мультипольные переходы и правила отбора для гамма-излучения. Внутренняя конверсия. Фото-ядерные реакции. Кулоновское возбуждение ядер. Гигантские мультипольные резонансы	1	
5	3	Основы теории ядерных реакций Законы сохранения. Принцип детального равновесия. Каналы реакции. Матрицы рассеяния. Оптическая модель взаимодействия нуклонов с ядрами.	1,25	
5	3.1	Реакции с медленными нейтронами 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	Прямые ядерные реакции Неупругое рассеяние. Реакции передачи. Ядерные реакции перезарядки. Зарядовообменные резонансы.	1,25	
6	3.3	Исследование ядра Исследование с помощью γ -квантов, быстрых электронов, мезонов, протонов. Мезоатомы. Ги-	1,25	

		пер-, η- и Δ- ядра. Кварки в ядрах.		
7	4	Физика элементарных частиц и космология 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	Сверхновые Природа сверхновых. Механизм взрыва сверхновой. Роль нейтрино в коллапсе сверхновых. Образование нуклидов. Происхождение средних и тяжелых элементов. Космохронология.	1,25	
8	4.2	Нейтринная астрофизика 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	Заключительная лекция Применение ускорителей, ядерных реакторов и ядерно-физических методов в промышленности, развитии новых технологий, медицине и биологии.	1,25	
Итого:			18	

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	Основные понятия квантовой механики Формула Де-Бройля. Соотношение неопределенности Гейзенберга.	1	
2	1.1	Взаимодействие ядерных излучений с веществом	1	
3	1.2	Ускорители частиц, реакторы 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	
4	2.1	Введение в физику элементарных частиц Систематика элементарных частиц.	1	
5	2.2	Общие свойства ядерного вещества	1	

		Расчеты массы и энергий связи ядер. Спин и изотопический спин ядер.		
6	2.3	Бета-распад Расчеты некоторых характеристик бета-распада. Разбор эксперимента по обнаружению нарушения четности в слабых взаимодействиях.	1	
7	2.4	Другие типы распада и деление ядер Деление ядер на примере альфа-распада. Получение трансурановых и сверхтяжелых элементов.	1	
8	2.5	Взаимодействие ядер с электромагнитным излучением Рассмотрение примеров мультипольных переходов и правил отбора для гамма-излучения.	1	
9-12	3.1	Основы теории ядерных реакций Примеры расчета кинематики ядерных реакций. Расчеты некоторых характеристик взаимодействия нуклонов с ядрами по оптической модели.	5	
13-16	4.1	Физика элементарных частиц Законы сохранения квантовых чисел. Кварковая модель.	5	
Итого:			18	

Таблица 4.5 – Лабораторные работы учебным планом не прусмотрены

Таблица 4.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	12
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	20
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Подготовка к текущему контролю (тестированию)	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
3	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	20
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
4	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	20
	Подготовка к лабораторным занятиям	
	Подготовка к промежуточному контролю (контрольная работа)	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
Итого:		72

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 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.

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 ν и массовым числом A ;
 - в. частотой характеристического излучения ν 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. α - 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. СРТ – теорема.
43. Этапы
44. Асимптотическая свобода.
45. β - распад.
46. γ - 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 α -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 α - 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 γ - квант. Чему равна энергия этого γ - 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
Основная литература						
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
Дополнительная литература						
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	https://docs.google.com/ 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	https://og-ti.ru/
2	Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Техническая физика	https://journals.ioffe.ru/
3	Образовательная платформа Юрайт	Физико-математические науки	https://urait.ru

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	Учебная аудитория для проведения занятий № 101 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/ ;

– 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/ ;

– 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/ ;

– Федеральным законом «О ратификации Конвенции о правах инвалидов» от 03.05.2012 №46-ФЗ – 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 ;

– 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/ ;

– 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/ .

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