

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 01/08-577

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ЯДЕРНУЮ ФИЗИКУ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 16.03.01 Техническая физика
[2] 16.03.02 Высокотехнологические плазменные и
энергетические установки

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	2	72	30	15	15		12	0	3
Итого	2	72	30	15	15	15	12	0	

АННОТАЦИЯ

Изучаются классификация и свойства элементарных и фундаментальных частиц, типы взаимодействий в природе и их проявление в ядерных процессах (стабильность и радиоактивность ядер, физика ядерных реакций при низких энергиях, деление и синтез), свойства и модели ядер. А также ядерные процессы в окружающем мире: образование элементов в природе, ядерные реакторы и перспективы термоядерного синтеза (ядерная энергетика).

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

1. Изучение:

- свойств элементарных частиц, а также свойств и проявлений сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий в микромире;
- элементов теории взаимодействия ядерных излучений с веществом;
- основных свойств ядер (масса, заряд, магнитный и электрические моменты, энергия связи, стабильность и т.д.);
- основных законов ядерной физики, в т.ч. механизмов ядерных реакций при разных энергиях и процессов распада, слияния и деления ядер (ядерная энергетика);
- механизмов возникновения и синтеза элементов в природе.

2. Выработка умений и навыков:

- рассчитывать закономерности взаимодействия ядерных излучений с веществом;
- рассчитывать основные характеристики ядер, проводить оценку вероятности их взаимодействий, распада, синтеза или деления;
- работы со спектрометрической аппаратурой;
- экспериментальных измерений характеристик элементарных частиц и ядер;
- работы со специальной научной литературой.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина входит в программу подготовки студентов, изучающих ядерную физику и технологии.

Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов общей физики, в том числе, разделов атомной физике, а также обладать базовыми знаниями из курса квантовой механики.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [2] – Способен использовать фундаментальные законы природы	З-ОПК-1 [2] – Знать фундаментальные законы природы и основные и основные законы естественнонаучных

и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	дисциплин У-ОПК-1 [2] – Уметь использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности; применять изученные закономерности к решению физических задач и анализировать полученные решения В-ОПК-1 [2] – Владеть умением выводить основные соотношения между физическими величинами, следующие из постулатов теории или из результатов эксперимента; умением применить основные законы естественнонаучных дисциплин при решении задач; анализировать полученные решения задач в профессиональной деятельности; проводить численные вычисления с требуемой степенью точности;
ОПК-1 [1] – Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	3-ОПК-1 [1] – Знать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин У-ОПК-1 [1] – Уметь использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности В-ОПК-1 [1] – Владеть способами использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-2 [2] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	3-ОПК-2 [2] – Знать основные понятия и методы математического, векторного и тезорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности У-ОПК-2 [2] – Уметь решать типовые задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности методами математического, векторного и тезорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности В-ОПК-2 [2] – Владеть методами математического, векторного и тезорного анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
ОПК-2 [1] – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	3-ОПК-2 [1] – Знать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики У-ОПК-2 [1] – Уметь применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности В-ОПК-2 [1] – Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач
УКЕ-1 [1, 2] – Способен	3-УКЕ-1 [1, 2] – знать: основные законы

использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1, 2] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
---	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
-----------------------------	-------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Введение. Взаимодействие излучения с веществом. Свойства и модели ядер.	1-8	15/8/8		25	СК-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1

2	Радиоактивность. Ядерные реакции и ядерная энергетика.	9-15	15/7/7		25	КИ-15	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/15/15		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	3	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
СК	Семестровый контроль
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	30	15	15
1-8	Введение. Взаимодействие излучения с веществом. Свойства и модели ядер.	15	8	8
1	Предмет: ядерная физика. Фундаментальные	Всего аудиторных часов		

	взаимодействия и классификация элементарных частиц. Античастицы и законы сохранения Предмет: ядерная физика. Фундаментальные взаимодействия и классификация элементарных частиц. Античастицы и законы сохранения	2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Наземные ускорители и космические лучи. Взаимодействие заряженных частиц и ядер с веществом. Ионизационные потери энергии. Наземные ускорители и космические лучи. Взаимодействие заряженных частиц и ядер с веществом. Ионизационные потери энергии.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
3	Радиационные потери энергии. Излучение Вавилова-Черенкова и переходное излучение. Упругое кулоновское рассеяние. Радиационные потери энергии. Излучение Вавилова-Черенкова и переходное излучение. Упругое кулоновское рассеяние.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
4	Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Электромагнитные и адронные каскады. Взаимодействие гамма-квантов с веществом. Электромагнитные и адронные каскады.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
5	Методы регистрации элементарных частиц и ядер. Основные понятия дозиметрии излучений. Методы регистрации элементарных частиц и ядер. Основные понятия дозиметрии излучений.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
6	Заряд, масса и радиус ядер. Заряд, масса и радиус ядер. Заряд, масса и радиус ядер. Энергия связи и свойства ядерных сил.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1
		Онлайн		
7	Пространственная четность, изотопический спин, электрические моменты, спин и магнитный момент ядер. Пространственная четность, изотопический спин, электрические моменты, спин и магнитный момент ядер.	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
8	Модели ядер: капельная и ферми-газа. Модели ядер: капельная и ферми-газа.	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
9	Модели ядер: оболочечная и обобщенная. Энергетические уровни нуклонов в ядре. Другие существующие модели. Модели ядер: оболочечная и обобщенная. Энергетические уровни нуклонов в ядре. Другие существующие модели.	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
9-15	Радиоактивность. Ядерные реакции и ядерная энергетика.	Всего аудиторных часов		
		15	7	7
		Онлайн		
10	Основные законы радиоактивного распада. α-распад. Основные законы радиоактивного распада. α -распад.	Всего аудиторных часов		
		3	1	1
		Онлайн		
11	β-распад и γ-излучение возбужденных ядер. Эффект Мёссбауэра.	Всего аудиторных часов		
		2	1	1

	β -распад и γ -излучение возбужденных ядер. Эффект Мёссбауэра.	Онлайн	0	0	0
12	Общие характеристики ядерных реакций и законы сохранения. Пороговая энергия и выход реакции. Ядерные реакции под действием заряженных частиц. Общие характеристики ядерных реакций и законы сохранения. Пороговая энергия и выход реакции. Ядерные реакции под действием заряженных частиц.	Всего аудиторных часов	2	1	1
		Онлайн	0	0	0
13	Механизм ядерной реакции прямого взаимодействия. Фотоядерные реакции. Механизм ядерной реакции прямого взаимодействия. Фотоядерные реакции.	Всего аудиторных часов	2	1	1
		Онлайн	0	0	0
14	Механизм протекания ядерной реакции через промежуточное ядро. Взаимодействие нейтронов с ядрами. Захват нейтронов. Механизм протекания ядерной реакции через промежуточное ядро. Взаимодействие нейтронов с ядрами. Захват нейтронов.	Всего аудиторных часов	2	1	1
		Онлайн	0	0	0
15	Ядерная энергетика на основе деления. Добыча, изготовление, обогащение и утилизация ядерного топлива. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика на основе деления. Добыча, изготовление, обогащение и утилизация ядерного топлива. Ядерные реакторы.	Всего аудиторных часов	2	1	1
		Онлайн	0	0	0
16	Ядерная энергетика на основе термоядерного синтеза. Образование элементов в природе. Ядерная энергетика на основе термоядерного синтеза. Образование элементов в природе.	Всего аудиторных часов	2	1	1
		Онлайн	0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
3 - 4	Прохождение гамма-квантов через вещество. Прохождение гамма-квантов через вещество.
5 - 6	50 Оценка средней энергии мюонов космического излучения на поверхности Земли. Оценка средней энергии мюонов космического излучения на поверхности Земли.

7 - 8	Исследование активации многокомпонентных образцов. Исследование активации многокомпонентных образцов.
9 - 10	Энергетический спектр и пространственное распределение замедляющихся тепловых нейтронов. Энергетический спектр и пространственное распределение замедляющихся тепловых нейтронов.
11 - 12	Установки для измерения β – активности. Установки для измерения β – активности.

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
1 - 2	Основные концепции физики элементарных частиц, наземные ускорители и космические лучи. Основные концепции физики элементарных частиц, наземные ускорители и космические лучи.
3 - 4	Взаимодействие заряженного излучения с веществом. Взаимодействие заряженного излучения с веществом.
5 - 6	Взаимодействие гамма кванта с веществом и методы регистрации элементарных частиц и ядер. Взаимодействие гамма кванта с веществом и методы регистрации элементарных частиц и ядер.
7 - 8	Основные характеристики ядер и ядерных сил. Основные характеристики ядер и ядерных сил.
9 - 10	Модели ядер. Модели ядер.
11 - 12	Радиоактивность. Радиоактивность.
13 - 14	Ядерные реакции. Ядерные реакции.
15 - 16	Ядерная энергетика Ядерная энергетика

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе проведения занятий используются активные и интерактивные формы обучения с применением информационных технологий и мультимедийного оборудования. Лабораторные работы проводятся в специализированном помещении на специализированном оборудовании.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
-------------	---------------------	-----------------------------------

ОПК-1	З-ОПК-1	3, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	3, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	3, СК-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	3, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-2	3, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-2	3, СК-8, КИ-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	3, СК-8, КИ-15
	У-УКЕ-1	3, СК-8, КИ-15
	В-УКЕ-1	3, СК-8, КИ-15
ОПК-1	З-ОПК-1	3, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-1	3, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-1	3, СК-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	3, СК-8, КИ-15
	У-ОПК-2	3, СК-8, КИ-15
	В-ОПК-2	3, СК-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Б 18 Квантовая механика : учебное пособие, Байков Ю. А., Кузнецов В. М., Москва: Лаборатория знаний, 2020
2. ЭИ И 83 Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие, Иродов И. Е., Москва: Лаборатория знаний, 2021
3. ЭИ А 50 Радиоактивность : учебное пособие, Калмыков С. Н., Алиев Р. А., Санкт-Петербург: Лань, 2022
4. ЭИ Г 83 Физика атома и атомных явлений : учебное пособие, Кычкин И. С., Григорьев Ю. М., Москва: Физматлит, 2015

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 К60 Ионизирующая радиация: воздействие, риски, общественное восприятие : , Колдобский А.Б., Москва: МИФИ, 2008
2. 539.1 О-52 Лептоны и кварки : , Окунь Л.Б., Москва: ЛКИ, 2008
3. 53 С34 Общий курс физики Т.5 Атомная и ядерная физика, Сивухин Д.В., : Физматлит, 2020
4. 539.1 Т58 Сборник задач по ядерной физике : , Топоркова Э.П., Борог В.В., Родионов Б.У., Москва: МИФИ, 2005
5. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.1 Нейтронная физика, , : МИФИ, 2008
6. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.2 Ядерные реакции, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
7. 539.1 С23 Сборник лабораторных работ по ядерной физике Ч.3 Элементарные частицы: свойства и взаимодействия, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013

8. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, Мухин К.Н., : Лань, 2008

9. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т. 2 Физика ядерных реакций, Мухин К.Н., : Лань, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

- Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.
- Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю.
- На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.
- В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач.
- Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.
- Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Необходимо при рассмотрении очередного раздела всегда подчеркивать взаимосвязь законов физики от микромира до масштабов вселенной

Необходимо подчеркивать знание процессов взаимодействия элементарных частиц.

Необходимо обращать внимание на методы регистрации частиц, на необходимость использования последних достижений в технике и методике измерений элементарных частиц на ускорителях

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности возвращаться к основным понятиям и методам решения задач.

Желательно использовать систему обозначений, принятую в рекомендованной литературе.

Автор(ы):

Майоров Андрей Георгиевич, к.ф.-м.н., доцент