

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 ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЙТРИНО, ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ И ВСЕ ТАКОЕ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
1	2	72	0	32	0		40	0	3
Итого	2	72	0	32	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина является введением в современную физику элементарных частиц. Основное внимание уделено влиянию фундаментальной физики на развитие науки в целом и на физику элементарных частиц в области нейтрино и темной материи, в частности. В данной дисциплине рассматриваются как теоретические аспекты физики частиц так и многие экспериментальные понятия. Также рассматривается необходимый математический аппарат для наилучшего понимания сути поставленного в курсе вопроса.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины является развитие понимания у студентов важности фундаментальной физики в современной науке в целом и физики элементарных частиц в частности, а также развитие умения постановки перед собой научных задач и умения предлагать и разрабатывать экспериментальные подходы для анализа физических законов и принципов при их решении.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимо освоение следующих дисциплин: общая физика, квантовая механика. Изучение этой дисциплины откроет возможность к изучению дисциплин: физика элементарных частиц, фундаментальные взаимодействия, астрофизика и космология.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить

	цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
--	---

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики	ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ; У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.; В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов.
проектный			
проектирование, создание и	ядерные реакторы энергетические	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и	З-ПК-5[1] - Знать основные физические

эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики	проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[1] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[1] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители и материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и	ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения ; У-ПК-6[1] - Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для

	математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики		новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; В-ПК-6[1] - Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения
--	---	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/16/0		25	СК-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-2,

							У-УК-2, В-УК-2
2	Второй раздел	9-16	0/16/0		25	КИ-16	В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-2, У-УК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-УК-2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		0/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2

* – 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
СК	Семестровый контроль
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	0	32	0
1-8	Первый раздел	0	16	0

1 - 8	Часть 1 Наука и общество Потребности общества. Нужна ли фундаментальная наука? Наука и практика: взаимосвязь – двигатель прогресса. Место физики элементарных частиц. Шкала энергий – пределы знаний. Ключевые проблемы естествознания: свойства нейтрино и антиматерия, скрытая масса Вселенной, темная материя, черные дыры. Наука и история Открытия в современном обществе. Есть ли предел возможностей? Как происходят открытия? Физика и математика Задачи физики и задачи математики. Как мы описываем объекты: скаляры, векторы, тензоры, спиноры. Арифметика, алгебра, геометрия. Теория Дирака Двухкомпонентные и четырехкомпонентные спиноры. Матрицы Паули и матрицы Дирака. Представления матриц. Решения уравнения. Античастицы.	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
1 - 8	Часть 1 Наука и общество Потребности общества. Нужна ли фундаментальная наука? Наука и практика: взаимосвязь – двигатель прогресса. Место физики элементарных частиц. Шкала энергий – пределы знаний. Ключевые проблемы естествознания: свойства нейтрино и антиматерия, скрытая масса Вселенной, темная материя, черные дыры. Наука и история Открытия в современном обществе. Есть ли предел возможностей? Как происходят открытия? Физика и математика Задачи физики и задачи математики. Как мы описываем объекты: скаляры, векторы, тензоры, спиноры. Арифметика, алгебра, геометрия. Теория Дирака Двухкомпонентные и четырехкомпонентные спиноры. Матрицы Паули и матрицы Дирака. Представления матриц. Решения уравнения. Античастицы.	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	16	0
9 - 16	Часть 2 Нейтринные осцилляции Солнечные нейтрино. История Бруно Понтекорво. Экспериментальная сторона физики нейтрино Современные эксперименты по регистрации нейтрино. Пример нейтрино: от Райнеса до Гипер-Камиоканде. Природа скрытой массы Вселенной История открытия, свидетельства существования.	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
9 - 16	Часть 2 Нейтринные осцилляции Солнечные нейтрино. История Бруно Понтекорво. Экспериментальная сторона физики нейтрино Современные эксперименты по регистрации нейтрино.	Всего аудиторных часов		
		0	16	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Пример нейтрино: от Райнеса до Гипер-Камиоканде. Природа скрытой массы Вселенной История открытия, свидетельства существования.			
--	---	--	--	--

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 СЕМИНАРОВ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>1 Семестр</i>
1 - 8	Часть 1 Наука и общество Потребности общества. Нужна ли фундаментальная наука? Наука и практика: взаимосвязь – двигатель прогресса. Место физики элементарных частиц. Шкала энергий – пределы знаний. Ключевые проблемы естествознания: свойства нейтрино и антиматерия, скрытая масса Вселенной, темная материя, черные дыры. Наука и история Открытия в современном обществе. Есть ли предел возможностей? Как происходят открытия? Физика и математика Задачи физики и задачи математики. Как мы описываем объекты: скаляры, векторы, тензоры, спиноры. Арифметика, алгебра, геометрия. Теория Дирака Двухкомпонентные и четырехкомпонентные спиноры. Матрицы Паули и матрицы Дирака. Представления матриц. Решения уравнения. Античастицы.
1 - 8	Часть 1 Наука и общество Потребности общества. Нужна ли фундаментальная наука? Наука и практика: взаимосвязь – двигатель прогресса. Место физики элементарных частиц. Шкала энергий – пределы знаний. Ключевые проблемы естествознания: свойства нейтрино и антиматерия, скрытая масса Вселенной, темная материя, черные дыры. Наука и история Открытия в современном обществе. Есть ли предел возможностей? Как происходят открытия? Физика и математика Задачи физики и задачи математики. Как мы описываем объекты: скаляры, векторы, тензоры, спиноры. Арифметика, алгебра, геометрия. Теория Дирака Двухкомпонентные и четырехкомпонентные спиноры. Матрицы Паули и матрицы Дирака. Представления матриц. Решения уравнения. Античастицы.
9 - 16	Часть 2

	Нейтринные осцилляции Солнечные нейтрино. История Бруно Понтекорво. Экспериментальная сторона физики нейтрино Современные эксперименты по регистрации нейтрино. Пример нейтрино: от Райнеса до Гипер-Камиоканде. Природа скрытой массы Вселенной История открытия, свидетельства существования.
9 - 16	Часть 2 Нейтринные осцилляции Солнечные нейтрино. История Бруно Понтекорво. Экспериментальная сторона физики нейтрино Современные эксперименты по регистрации нейтрино. Пример нейтрино: от Райнеса до Гипер-Камиоканде. Природа скрытой массы Вселенной История открытия, свидетельства существования.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Занятия проводятся в интерактивной форме. Во время лекции лектор постоянно обращается к аудитории с вопросами как на знание пройденного материала, так и озадачивающими студентов поднимаемой проблемой в рамках обсуждаемой темы.

Большинство лекционных занятия проводится с использованием презентаций.

6. 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)
ПК-3	З-ПК-3	З, СК-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, СК-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, СК-8, КИ-16
ПК-5	З-ПК-5	З, СК-8, КИ-16
	У-ПК-5	З, СК-8, КИ-16
	В-ПК-5	З, СК-8, КИ-16
ПК-6	З-ПК-6	З, СК-8, КИ-16
	У-ПК-6	З, СК-8, КИ-16
	В-ПК-6	З, СК-8, КИ-16
УК-1	З-УК-1	З, СК-8, КИ-16
	У-УК-1	З, СК-8, КИ-16
	В-УК-1	З, СК-8, КИ-16
УК-2	З-УК-2	З, СК-8, КИ-16
	У-УК-2	З, СК-8, КИ-16
	В-УК-2	З, СК-8, КИ-16

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-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Важным условием обучения является систематическое посещение учебных занятий, т.к. значительная часть излагаемого материала, основанная на современных научных результатах, отсутствует в учебных пособиях. Лекции читаются как с использованием доски, так и проектора (в виде презентаций).

При подготовке к зачету или опросу на лекции важно обратить внимание на взаимосвязь излагаемых в учебных курсах вопросов, и особенно, на физические принципы, лежащие в основе рассматриваемых вопросов. Их рассмотрению уделяется значительное внимание на лекциях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

В течение лекции важно поддерживать интерактивную связь между лектором и студентами в форме вопросов к аудитории. Важно задавать вопросы на владение материалом прошедших лекций, а также других смежных курсов. Важно, чтобы студенты понимали связь между различными дисциплинами и формами знаний и необходимость комплексного овладения предметом. Вопросы должны вызывать интерес студентов к излагаемому материалу, приводя их к творческому участию в изложении лекции.

Важной особенностью этого курса является то, что со многими понятиями и методами студенты встречаются фактически впервые. Поэтому необходимо точное и подробное описание используемой в курсе терминологии. Необходимо постоянно подчеркивать актуальность курса на конкретных примерах, проводящихся в настоящее время исследований в физике элементарных частиц.

Автор(ы):

Скорохватов Михаил Дмитриевич, д.ф.-м.н.,
профессор

Ильясов Айдар Иршатович