

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 ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УВЛЕКАТЕЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика
[2] 14.04.02 Ядерные физика и технологии
[3] 22.04.01 Материаловедение и технологии
материалов

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
2, 2	2	72	0	30	0		42	0	3
Итого	2	72	0	30	0	0	42	0	

АННОТАЦИЯ

В рамках курса в популярной и занимательной форме рассматриваются наиболее интересные вопросы ядерной физики и физики элементарных частиц, рассказывается о старых и самых последних достижениях этих наук, а также о ещё не решенных проблемах. Обсуждаются различные проявления ядерной физики в окружающем мире и её взаимосвязь с другими областями знаний. Большое внимание уделяется применению ядерно-физических методов в энергетике, промышленности, космонавтике, медицине, химии, геологии, археологии, криминалистике и др. Важную роль ядерная физика играет в фундаментальной науке: рассматриваются её применения в астрофизике и космологии, изучении физики Солнца и солнечно-земных связей. В лекциях в виде краткого конспекта даются основные положения ядерной физики и физики элементарных частиц для лучшего понимания предмета. Предлагая курс слушателям, автор основывался на интересном опыте знакомства с книгой К.Н. Мухина "Занимательная ядерная физика", из которой были заимствованы несколько актуальных сегодня тем.

Курс предназначен для широкого круга слушателей.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В рамках курса в популярной и занимательной форме рассматриваются наиболее интересные вопросы ядерной физики и физики элементарных частиц, рассказывается о старых и самых последних достижениях этих наук, а также о ещё не решенных проблемах. Обсуждаются различные проявления ядерной физики в окружающем мире и её взаимосвязь с другими областями знаний. Большое внимание уделяется применению ядерно-физических методов в энергетике, промышленности, космонавтике, медицине, химии, геологии, археологии, криминалистике и др. Важную роль ядерная физика играет в фундаментальной науке: рассматриваются её применения в астрофизике и космологии, изучении физики Солнца и солнечно-земных связей. В лекциях в виде краткого конспекта даются основные положения ядерной физики и физики элементарных частиц для лучшего понимания предмета. Предлагая курс слушателям, автор основывался на интересном опыте знакомства с книгой К.Н. Мухина "Занимательная ядерная физика", из которой были заимствованы несколько актуальных сегодня тем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина "Увлекательная ядерная физика" входит в программу подготовки магистров ИФиТ НИЯУ МИФИ.

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-3 [2] – Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	З-УК-3 [2] – Знать: методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства У-УК-3 [2] – Уметь: разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели В-УК-3 [2] – Владеть: умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом
УК-4 [2] – Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	З-УК-4 [2] – Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия У-УК-4 [2] – Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия В-УК-4 [2] – Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий
УКЦ-2 [2] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [2] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [2] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [2] – Владеть навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий

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			
проведении исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий	методы и средства испытаний и диагностики, исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий, все виды исследовательского, контрольного и испытательного оборудования, аналитической аппаратуры, компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик	ПК-2 [3] - Способен понимать физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов, проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-2[3] - Знать основные физические и химические процессы, протекающие в материалах при их получении, обработке и модифицировании, ; У-ПК-2[3] - Уметь использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов;; В-ПК-2[3] - Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания.
1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических моделей состояния вещества, взаимодействия лазерного и ионизирующего излучения с веществом;	1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и обработки данных для ядерных и физических установок математические модели для теоретического и	ПК-4 [2] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач <i>Основание:</i>	3-ПК-4[2] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической

создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах, ускорителях, коллайдерах, масс-спектрометрах; создание методов расчета разделения изотопных и молекулярных смесей; создание современных электронных устройств сбора и обработки информации, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучений; разработка методов повышения безопасности ядерных и лазерных установок, материалов и технологий; разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды	экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер и их излучений	Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[2] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[2] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач
исследования, разработки и технологии, направленные на регистрацию и обработку информации, разработку теории, создание и применение установок и систем в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, физики разделения изотопных и молекулярных смесей, физики	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника,	ПК-7 [1] - способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028	З-ПК-7[1] - знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; ; У-ПК-7[1] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-7[1] - владеть современными пакетами прикладных

быстропротекающих процессов, радиационной медицинской физики, радиационного материаловедения, исследования неравновесных физических процессов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, ядерно-физических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками.	электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, конденсированного состояния вещества, ядерных реакторов, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		компьютерных программ
проектный			
4 Формирование целей проекта (программы) решения задач,	4 Математические модели для теоретических,	ПК-5 [2] - Способен проводить расчет и проектирование	3-ПК-5[2] - Знать основные физические законы

критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	экспериментальных и прикладных проектов по исследованию явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, включая экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности гражданских объектов	физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011	и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок ; У-ПК-5[2] - Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок; В-ПК-5[2] - Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
4 Формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение	4 Математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных проектов по исследованию явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, включая	ПК-6 [2] - 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: 24.028,	3-ПК-6[2] - 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

компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности гражданских объектов	24.078, 40.008, 40.011	возникновения ; У-ПК-6[2] - Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения; В-ПК-6[2] - 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
производственно-технологический			
5 Разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов и экспериментов в смежных областях науки и техники, способов применения ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование,	5 Современный ядерно-физический эксперимент, современные детекторные системы и электронные системы сбора и обработки данных для ядерно-физических установок, математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер	ПК-9 [2] - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок, выполнять технико-экономические расчеты <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	3-ПК-9[2] - Знать регламент эксплуатации и ремонта современных физических установок ; У-ПК-9[2] - Уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок; В-ПК-9[2] - Владеть навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта

развитие, технология, производство			современных физических установок
экспертный			
7 Анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в наукоемком производстве, экологии и безопасности и другим нормативным актам; оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню; рецензирование проектов, заявок, технических заданий, рефератов и отчетов	7 Научные исследования, разработки и технологии, направленные на регистрацию данных, сбор и обработку научной информации; создание и применение экспериментальных методов, установок и систем в области физики ядра, частиц, космических лучей и астрофизики	ПК-11 [2] - Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	З-ПК-11[2] - Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ; У-ПК-11[2] - Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11[2] - владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
совокупность средств, способов и методов	ядерные реакторы и энергетические	ПК-12 [2] - Способен объективно оценить	З-ПК-12[2] - Знать основные критерии

человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, 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, перспективные методы преобразования энергии.	предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню ; У-ПК-12[2] - Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение; В-ПК-12[2] - Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам
---	---	--	---

4. 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>2 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/16/0	Т-8 (25)	25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4,

							3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-15	0/14/0	Т-15 (25)	25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12,

							У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	3	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-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
Т	Тестирование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	0	30	0
1-8	Первый раздел	0	16	0
1	Что такое ядерная физика? Основные положения ядерной физики и физики элементарных частиц. Описание и сравнение всех известных фундаментальных взаимодействий, их проявления в окружающем мире. Можно ли промоделировать на суперкомпьютере всю Вселенную и теряется ли информация в чёрных дырах.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
1	Что такое ядерная физика? Основные положения ядерной физики и физики элементарных частиц. Описание и сравнение всех известных фундаментальных взаимодействий, их проявления в окружающем мире. Можно ли промоделировать на суперкомпьютере всю Вселенную и теряется ли информация в чёрных дырах.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Свойства ядер, ядерных сил и квантовая механика. Атомные ядра и их свойства. Перезарядка нуклонов и предсказание мезонов. Виртуальные и реальные частицы. Ядерное время. Описание атомных ядер методами квантовой механики. Многонуклонное взаимодействие и численное моделирование атомных ядер. Радиоактивные превращения атомных ядер и уравнение Шрёдингера. Предсказание позитрона и уравнение Дирака. Проблема отцов и детей.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Свойства ядер, ядерных сил и квантовая механика. Атомные ядра и их свойства. Перезарядка нуклонов и предсказание мезонов. Виртуальные и реальные частицы. Ядерное время. Описание атомных ядер методами квантовой механики. Многонуклонное взаимодействие и численное моделирование атомных ядер. Радиоактивные превращения атомных ядер и уравнение Шрёдингера. Предсказание позитрона и уравнение Дирака. Проблема отцов и детей.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Сверхтяжёлые элементы и сверхплотные формы материи	Всего аудиторных часов		
		0	2	0

	Энергия связи атомного ядра и островок стабильных сверхтяжёлых ядер. Где кончается таблица Менделеева и фабрика сверхтяжёлых элементов. Поиск сверхтяжёлых ядер в космическом излучении, метеориты и программа Платон. Нейтронные звёзды - самые большие ядра во Вселенной. Существуют ли сверхплотные состояния ядерной материи и может ли Вселенная однажды к ним перейти. Ядерные взаимодействия: виды ядерных реакций и законы сохранения.	Онлайн		
		0	0	0
3	Сверхтяжёлые элементы и сверхплотные формы материи Энергия связи атомного ядра и островок стабильных сверхтяжёлых ядер. Где кончается таблица Менделеева и фабрика сверхтяжёлых элементов. Поиск сверхтяжёлых ядер в космическом излучении, метеориты и программа Платон. Нейтронные звёзды - самые большие ядра во Вселенной. Существуют ли сверхплотные состояния ядерной материи и может ли Вселенная однажды к ним перейти. Ядерные взаимодействия: виды ядерных реакций и законы сохранения.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Ядерная физика и теории относительности (1). Применение ядерной физики и её методов для проверки теорий относительности Эйнштейна: есть ли отличия между массой и энергией, что такое аннигиляция?, верны ли эффекты замедления времени и сокращения размеров. Атомные часы, система глобального позиционирования и релятивистская геодезия.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Ядерная физика и теории относительности (1). Применение ядерной физики и её методов для проверки теорий относительности Эйнштейна: есть ли отличия между массой и энергией, что такое аннигиляция?, верны ли эффекты замедления времени и сокращения размеров. Атомные часы, система глобального позиционирования и релятивистская геодезия.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Ядерная физика и теории относительности (2). Гамма-излучение возбуждённых ядер и эффект Мёссбауэра. Красное смещение электромагнитных волн. Гравитационное красное смещение и его измерение методами ядерной физики.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Ядерная физика и теории относительности (2). Гамма-излучение возбуждённых ядер и эффект Мёссбауэра. Красное смещение электромагнитных волн. Гравитационное красное смещение и его измерение методами ядерной физики.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Ядерная энергетика (1). О "переходе массы в энергию". Капельная модель ядра и теория деления. Цепная реакция деления. Первые реакторы и современные атомные электростанции (АЭС). Аварии на АЭС и их последствия. Фундаментальные эксперименты рядом с АЭС. Природные ядерные реакторы. Атомная бомба.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Ядерная энергетика (1).	Всего аудиторных часов		

	О "переходе массы в энергию". Капельная модель ядра и теория деления. Цепная реакция деления. Первые реакторы и современные атомные электростанции (АЭС). Аварии на АЭС и их последствия. Фундаментальные эксперименты рядом с АЭС. Природные ядерные реакторы. Атомная бомба.	0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Ядерная энергетика (2). Атомные реакторы на самолётах, кораблях и подводных лодках. Радиоизотопный термоэлектрический генератор. Генераторы энергии на полярных станциях, маяках, метеостанциях и космических аппаратах. Обеспечение энергией будущих колоний на Луне и Марсе. Портативная ядерная батарейка и "вечное" сердце для человека.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Ядерная энергетика (2). Атомные реакторы на самолётах, кораблях и подводных лодках. Радиоизотопный термоэлектрический генератор. Генераторы энергии на полярных станциях, маяках, метеостанциях и космических аппаратах. Обеспечение энергией будущих колоний на Луне и Марсе. Портативная ядерная батарейка и "вечное" сердце для человека.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Ядерная энергетика (3). Реакции термоядерного синтеза. Первичный нуклеосинтез (первые 3 минуты Вселенной). Термоядерные реакции в звёздах и синтез элементов до железа. Химический состав Солнечной системы. Как образовались элементы тяжелее железа: сверхновые и слияния нейтронных звёзд. Искусственный термоядерный реактор, топливо для него и неограниченная энергия. Водородная бомба.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Ядерная энергетика (3). Реакции термоядерного синтеза. Первичный нуклеосинтез (первые 3 минуты Вселенной). Термоядерные реакции в звёздах и синтез элементов до железа. Химический состав Солнечной системы. Как образовались элементы тяжелее железа: сверхновые и слияния нейтронных звёзд. Искусственный термоядерный реактор, топливо для него и неограниченная энергия. Водородная бомба.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Второй раздел	0	14	0
9	Ядерная физика и математика. Три типа задач о взаимосвязи ядерной физики и математики. Игра в рулетку, бумажный человечек и метод Монте-Карло. Взаимодействия частиц с веществом и его моделирование численными методами. Geant4 и другие численные пакеты. Применение машинного обучения в задачах ядерной физики, физики элементарных частиц и астрофизики.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	Ядерная физика и математика. Три типа задач о взаимосвязи ядерной физики и математики. Игра в рулетку, бумажный человечек и метод Монте-Карло. Взаимодействия частиц с веществом и его моделирование численными методами. Geant4 и другие численные пакеты. Применение машинного обучения в задачах ядерной физики, физики элементарных частиц и	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	астрофизики.			
10	Ядерная физика и химия/промышленность. Открытие искусственной позитронной и электронной радиоактивности. Методы носителя и Сцилларда-Чалмерса. Свойства осколков деления. Ионообменная хроматография. Плутоний. Ультрамикрoхимия: (элементов) очень мало, (они) очень похожи, (и) очень быстро распадаются. Масс-спектрометрия одного атома. Дефектоскопия и определение химического состава образца.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Ядерная физика и химия/промышленность. Открытие искусственной позитронной и электронной радиоактивности. Методы носителя и Сцилларда-Чалмерса. Свойства осколков деления. Ионообменная хроматография. Плутоний. Ультрамикрoхимия: (элементов) очень мало, (они) очень похожи, (и) очень быстро распадаются. Масс-спектрометрия одного атома. Дефектоскопия и определение химического состава образца.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Ядерная физика и медицина. Портативные радиозонды и "сердце" на ядерной батарее. Измерение скорости и объёма кровотока. Радиоактивность человека. Накопление радиоактивных элементов разными органами. Диагностика и определение заболеваний. Волновая и корпускулярная лучевая терапия. Стерилизация всего: от медицинских инструментов до продуктов питания. Рентгеновский аппарат и природный радиационный фон.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Ядерная физика и медицина. Портативные радиозонды и "сердце" на ядерной батарее. Измерение скорости и объёма кровотока. Радиоактивность человека. Накопление радиоактивных элементов разными органами. Диагностика и определение заболеваний. Волновая и корпускулярная лучевая терапия. Стерилизация всего: от медицинских инструментов до продуктов питания. Рентгеновский аппарат и природный радиационный фон.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Ядерная физика и неожиданные виды томографии. Мюонная томография: что скрыто внутри пирамид, как заглянуть внутрь реактора аварийной АЭС и предсказать извержения вулканов. Определение массы Земли при помощи нейтрино.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Ядерная физика и неожиданные виды томографии. Мюонная томография: что скрыто внутри пирамид, как заглянуть внутрь реактора аварийной АЭС и предсказать извержения вулканов. Определение массы Земли при помощи нейтрино.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Ядерная физика и (космо)археология. Хронология древностей. Радиоуглеродный и другие методы датировки. Трудности измерений: что использовать в качестве часов и как определить уровень солнечной активности тысячи и миллионы лет назад.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Определение возраста Земли и расположения континентов в прошлом. Самые древние астрофизические объекты и оценка возраста Вселенной.			
13	Ядерная физика и (космо)археология. Хронология древностей. Радиоуглеродный и другие методы датировки. Трудности измерений: что использовать в качестве часов и как определить уровень солнечной активности тысячи и миллионы лет назад. Определение возраста Земли и расположения континентов в прошлом. Самые древние астрофизические объекты и оценка возраста Вселенной.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Ядерная физика и астрофизика/космология. Загадка солнечных нейтрино. Свойства нейтрино: масса и осцилляции. Двойной бета-распад и тождественность нейтрино и антинейтрино. Нарушения законов сохранения в физике элементарных частиц, путешествия в прошлое и барионная асимметрия Вселенной. Сверхновые типа Ia как стандартные свечи, знаменитый закон Хаббла и расширение Вселенной. Гамма-источники во Вселенной, гравитационные волны и размерность пространства-времени.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Ядерная физика и астрофизика/космология. Загадка солнечных нейтрино. Свойства нейтрино: масса и осцилляции. Двойной бета-распад и тождественность нейтрино и антинейтрино. Нарушения законов сохранения в физике элементарных частиц, путешествия в прошлое и барионная асимметрия Вселенной. Сверхновые типа Ia как стандартные свечи, знаменитый закон Хаббла и расширение Вселенной. Гамма-источники во Вселенной, гравитационные волны и размерность пространства-времени.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Ядерная физика и космические исследования. Влияние космического излучения на живые организмы: эксперименты на МКС и космический аппарат БИОН, влияние близких сверхновых на эволюцию живых организмов и массовые вымирания. Космический загар, возникновение полярных сияний и беспокойный сон космонавтов. Радиационная химия, физика, биология. Полёты в дальний космос и колонизация других планет. Поиск воды на Марсе.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Ядерная физика и космические исследования. Влияние космического излучения на живые организмы: эксперименты на МКС и космический аппарат БИОН, влияние близких сверхновых на эволюцию живых организмов и массовые вымирания. Космический загар, возникновение полярных сияний и беспокойный сон космонавтов. Радиационная химия, физика, биология. Полёты в дальний космос и колонизация других планет. Поиск воды на Марсе.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе проведения лекций используется мультимедийное оборудование, иллюстративный материал в форме компьютерных презентаций и образовательных материалов из Интернет.

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-11	З-ПК-11	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-11	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-11	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-12	З-ПК-12	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-12	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-12	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-6	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-9	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-9	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УК-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-1	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
УК-3	З-УК-3	З, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15

	У-УК-3	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-3	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
УК-4	З-УК-4	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УК-4	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-4	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
УКЦ-2	З-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-2	З-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-2	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
ПК-7	З-ПК-7	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-ПК-7	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-ПК-7	3, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-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-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

Самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа студентов является одним из основных видов познавательной деятельности, направленной на более глубокое и разностороннее изучение материалов дисциплины «Увлекательная ядерная физика». Основная часть времени, предусмотренного для самостоятельной работы студентов по дисциплине, отводится на подготовку к лекционным занятиям и итоговому контролю (зачету). Студенты должны прочитать рекомендованные преподавателем учебные и научные материалы.

Самостоятельная аудиторная работа студентов включает обязательное посещение лекций, их конспектирование в тетради. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов включает обязательное выполнение домашних заданий, разбор лекционного материала.

Результаты выполнения самостоятельной работы проверяются и оцениваются преподавателем в ходе текущего (промежуточного, итогового) контроля в соответствии с рейтинговой системой оценки и учета успеваемости, учебным планом (расписанием занятий, зачётно-экзаменационной сессии).

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Перед занятиями предоставить студентам учебный план проведения лекций и список рекомендованной литературы.

На лекции основное внимание следует уделять не формулами и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

Проводить регулярный выборочный контроль знаний студентов.

Автор(ы):

Роденко Светлана Александровна

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