

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

411 ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ОФИСА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ (М)

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

УВЛЕКАТЕЛЬНАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии
[2] 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика
[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, экс./зач./КР/КП
2	2	72	0	30	0	42	0	3
Итого	2	72	0	30	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.

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 «Происхождение Вселенной» входит в программу подготовки магистров ИЯФиТ НИЯУ МИФИ

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен формулировать цели и задачи	3-ОПК-1 [1] – знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и

<p>исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач</p>	<p>методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов У-ОПК-1 [1] – уметь: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты В-ОПК-1 [1] – владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно- исследовательских работ по предложенной теме.</p>
<p>ОПК-3 [1] – Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p>	<p>3-ОПК-3 [1] – Знать: основы оформления результатов научно- исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ. У-ОПК-3 [1] – Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ. В-ОПК-3 [1] – Владеть: навыками оформления результатов научно- исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p>
<p>ОПК-2 [2] – Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>3-ОПК-2 [2] – Знать современные методы исследования; принятые критерии оценки в данной области профессиональной деятельности У-ОПК-2 [2] – Уметь применять известные методы исследования в зависимости от конкретных целей и задач; представлять результаты проделанной работы В-ОПК-2 [2] – Владеть базовыми методами проведения исследования</p>
<p>УК-1 [2] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>3-УК-1 [2] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации У-УК-1 [2] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации В-УК-1 [2] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>
<p>ОПК-1 [3] – Способен решать</p>	<p>3-ОПК-1 [3] – Знать основы физики конденсированного</p>

производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов	состояния, современны представления о структуре материалов и технологических процессов получения конструкционных и функциональных материалов; У-ОПК-1 [3] – Уметь решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области материаловедения и технологии материалов; В-ОПК-1 [3] – владеть навыками исследования материалов и производственной деятельности в области материаловедения.
УКЦ-2 [1] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [1] – Знать основные цифровые платформы, технологи и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [1] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [1] – 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
	экспертный		
совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию	ядерные реакторы и энергетические 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,	ПК-12 [1] - Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.011	З-ПК-12[1] - Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню ; У-ПК-12[1] - Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение; В-ПК-12[1] - Владеть навыками

	<p>программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.</p>		<p>подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам</p>
<p>анализ технических и расчетно-теоретических разработок, учет их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии и безопасности и другим нормативным актам; оценка соответствия предлагаемого решения достигнутому мировому уровню; рецензирование проектов, заявок, технических заданий, отчетов</p>	<p>исследования, разработка и технологии, направленные на регистрацию и обработку информации, разработку теории, создание и применение установок и систем в области физики ядра, частиц, космических лучей, астрофизики, распространения и взаимодействия излучения с веществом</p>	<p>ПК-11 [1] - 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</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.011</p>	<p>З-ПК-11[1] - Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ; У-ПК-11[1] - 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[1] - владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области</p>

			промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам
научно- исследовательский			
проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию	ядерные реакторы, термоядерные и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов и бланкетов термоядерных 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, перспективные методы преобразования энергии	ПК-7 [2] - 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[2] - знать новые методы совершенствования действующих технологических процессов; ; У-ПК-7[2] - уметь анализировать информационные документы с результатами научных исследований;; В-ПК-7[2] - владеть современными пакетами прикладных компьютерных программ
проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых	атомное ядро, элементарные частицы и космические лучи,	ПК-4 [1] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и	З-ПК-4[1] - Знать: цели и задачи проводимых исследований;

<p>задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой; разработка методов и приборов для регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники</p>	<p>математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, космических лучей</p>	<p>теоретические исследования для решения научных и производственных задач</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011</p>	<p>основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных ; У-ПК-4[1] - Уметь: применять методы проведения экспериментов; использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения; оформлять результаты научно-исследовательских работ; В-ПК-4[1] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и производственных задач</p>
<p>научно-исследовательский</p>			
<p>проведении исследований и разработок новых материалов и композиций, научных и прикладных экспериментов по созданию новых процессов получения и обработки материалов, а также изделий</p>	<p>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,</p>	<p>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,</p>	<p>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</p>

	компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа полученных данных, моделирования поведения материалов, оценки и прогнозирования их эксплуатационных характеристик	проводить комплексные исследования, применяя стандартные и сертификационные испытания <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств материалов;; В-ПК-2[3] - Владеть навыками проведения комплексных исследований, применяя стандартные и сертификационные испытания.
	проектный		
использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий	разработка ядерно-физических установок, обеспечение ядерной и радиационной безопасности, систем контроля и автоматизированного управления ядерно-физическими установками, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных объектов	ПК-5 [1] - Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011	З-ПК-5[1] - Знать основные физические 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
формирование целей проекта (программы), задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного	ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать	З-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе

<p>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</p>	<p>управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований</p>	<p>сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011</p>	<p>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 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</p>
<p>производственно-технологический</p>			
<p>применение ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и</p>	<p>современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного</p>	<p>ПК-9 [1] - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок, выполнять технико-</p>	<p>3-ПК-9[1] - Знать регламент эксплуатации и ремонта современных физических установок ; У-ПК-9[1] - Уметь</p>

разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	управления ядерно-физическими установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	экономические расчеты <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.011	эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок; В-ПК-9[1] - Владеть навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок
---	--	---	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (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			30	КИ-8	
2	Второй раздел	9-16			30	КИ-16	
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		0/30/0		60		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				40		

* – 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
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	
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		

	Вселенной. Существуют ли сверхплотные состояния ядерной материи и может ли Вселенная однажды к ним перейти. Ядерные взаимодействия: виды ядерных реакций и законы сохранения.			
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
7	Ядерная энергетика (2) Атомные реакторы на самолётах, кораблях и подводных лодках. Радиоизотопный термоэлектрический генератор.	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		

	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.			
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	2	
		Онлайн		
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	2	
		Онлайн		
9-16	Второй раздел	0	14	
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	2	
		Онлайн		
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	2	
		Онлайн		
10	Ядерная физика и химия/промышленность. Открытие искусственной позитронной и электронной радиоактивности. Методы носителя и Сцилларда-Чалмерса. Свойства осколков деления. Ионнообменная 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	2	
		Онлайн		
10	Ядерная физика и химия/промышленность. Открытие искусственной позитронной и электронной радиоактивности. Методы носителя и Сцилларда-Чалмерса. Свойства осколков деления. Ионнообменная хроматография. Плутоний. Ультрамикрoхимия: (элементов) очень мало, (они) очень похожи, (и) очень	Всего аудиторных часов	2	
		Онлайн		

	быстро распадаются. Масс-спектрометрия одного атома. Дефектоскопия и определение химического состава образца.			
11	Ядерная физика и медицина. Портативные радиозонды и "сердце" на ядерной батареечке. 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		
			2	
		Онлайн		
11	Ядерная физика и медицина. Портативные радиозонды и "сердце" на ядерной батареечке. 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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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		
			2	
		Онлайн		
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	Всего аудиторных часов		
			2	
		Онлайн		

	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.			
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	2	
		Онлайн		
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	2	
		Онлайн		
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	2	
		Онлайн		
16	Неожиданные применения и интересные проекты. Ядерная физика и криминалистика. Ядерный скафандр, радиоактивный громоотвод, восстановление фотографий и другие возможные применения методов ядерной физики. Гигантские ускорители, искусственное Солнце, атомный дирижабль и другие проекты.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
16	Неожиданные применения и интересные проекты. Ядерная физика и криминалистика. Ядерный скафандр, радиоактивный громоотвод, восстановление фотографий и другие возможные применения методов ядерной физики. Гигантские ускорители, искусственное Солнце, атомный дирижабль и другие проекты.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
17	Проблемы ядерной физики. Существуют ли: кварки, магнитные монополи, зеркальные миры. Что такое тёмная материя и новые теории гравитации. Теория отрицательной массы.	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		
17	Проблемы ядерной физики. Существуют ли: кварки, магнитные монополи, зеркальные миры. Что такое тёмная материя и новые теории	Всего аудиторных часов		
		Онлайн		

	гравитации. Теория отрицательной массы.			
--	---	--	--	--

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
-------------	---------------------

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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	Ф	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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 52 Ф57 Гравитация, астрофизика, космология : дополнительные главы курса общей физики, Москва: Либроком, 2017
2. 61 Б 42 Ядерная медицина : , Москва: Юрайт, 2017
3. 539.1 М92 Экспериментальная ядерная физика Т.1 Физика атомного ядра, , Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 М92 Занимательная ядерная физика : , К.Н. Мухин, М.: Энергоатомиздат, 1985

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

Автор(ы):

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