

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

АСТРОФИЗИКА

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 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, экс./зач./КР/КП
6	3	108	15	15	15		27	0	Э
Итого	3	108	15	15	15	15	27	0	

АННОТАЦИЯ

Курс предназначен для студентов, планирующих работать в научных организациях или производственных предприятиях, связанных с фундаментальным или прикладным изучением ближнего и дальнего Космоса. В рамках курса рассматривается современная общая эволюционная картина мира, начиная от рождения Вселенной и формирования её крупномасштабной структуры, до эволюции звёзд в галактиках. В курсе изучаются термоядерные процессы в недрах звезд, рассматриваются модели звезд, эволюция звезд главной последовательности, включая Солнце, механизмы вспышек сверхновых, природа белых карликов и нейтронных звезд. Также изучаются основные эксперименты по регистрации солнечных нейтрино и показывается взаимосвязь ядерной астрофизики с физикой элементарных частиц и теорией великого объединения. Рассматриваются механизмы генерации химических элементов во Вселенной, распространенность элементов в различных астрофизических объектах. Изучаются стационарные и нестационарные модели Вселенной, модель горячей Вселенной и свойства теплового реликтового излучения. Отмечается роль ядерно-физических процессов в познании солнечной системы, Галактики и Вселенной. Обсуждается прикладной аспект ядерно-физических исследований, связанный с ядерной геохронологией и вопросами рационального использования околоземного космического пространства.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина вводится с целью ознакомления студентов с основными проблемами и достижениями современной астрофизики, экспериментальных методик, существующих или создаваемых детекторов нейтринного излучения. Из данного курса студент должен получить современных теоретических представлениях об источниках энергии звезд, пути эволюции звезд, механизмах образования элементов и их распространенности во Вселенной, Галактике и астрофизических объектах, включая Солнце и планеты солнечной системы, а также экспериментальных и теоретических методах исследования астрофизических явлений. В рамках данного курса изучаются принципы работы современных детекторов нейтринного излучения и новейшие результаты астрофизических исследований

Цель освоения дисциплины- дать студентам представления о происхождении, эволюции звезд, механизмах образования элементов и их распространенности, ознакомление с современными моделями развития Вселенной и их экспериментальным подтверждением.

Задачи освоения дисциплины- получение современных теоретических представлений об источниках энергии звезд, путях их эволюции, распространенности элементов и механизмах их формирования; ознакомление с основными современными моделями Вселенной и экспериментальными результатами изучения параметров Мира; получение представлений о новейших результатах астрофизических исследований.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина относится к профессиональному модулю Для изучения дисциплины студент должен обладать знаниями, полученными при изучении курсов общей физики, в том числе, разделов «Электричество и магнетизм» и «Атомная физика», «Ядерная физика».

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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			
изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и 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, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	ПК-9.1 [1] - Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-9.1[1] - знать методы поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, методы представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;; У-ПК-9.1[1] - уметь осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;; В-ПК-9.1[1] - владеть методами поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз

			данных, методами представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и 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, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	ПК-9.2 [1] - Способен участвовать в научных исследованиях в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, к самостоятельному определению необходимых средств и к их использованию для решения поставленных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-9.2[1] - Знать методы исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач; У-ПК-9.2[1] - Уметь применять методы исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, уметь применять методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач; В-ПК-9.2[1] - Владеть методами исследования в области физики частиц и ядра, космофизике и космологии, и методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач
проведение технических измерений, составление описаний проводимых исследований, подготовка данных для составления научных обзоров и	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы	ПК-9.3 [1] - Способен работать с детекторами и установками в области физики частиц и ядра, над их оптимизацией с применением средств их диагностики	3-ПК-9.3[1] - Знать принципы работы детекторов и установок в области физики частиц и ядра и методы их оптимизацией с применением средств их диагностики;

публикаций;	ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	У-ПК-9.3[1] - Уметь проводить измерения с помощью детекторов и установок в области физики частиц и ядра, уметь выполнять их оптимизацию с применением средств их диагностики;; В-ПК-9.3[1] - Владеть методами измерения с помощью детекторов и установок в области физики частиц и ядра, владеть методами их оптимизацию с применением средств диагностики;
проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и 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, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	ПК-9.4 [1] - Способен к общему физическому анализу процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов на коллайдерах и в космическом пространстве; <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-9.4[1] - Знать методы физического анализа процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов на коллайдерах и в космическом пространстве;; У-ПК-9.4[1] - Уметь выполнять физический анализ процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов на коллайдерах и в космическом пространстве;; В-ПК-9.4[1] - Владеть методами физического анализа процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов на коллайдерах и в космическом пространстве;
проектный			
участие в комплексном проектировании по	разработка ядерных и физических установок,	ПК-9.7 [1] - Способен к участию в комплексном	З-ПК-9.7[1] - методы комплексного проектировании по

<p>принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов, применению принципа в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях;</p>	<p>технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,</p>	<p>проектировании по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов, применению принципа в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов; У-ПК-9.7[1] - применять принцип CDIO при комплексное проектирование в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях; В-ПК-9.7[1] - методами комплексного проектировании по принципу CDIO, методами применения принципа в атомной отрасли и других высокотехнологичных отраслях</p>
<p>сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок;</p>	<p>элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и 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, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,</p>	<p>ПК-9.8 [1] - Способен проводить основные расчёты при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также контроль их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-9.8[1] - методы проведения расчётов при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также методы контроля их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;; У-ПК-9.8[1] - проводить расчёты при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также осуществлять контроль их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;;</p>

			В-ПК-9.8[1] - методами проведения расчётов при проектировании различных детекторов и установок в области физики частиц и ядра, а также методами контроля их соответствия исходным требованиям с использованием средств диагностики;
--	--	--	---

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Введение. Эволюция звезд. Происхождение элементов.	1-8	8/8/8		25	КИ-8	3-ПК-9.1, У-ПК-9.1, В-ПК-9.1, 3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2,

							3-ПК-9.3, У-ПК-9.3, В-ПК-9.3, 3-ПК-9.4, У-ПК-9.4, В-ПК-9.4, 3-ПК-9.7, У-ПК-9.7, В-ПК-9.7, 3-ПК-9.8, У-ПК-9.8, В-ПК-9.8
2	Космохронология. Стационарные и нестационарные модели Вселенной.	9-15	7/7/7		25	КИ-15	3-ПК-9.1, У-ПК-9.1, В-ПК-9.1, 3-ПК-9.2, У-ПК-9.2, В-ПК-9.2, 3-ПК-9.3, У-ПК-

							9.3, В- ПК- 9.3, 3-ПК- 9.4, У- ПК- 9.4, В- ПК- 9.4, 3-ПК- 9.7, У- ПК- 9.7, В- ПК- 9.7, 3-ПК- 9.8, У- ПК- 9.8, В- ПК- 9.8
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/15/15		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3-ПК- 9.1, У- ПК- 9.1, В- ПК- 9.1, 3-ПК- 9.2, У- ПК- 9.2, В- ПК- 9.2, 3-ПК- 9.3, У- ПК- 9.3, В- ПК-

							9.3, 3-ПК- 9.4, У- ПК- 9.4, В- ПК- 9.4, 3-ПК- 9.7, У- ПК- 9.7, В- ПК- 9.7, 3-ПК- 9.8, У- ПК- 9.8, В- ПК- 9.8
--	--	--	--	--	--	--	--

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	15	15
1-8	Введение. Эволюция звезд. Происхождение элементов.	8	8	8
1	Введение Термоядерные реакции в звездах	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
0	0	0		
2	Модели звезд Модели звезд. Стандартная Модель Солнца.	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
		0	0	0

3	Нейтрино Поток солнечных нейтрино. Потоки нейтрино от звезд	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
4 - 5	Эволюция звезд Эволюция звезд. Диаграмма спектр-светимость. Развитие Солнца. Красные гиганты. Белые карлики. Нейтронные звезды, Черные дыры.	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
6	Взрывы Сверхновых Взрывы Сверхновых.	Всего аудиторных часов		
		1	1	1
		Онлайн		
7 - 8	Образование и Распространенность элементов Образование и Распространенность элементов. (s) и (r) процессы. Модель Большого Взрыва. Синтез гелия	Всего аудиторных часов		
		2	2	2
		Онлайн		
9-15	Космохронология. Стационарные и нестационарные модели Вселенной.	7	7	7
9 - 12	Космохронология. Космологические модели. Модель Горячей Вселенной. Антигравитация вакуума. Темная материя в галактиках и скоплениях галактик.	Всего аудиторных часов		
		4	4	4
		Онлайн		
13 - 15	Эволюция Вселенной Космологическое красное смещение. Исследование реликтового излучения. Ускоренное расширение Вселенной. Параметры Мира. Заключение	Всего аудиторных часов		
		3	3	3
		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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Помимо лекций и самостоятельной работы предусмотрена подготовка по использованию космофизического оборудования, приборов и установок, созданных и используемых во время прохождения НИРС в научно-исследовательских подразделениях университете или за его пределами.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-9.1	З-ПК-9.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9.2	З-ПК-9.2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9.2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9.2	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9.3	З-ПК-9.3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9.3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9.3	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9.4	З-ПК-9.4	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9.4	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9.4	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9.7	З-ПК-9.7	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9.7	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9.7	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-9.8	З-ПК-9.8	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-9.8	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-9.8	Э, КИ-8, КИ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-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
75-84		C	
70-74		D	

			на вопрос.
65-69			Оценка «удовлетворительно»
60-64	3 – «удовлетворительно»	Е	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.
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.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Р 82 Актуальные вопросы космологии : Серия "Высшая школа физики", Москва: МЭИ, 2017
2. ЭИ Л 84 Физическая космология : , Москва: Физматлит, 2012
3. ЭИ Г17 Эксперименты по исследованию природы темной материи : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
4. 52 Г17 Эксперименты по исследованию природы темной материи : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 52 И29 Революции в астрономии, космологии и физике : , Москва: Либроком, 2013
2. ЭИ Л87 Наша звезда : , Б. И. Лучков, Москва: МИФИ, 2007
3. 52 Б53 Гравитация и астрофизика : , В. С. Бескин, Москва: Физматлит, 2009
4. 52 Б65 Релятивистская астрофизика и физическая космология : , Г. С. Бисноватый-Коган, Москва: КРАСАНД, 2011
5. 52 Г17 Космические лучи : , Гальпер А.М., М.: МИФИ, 2002

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

1. С самого начала занятий по курсу обратить внимание на то, что многие пункты программы встречались в курсах ядерной физики, физики элементарных частиц, методов регистрации частиц. Было бы целесообразно вспомнить о них.

2. Целесообразно в собственном распоряжении иметь рекомендованные пособия.

3. Целесообразно просматривать научную литературу, научные и научно-популярные журналы: «Успехи физических наук», «Космические исследования», «Природа», «В мире науки», «Наука и жизнь», научные журналы НИЯУ МИФИ:

4. В НИЯУ МИФИ имеется целый ряд научных групп, работающих в области космических исследований. Целесообразно выполнять НИР в этих группах, посещать научные семинары и цикл лекций «Земля и Вселенная».

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. С самого начала занятий по курсу обратить внимание на то, что многие пункты программы встречались в курсах ядерной физики, физики элементарных частиц, методов регистрации частиц. Было бы целесообразно вспомнить о них.

2. Целесообразно в собственном распоряжении иметь рекомендованные пособия.

3. Целесообразно просматривать научную литературу, научные и научно-популярные журналы: «Успехи физических наук», «Космические исследования», «Природа», «В мире науки», «Наука и жизнь», научные журналы НИЯУ МИФИ:

4. В НИЯУ МИФИ имеется целый ряд научных групп, работающих в области космических исследований. Целесообразно выполнять НИР в этих группах, посещать научные семинары и цикл лекций «Земля и Вселенная».

Автор(ы):

Мануковский Константин Викторович, к.ф.-м.н.

