

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

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ

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
1, 1	2	72	0	32	0		40	0	3
Итого	2	72	0	32	0	0	40	0	

АННОТАЦИЯ

Предметом курса лекций является современное представление о главных этапах развития Вселенной с момента её образования в результате Большого взрыва и до наших дней. Рассматриваются основные космологические модели, которые позволяют описать рождение и последующую эволюцию Вселенной, её наблюдаемые характеристики и свойства. История Вселенной дополнена обзором основных методов её исследования, изучения различных астрофизических объектов. Обсуждаются современные представления о строении и эволюции звёзд и галактик, о крупномасштабной структуре Вселенной, приходя к выводу о существовании загадочных тёмной материи и тёмной энергии. Даются общие сведения об их свойствах, проявлениях и указывается на возможные пути экспериментального доказательства существования. Рассматривается влияние тёмных сущностей на эволюцию Вселенной в рамках модели Лямбда-CDM, затрагиваются вопросы существования Вселенной до Большого взрыва и в далёком будущем. Обсуждается развитие космологии в рамках теории струн, а также альтернативные версии происхождения и развития Вселенной.

Курс предназначен для всех, кто интересуется астрономией, астрофизикой и космологией - от студентов до специалистов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Предметом курса лекций является современное представление о главных этапах развития Вселенной с момента её образования в результате Большого взрыва и до наших дней. Рассматриваются основные космологические модели, которые позволяют описать рождение и последующую эволюцию Вселенной, её наблюдаемые характеристики и свойства. История Вселенной дополнена обзором основных методов её исследования, изучения различных астрофизических объектов. Обсуждаются современные представления о строении и эволюции звёзд и галактик, о крупномасштабной структуре Вселенной, приходя к выводу о существовании загадочных тёмной материи и тёмной энергии. Даются общие сведения об их свойствах, проявлениях и указывается на возможные пути экспериментального доказательства существования. Рассматривается влияние тёмных сущностей на эволюцию Вселенной в рамках модели Лямбда-CDM, затрагиваются вопросы существования Вселенной до Большого взрыва и в далёком будущем. Обсуждается развитие космологии в рамках теории струн, а также альтернативные версии происхождения и развития Вселенной.

Курс предназначен для всех, кто интересуется астрономией, астрофизикой и космологией - от студентов до специалистов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная дисциплина «Происхождение Вселенной» входит в программу подготовки магистров по направлению 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

Знания, полученные студентами в рамках дисциплины «Происхождение Вселенной», составят базовый материал для изучения дисциплин профессионального цикла, например, «Ядерная астрофизика» и «Современный ядерно-физический эксперимент на наземных установках и в космосе», а также будут необходимы для выполнения научно-исследовательской работы.

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-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-1 [2] – Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 [2] – Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 [2] – Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 [2] – Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий
УКЦ-2 [2, 3] – Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	З-УКЦ-2 [2, 3] – Знать основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 [2, 3] – Уметь использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 [2, 3] – 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			
проведение научных исследований поставленных проблем; формулировка новых 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	атомное ядро, элементарные частицы и космические лучи, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, космических лучей	ПК-4 [2] - Способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	З-ПК-4[2] - Знать: цели и задачи проводимых исследований; основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической 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 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.	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, 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	ПК-7 [1] - способен использовать и оценивать современные достижения науки и техники для решения 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 компьютерных программ
--	---	---	--

	взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		
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 [2] - 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[2] - Знать основные физические законы 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
формирование целей проекта (программы), задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими	ПК-6 [2] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально	З-ПК-6[2] - Знать основные нормативные документы по регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и

деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта	установками, разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078, 40.008, 40.011	технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их 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			
применение ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных	современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	ПК-9 [2] - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок, выполнять технико-экономические расчеты	З-ПК-9[2] - Знать регламент эксплуатации и ремонта современных физических установок ; У-ПК-9[2] - Уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт

целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство	разработка и технологии применения приборов и установок для проведения исследований	<i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	современных физических установок; В-ПК-9[2] - Владеть навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок
экспертный			
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	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	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 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, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.	ПК-12 [2] - Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.028, 40.011	3-ПК-12[2] - Знать основные критерии 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/ Практи. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>1 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	0/16/0	к.р-8 (25)	25	КИ-8	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, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4, У-УК-4, В-УК-4, 3-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-16	0/16/0	к.р-16 (25)	25	КИ-16	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, 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-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УКЦ-1, У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
	<i>Итого за 1 Семестр</i>		0/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 1 Семестр				50	3	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-4, У-УК-4, В-УК-4, З-УКЦ-1,

							У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, 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
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>1 Семестр</i>	0	32	0
1-8	Первый раздел	0	16	0
1	Введение. Общие представления об устройстве современной Вселенной, её структуры и масштабы. Эволюция Вселенной на временной шкале, роль физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий в её описании.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
1	Введение. Общие представления об устройстве современной Вселенной, её структуры и масштабы. Эволюция Вселенной на временной шкале, роль физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий в её описании.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Наблюдения Вселенной Методы астрофизических исследований и всеволновая астрономия. Обзоры неба и глубокие поля наземных и космических телескопов. Особенности и ограничения существующих наблюдений.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Наблюдения Вселенной Методы астрофизических исследований и всеволновая астрономия. Обзоры неба и глубокие поля наземных и космических телескопов. Особенности и ограничения существующих наблюдений.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Обзор классической теории гравитации Современные представления о теории гравитации. Чёрная дыра Шварцшильда и проблема сингулярности. Кротовые норы: мост Эйнштейна-Розена и червоточина Морриса-Торна. Возмущения пространства-времени и гравитационные волны. Красное смещение	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	электромагнитного спектра.			
3	Обзор классической теории гравитации Современные представления о теории гравитации. Чёрная дыра Шварцшильда и проблема сингулярности. Кротовые норы: мост Эйнштейна-Розена и червоточина Морриса-Торна. Возмущения пространства-времени и гравитационные волны. Красное смещение электромагнитного спектра.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Космологические модели расширяющейся Вселенной и теория Большого взрыва. Космологическая сингулярность. Фазовые переходы в ранней Вселенной: от Планковской эпохи до первичного нуклеосинтеза. Барионная асимметрия Вселенной и реликтовые нейтрино. Модель космологической инфляции, модель горячей Вселенной и Вселенная Фридмана. Распространённость первородных химических элементов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Космологические модели расширяющейся Вселенной и теория Большого взрыва. Космологическая сингулярность. Фазовые переходы в ранней Вселенной: от Планковской эпохи до первичного нуклеосинтеза. Барионная асимметрия Вселенной и реликтовые нейтрино. Модель космологической инфляции, модель горячей Вселенной и Вселенная Фридмана. Распространённость первородных химических элементов.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	На пути к эре вещества. Протонная эпоха: первичная рекомбинация и переход Вселенной из состояния плазмы в газообразное. Реликтовое микроволновое излучение: открытие, наблюдения и свойства. Тёмные века. Первые звёзды и эпоха реионизации.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	На пути к эре вещества. Протонная эпоха: первичная рекомбинация и переход Вселенной из состояния плазмы в газообразное. Реликтовое микроволновое излучение: открытие, наблюдения и свойства. Тёмные века. Первые звёзды и эпоха реионизации.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Возникновение и эволюция галактик. Масса и размер Джинса. Теории возникновения галактик и коллапс протогалактического облака. Прямой коллапс вещества в чёрные дыры и первые квазары. Наблюдения галактик на разных красных смещениях. Динамическая, спектрофотометрическая и химическая эволюции.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Возникновение и эволюция галактик. Масса и размер Джинса. Теории возникновения галактик и коллапс протогалактического облака. Прямой коллапс вещества в чёрные дыры и первые квазары. Наблюдения галактик на разных красных смещениях. Динамическая, спектрофотометрическая и химическая эволюции.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Возникновение и эволюция звёзд. Образование и горение первых звёзд. Звёздные ясли и	Всего аудиторных часов		
		0	2	0

	звёзды старших поколений. Данные наблюдений, звёздные населения и диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Стадии эволюции звезды и эволюционные пути. Конечные состояния звёзд. Эволюция Солнца.	Онлайн		
		0	0	0
7	Возникновение и эволюция звёзд. Образование и горение первых звёзд. Звёздные ясли и звёзды старших поколений. Данные наблюдений, звёздные населения и диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Стадии эволюции звезды и эволюционные пути. Конечные состояния звёзд. Эволюция Солнца.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Крупномасштабная структура Вселенной. Наблюдаемые масштабы неоднородностей современной Вселенной, рождение и эволюция крупномасштабных структур. Фотометрический парадокс. Ускоренное расширение Вселенной и парадокс Сэндиджа. Космологическая модель Лямбда-CDM с тёмной материей и тёмной энергией.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Крупномасштабная структура Вселенной. Наблюдаемые масштабы неоднородностей современной Вселенной, рождение и эволюция крупномасштабных структур. Фотометрический парадокс. Ускоренное расширение Вселенной и парадокс Сэндиджа. Космологическая модель Лямбда-CDM с тёмной материей и тёмной энергией.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Второй раздел	0	16	0
9	Тёмная материя (1). Астрофизические проявления тёмной материи: кинематика и динамика звёзд в галактиках, движение галактик-спутников, галактики-призраки и сталкивающиеся галактики. Гравитационное линзирование. Компактные массивные объекты гало Галактики.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9	Тёмная материя (1). Астрофизические проявления тёмной материи: кинематика и динамика звёзд в галактиках, движение галактик-спутников, галактики-призраки и сталкивающиеся галактики. Гравитационное линзирование. Компактные массивные объекты гало Галактики.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тёмная материя (2). Космологические проявления тёмной материи: влияние на химический состав, спектр реликтового излучения и формирование крупномасштабной структуры Вселенной. Численное моделирование Вселенной в модели Лямбда-CDM и других. Возраст Вселенной и её населения.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тёмная материя (2). Космологические проявления тёмной материи: влияние на химический состав, спектр реликтового излучения и формирование крупномасштабной структуры Вселенной. Численное моделирование Вселенной в модели Лямбда-CDM и других. Возраст Вселенной и её населения.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тёмная материя (3).	Всего аудиторных часов		

	Частицы-кандидаты в тёмную материю. Рождение частиц тёмной материи на ускорителях. Прямая регистрация в наземных и подземных экспериментах. Косвенные поиски в космическом излучении. Альтернативы и модификации теории гравитации.	0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тёмная материя (3). Частицы-кандидаты в тёмную материю. Рождение частиц тёмной материи на ускорителях. Прямая регистрация в наземных и подземных экспериментах. Косвенные поиски в космическом излучении. Альтернативы и модификации теории гравитации.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тёмная энергия. Природа тёмной энергии: космологическая константа, квинтэссенция или модификация теории гравитации. Критическая плотность Вселенной и влияние тёмных субстанций на судьбу Вселенной. Обзор сценариев финала.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тёмная энергия. Природа тёмной энергии: космологическая константа, квинтэссенция или модификация теории гравитации. Критическая плотность Вселенной и влияние тёмных субстанций на судьбу Вселенной. Обзор сценариев финала.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Стадия космологической инфляции. Проблемы объяснения крупномасштабной структуры и плоскостности Вселенной в модели горячего Большого взрыва. Гипотеза и модели инфляции. Генерация космологических возмущений на инфляционной стадии. Парадоксы и критика инфляционной модели. Реликтовые гравитационные волны.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Стадия космологической инфляции. Проблемы объяснения крупномасштабной структуры и плоскостности Вселенной в модели горячего Большого взрыва. Гипотеза и модели инфляции. Генерация космологических возмущений на инфляционной стадии. Парадоксы и критика инфляционной модели. Реликтовые гравитационные волны.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Гипотезы начала и сценарии финала. Геометрия и мироздание: множества Калаби-Яу и ДНК теории струн. Компактные измерения и браны. Струнная космология и вывод теории инфляции. Космологическая инфляция в наши дни. Квантовое пространство-время и его распад. Распускающаяся Вселенная.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Гипотезы начала и сценарии финала. Геометрия и мироздание: множества Калаби-Яу и ДНК теории струн. Компактные измерения и браны. Струнная космология и вывод теории инфляции. Космологическая инфляция в наши дни. Квантовое пространство-время и его распад. Распускающаяся Вселенная.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Альтернативные гипотезы происхождения Вселенной. Теории голографической Вселенной, изломанности и конструктора. Мультивселенная. Математика Вселенной и	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		

	слишком большие числа. Фракталы и 4/3. Искусственные вселенные (матрица) и антропный принцип.	0	0	0
15	Альтернативные гипотезы происхождения Вселенной. Теории голографической Вселенной, изломанности и конструктора. Мультивселенная. Математика Вселенной и слишком большие числа. Фракталы и 4/3. Искусственные вселенные (матрица) и антропный принцип.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
16	Формирование и эволюция Солнечной системы. Краткая история Земли. Звезда-прородитель Солнечной системы. Протосолнце и формирование протопланетного диска. Образование астероидов, планет и их спутников. Оценки возраста Солнца, Земли и других объектов Солнечной системы. Обзор истории образования и эволюции Земли.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
16	Формирование и эволюция Солнечной системы. Краткая история Земли. Звезда-прородитель Солнечной системы. Протосолнце и формирование протопланетного диска. Образование астероидов, планет и их спутников. Оценки возраста Солнца, Земли и других объектов Солнечной системы. Обзор истории образования и эволюции Земли.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		

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-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-11	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-11	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-12	З-ПК-12	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-12	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-12	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-6	З-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-6	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-9	З-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-9	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УК-1	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УК-1	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УК-4	З-УК-4	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УК-4	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УК-4	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УКЦ-1	З-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УКЦ-1	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-7	З-ПК-7	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-7	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-7	З, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически

			стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	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.

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

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».

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Предметом курса лекций является современное представление о главных этапах развития Вселенной с момента её образования в результате Большого взрыва и до наших дней. Рассматриваются основные космологические модели, которые позволяют описать рождение и последующую эволюцию Вселенной, её наблюдаемые характеристики и свойства. История Вселенной дополнена обзором основных методов её исследования, изучения различных астрофизических объектов. Обсуждаются современные представления о строении и эволюции звёзд и галактик, о крупномасштабной структуре Вселенной, приходя к выводу о существовании загадочных тёмной материи и тёмной энергии. Даются общие сведения об их свойствах, проявлениях и указывается на возможные пути экспериментального доказательства существования. Рассматривается влияние тёмных сущностей на эволюцию Вселенной в рамках модели Лямбда-CDM, затрагиваются вопросы существования Вселенной до Большого взрыва и в далёком будущем. Обсуждается развитие космологии в рамках теории струн, а также альтернативные версии происхождения и развития Вселенной.

Курс предназначен для всех, кто интересуется астрономией, астрофизикой и космологией - от студентов до специалистов

Автор(ы):

Роденко Светлана Александровна

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