## 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-СDM, 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-СDM, 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
тод и наимонование компотонции	компетенции
УК-1 [1] — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	3-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	3-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, научнотехнические 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	3-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	3-УКЦ-2 [2, 3] — Знать основные цифровые платформы, технологи 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, самооактулизации и саморазвития с использованием

различных цифровых технологий

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание	Код и наименование индикатора достижения
		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	профессиональной компетенции
	научно-исслед		
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  Основание: Профессиональный стандарт: 24.028, 40.008, 40.011	3-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 научноисследовательских работ; В-ПК-4[2] - Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследования для решения научных и
			экспериментальных и теоретических

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, ядернофизических установок, обеспечения ядерной и радиационной безопасности, безопасности ядерных материалов и физической защиты ядерных объектов, систем контроля и автоматизированного управления ядернофизическими 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 ядернофизическими 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 профессиональных задач в научно-исследовательской деятельности

Основание: Профессиональный стандарт: 24.028 3-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.	ный	
использование информационных	разработка ядерно- физических	ПК-5 [2] - Способен проводить расчет и	3-ПК-5[2] - Знать основные
технологий при	установок,	проектирование	физические законы
разработке новых	обеспечение ядерной	физических	и стандартные
установок, материалов	и радиационной	установок и приборов	прикладные пакеты
и изделий; разработка	безопасности, систем	с использованием	используемые при
проектов технических	контроля и	современных	моделировании
условий, стандартов и	автоматизированного	информационных	физических
технических описаний	управления ядерно-	технологий	процессов и
новых установок, материалов и изделий	физическими установками,	Основание:	установок; У-ПК-5[2] - Уметь
материалов и изделии	экологический	Профессиональный	применять
	мониторинг	стандарт: 24.028,	стандартные
	окружающей среды,	24.078, 40.008, 40.011	прикладные пакеты
	обеспечение	2.11070, 101000, 101011	используемые при
	безопасности ядерных		моделировании
	объектов		физических
			процессов и
			установок;
			В-ПК-5[2] - Владеть
			стандартными
			прикладными
			пакетами
			используемыми при моделировании
			физических
			процессов и
			установок
формирование целей	современная	ПК-6 [2] - Способен	3-ПК-6[2] - Знать
проекта (программы),	электронная	оценивать риск и	основные
задач, критериев и	схемотехника,	определять меры	нормативные
показателей	электронные системы	безопасности для	документы по
достижения целей,	ядерных и	новых установок и	регулированию
построение структуры	физических	технологий,	рисков
их взаимосвязей, выявление приоритетов	установок, системы автоматизированного	составлять и	возникающих в
решения задач с учетом	управления ядерно-	анализировать сценарии	процессе эксплуатации новых
всех аспектов	физическими	потенциально	установок и
BOOK GOTTON TOD	физи пожими	потонциально	Jetanobok H

деятельности; установками, возможных аварий, технологий. разработка обобщенных разработка и разрабатывать составлять и вариантов решения технологии методы уменьшения анализировать проблемы, анализ этих применения приборов риска их сценарии вариантов, и установок для возникновения потенциально прогнозирование проведения возможных аварий, последствий, исследований Основание: разрабатывать Профессиональный методы уменьшения нахождение стандарт: 24.028, риска их компромиссных 24.078, 40.008, 40.011 решений в условиях возникновения; многокритериальности, У-ПК-6[2] - Уметь неопределенности, оценивать риск и планирование определять меры реализации проекта 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 ПК-9 [2] - Способен 3-ПК-9[2] - Знать применение ядерносовременная физических методик в электронная эксплуатировать, регламент проводить испытания решении схемотехника, эксплуатации и технологических электронные системы и ремонт ремонта проблем; использование ядерных и современных современных результатов физических физических физических проводимых установок; установок, системы установок, выполнять исследований и автоматизированного У-ПК-9[2] - Уметь техникоразработок в управления ядерноэксплуатировать, экономические технологических и физическими проводить расчеты производственных установками, испытания и ремонт

целях; реализация разработка и Основание: современных Профессиональный цепочки: исследование, технологии физических развитие, технология, применения приборов стандарт: 24.028, установок; 40.011 В-ПК-9[2] - Владеть производство и установок для проведения навыками исследований эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок экспертный ПК-11 [2] - Способен 3-ПК-11[2] - Знать анализ технических и исследования, разработка и к анализу законодательные и расчетно-теоретических разработок, учет их технологии, нормативные акты технических и соответствия направленные на расчетнорегулирующие требованиям законов в регистрацию и деятельность в теоретических области обработку разработок, к учету области их соответствия промышленности, информации, промышленности, разработку теории, требованиям законов экологии и экологии, создание и в области безопасности и другим технической, нормативным актам; применение промышленности, радиационной и оценка соответствия установок и систем в экологии, ядерной области физики ядра, технической, безопасности; предлагаемого решения У-ПК-11[2] - Уметь достигнутому мировому частиц, космических радиационной и лучей, астрофизики, ядерной безопасности уровню; проводить анализ распространения и рецензирование и другим технических и проектов, заявок, взаимодействия нормативным актам расчетнотехнических заданий, излучения с теоретических веществом Основание: разработок с учетом отчетов Профессиональный их соответствия стандарт: 24.028, требованиям 40.011 законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам; В-ПК-11[2] владеть методами анализа технических и расчетнотеоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности,

			экологии
			экологии,
			технической,
			радиационной и
			ядерной
			безопасности и
			другим
			нормативным актам
совокупность средств,	ядерные реакторы и	ПК-12 [2] - Способен	3-ПК-12[2] - Знать
способов и методов	энергетические	объективно оценить	основные критерии
человеческой	установки,	предлагаемое	оценки
деятельности,	теплогидравлические	решение или проект	предлагаемого
связанных с	и нейтронно-	по отношению к	решения или
разработкой, созданием	физические процессы	современному	проекта по
и эксплуатацией	в активных зонах	мировому уровню,	отношению к
установок,	ядерных реакторов,	подготовить	современному
вырабатывающих,	тепловые измерения и	экспертное	мировому уровню;
преобразующих и	контроль,	заключение	У-ПК-12[2] - Уметь
использующих ядерную	теплоносители,		оценивать
энергию	материалы ядерных	Основание:	предлагаемые
•	реакторов, ядерный	Профессиональный	решения на
	топливный цикл,	стандарт: 24.028,	соответствие
	системы обеспечения	40.011	современному
	безопасности ядерных		мировому уровню,
	энергетических		подготовить
	установок, системы		экспертное
	управления ядерно-		заключение;
	физическими		В-ПК-12[2] -
	установками,		Владеть навыками
	программные		подготовки
	комплексы и		экспертных
	математические		заключений по
	модели для		предлагаемым
			проектам
	теоретического и экспериментального		просктам
	исследования явлений		
	и закономерностей в		
	области теплофизики		
	и энергетики,		
	перспективные		
	методы		
	преобразования		
	энергии.		

# 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№	Наименование			•			
п.п	раздела учебной		i o	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	, *	
	дисциплины		Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	19
			Лекции/ Пра (семинары ). Лабораторні работы, час.	ек 5 (ф	LTL a37	Аттестация раздела (фо неделя)	Индикаторы освоения компетенции
		<b>Z</b>	іи/ іар атс	1. 1 0.11 1)	IM8 a p	гап га (	Индикат освоения компетен
		ел	ЦИ 100 0TH	13а' Тр	кси		цик 0ен ппе
		Недели	lek cen Ia0	Обязат контро неделя)	Aai ai	Аттеста раздела неделя)	<b>1</b> нд СВ(
	1.0	1	RORE	— ¥ —	2 0	d d	0 4
1	1 Семестр	1.0	0/1/6/0	0	25	TCTT	D. FIIC. 4
1	Первый раздел	1-8	0/16/0	к.р-8	25	КИ-8	3-ПК-4,
				(25)			У-ПК-4,
							В-ПК-4,
							3-ПК-5, У-ПК-5,
							у-ПК-3, В-ПК-5,
							3-ПК-6,
							У-ПК-6,
							В-ПК-6,
							3-ПК-0, 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,
	D	0.16	0/16/0	16	25	ICIA 1 C	В-УКЦ-2
2	Второй раздел	9-16	0/16/0	к.р-16	25	КИ-16	3-ПК-4,
				(25)			У-ПК-4, р. пи. 4
							В-ПК-4,
							3-ПК-5, У ПУ 5
							У-ПК-5, В-ПК-5,
							B-ПК-5, 3-ПК-6,
							5-11К-0, У-ПК-6,
							у-пк-о, В-ПК-6,
							В-ПК-0, З-ПК-7,
							J-11I\-/,

B-IIK-7, 3-IIK-9, B-IIK-9, B-IIK-9, B-IIK-9, B-IIK-9, B-IIK-11, V-IIK-11, B-IIK-11, B-IIK-11, B-IIK-11, B-IIK-11, B-IIK-12, S-YK-1, S-YK-1, B-YK-1, B-IIK-5, S-IIK-5, B-IIK-5, S-IIK-6, B-IIK-6, B-IIK-6, B-IIK-6, B-IIK-6, B-IIK-7, B-IIK-1, B-IIK-11, S-IIK-11, B-IIK-11, S-IIK-12, B-IIK-12, B-IIK-13, S-YK-4, B-YK-1,					У-ПК-7,
3.IIK-9,    Y-IIK-9,    B.IIK-9,    3.IIK-9,    3.IIK-9,    3.IIK-11,    Y-IIK-11,    B.IIK-11,    3.IIK-12,    Y-IIK-12,    B.IIK-12,    3.VK-1,    3.VK-4,    4. V-VK-4,    B.VK-4,    3.VK11-1,    V-VK11-1,    B.VK11-1,    B.VK11-1,    B.VK11-2,    V-VK11-2,    V-VK11-2,    V-VK11-2,    V-VK11-2,    V-VK11-2,    V-IIK-4,    B.IIK-4,    3.IIK-5,    V-IIK-5,    B.IIK-4,    3.IIK-5,    V-IIK-6,    B.IIK-6,    V-IIK-6,    B.IIK-7,    B.IIK-7,    B.IIK-7,    B.IIK-7,    B.IIK-9,    V-IIK-9,    B.IIK-9,    V-IIK-11,    B.IIK-11,    B.IIK-11,    B.IIK-12,    V-IIK-12,    B.IIK-12,    V-VK-1,    V-VK-1,    V-VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    B.VK-1,    V-VK-1,    V-VK-1					
V-IIK-9, B-IIK-9, B-IIK-9, B-IIK-11, V-IIK-11, B-IIK-11, IIII, IIIII, IIII, III, IIII, III, I					· ·
В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4, В-УК-4, 3-УК1,-1, У-УК1,-1, В-УК1,-1, В-УК1,-2, У-УК1,-2, В-УК1,-2, В-УК1,-2, В-УК1,-2, В-УК1,-2, В-УК1,-2, В-УК1,-3-УК1,-2, В-УК1,-2, В-УК1,-3-УК1,-2, В-УК1,-3-УК1,-2, В-УК1,-3-УК1,-3-УК1,-3-УК1,-3- В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-5, З-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, В-ПК-6, В-ПК-6, В-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-12, З-УК-1, З-УК-1, В-УК-1, В-ОК-1, В-ПК-1, В-ПК					
3-IIK-11,    y-IIK-11,    B-IIK-11,    B-IIK-11,    B-IIK-11,    B-IIK-11,    B-IIK-12,    y-IIK-12,    y-IIK-12,    y-YK-1,    y-IIK-2,    B-IIK-4,    y-IIK-4,    B-IIK-4,    y-IIK-5,    B-IIK-5,    y-IIK-5,    B-IIK-5,    y-IIK-5,    B-IIK-5,    y-IIK-6,    B-IIK-6,    y-IIK-6,    B-IIK-6,    y-IIK-6,    B-IIK-7,    y-IIK-7,    B-IIK-7,    y-IIK-7,    B-IIK-7,    y-IIK-9,    B-IIK-9,    y-IIK-9,    B-IIK-12,    y-YK-1,					· ·
V-JIK-11, B-JIK-12, V-JIK-12, B-JIK-12, V-JIK-12, B-JIK-12, V-JIK-12, B-JIK-11, V-VK-1, B-VK-1, J-V-K-1, J-K-2, J-IK-2, J-IK-3, J-IK-3, J-IK-4, J-IK-5, J-IK-6, J-IK-5, J-IK-6, J-IK-6, J-IK-6, J-IK-7, J-IK-6, J-IK-7, J-IK-7, J-IK-7, J-IK-7, J-IK-9, J-IK-9, J-IK-9, J-IK-9, J-IK-1, J-IK-11, J-IK-11, J-IK-11, J-IK-11, J-IK-11, J-IK-11, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-12, J-IK-13, J-IK-1, J-IK-13, J-IK-14, J-IK-14					,
В-ПК-11, 3-ПК-12, 3-ПК-12, 3-УК-1, 3-УК-1, 3-УК-1, 3-УК-1, 3-УК-1, 3-УК-4, 4-У-УК-1, 3-УК-4, 3-УКЦ-1, 3-УКЦ-1, 3-УКЦ-1, 3-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, 8-УКЦ-2, 8-ГК-4, 3-ПК-4, 3-ПК-4, 3-ПК-5, 3-ПК-6, 9-ПК-6, 8-ПК-6, 3-ПК-7, 9-ПК-7, 9-ПК-7, 9-ПК-7, 9-ПК-7, 9-ПК-9, 9-ПК-9, 9-ПК-11, 9-ПК-11, 9-ПК-12, 9-ГК-1, 9-УК-1, 9-УК					
3-IIK-12,    Y-IIK-12,    B-IIK-12,    B-IIK-12,    B-IIK-12,    B-IIK-12,    B-IIK-12,    B-YK-1,    S-YK-1,    Y-YK-1,    B-YK-1,    3-YK-4,    Y-YK-4,    B-YK-4,    3-YK-1,    Y-YK-1,    B-YK-1,    3-YK-2,    Y-YK-2,    B-YK-2,    Y-YK-2,    B-YK-2,    Y-YK-2,    B-YK-3,    TIK-5,    Y-IIK-4,    B-IIK-4,    B-IIK-5,    Y-IIK-5,    B-IIK-5,    B-IIK-5,    B-IIK-6,    TIK-6,    TIK-7,    TIK-9,    B-IIK-7,    TIK-9,    B-IIK-7,    TIK-9,    B-IIK-1,    TIK-1,    B-IIK-11,    B-IIK-11,    B-IIK-12,    TIK-12,    B-IIK-12,    TIK-12,    B-IIK-12,    TIK-12,    B-IIK-12,    TIK-12,    B-IIK-12,    TIK-14,    TIK-12,    TIK-13,    TIK-14,    TIK-12,    TIK-14,    TIK-12,    TIK-14,    TIK-14,    TIK-14,    TIK-15,    TIK-16,					,
V-IIK-12, B-IIK-12, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-4, Y-УК-4, B-УК-4, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, S-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-4, 3-ГК-5, Y-IIK-5, Y-IIK-5, Y-IIK-5, S-IIK-6, Y-IIK-6, Y-IIK-6, Y-IIK-6, S-IIK-7, Y-IIK-7, Y-IIK-7, Y-IIK-9, Y-IIK-9, B-IIK-9, Y-IIK-9, B-IIK-1, 3-IK-11, Y-IIK-11, B-IIK-11, 3-IIK-12, Y-IIK-11, B-IIK-11, 3-IIK-12, Y-IIK-12, B-IIK-12, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-4, 3-УК-4, 3-УК-4, 3-∇-1, 3-∇-					
В-IIК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4, 1-1, 3-УК-4, 3-УКII-1, 3-УКII-1, 3-УКII-1, 3-УКII-1, 3-УКII-2, У-УКII-2, В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-2 В-УКII-3 В-IIК-4, У-IIК-4, В-IIК-5, З-IIК-6, З-IIК-6, З-IIК-6, З-IIК-7, У-IIК-7, В-IIК-7, З-IIК-9, У-IIК-1, В-IIК-11, З-IIК-12, У-IIК-12, В-IIК-12, З-УК-1, З-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-1, В-УК-4,					
3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4, У-УК-4, В-УК-1, 3-УКП-1, 3-УКП-1, 3-УКП-2, В-УКП-2 В-УКП-2 В-УКП-2 В-УКП-2 В-ПК-4, 3-ПК-5, 3-ПК-5, 3-ПК-5, 3-ПК-6, 3-ПК-5, 3-ПК-6, 3-ПК-7, 7-ПК-6, В-ПК-7, 3-ПК-9, 7-ПК-9, 9-ПК-1, 3-ПК-1,					
W-УК-1, B-УК-1, 3-УК-4, Y-УК-4, B-УК-4, 3-УК-4, B-УК-4, 3-УКЦ-1, Y-УКЦ-1, B-УКЦ-2, Y-УКЦ-2, B-УК-4, 3-ПК-5, Y-ПК-5, B-ПК-5, 3-ПК-6, Y-ПК-6, B-ПК-6, Y-ПК-6, B-ПК-7, Y-ПК-7, B-ПК-7, Y-ПК-7, B-ПК-7, Y-ПК-7, B-ПК-9, Y-ПК-9, B-ПК-9, 3-ПК-11, Y-ПК-11, B-ПК-11, 3-ПК-12, Y-ПК-11, B-ПК-12, Y-ПК-11, B-ПК-12, 3-УК-1, Y-УК-1, B-УК-1, 3-УК-4, 3-УК-4, 3-УК-4,					
B-УК-1, 3-УК-4,					
3-УК-4,					
У-УК-4,         В-УК-4,       3-УКЦ-1,         З-УКЦ-1,       3-УКЦ-2,         У-УКЦ-2,       8-УКЦ-2         В-УКЦ-2       8-УКЦ-2         В-УКЦ-2       8-УКЦ-2         В-УКЦ-2       8-УКЦ-2         В-УКЦ-2       9-УКЦ-2         В-УКЦ-2       9-УКЦ-4         В-ПК-4,       3-ПК-4,         В-ПК-5,       9-ПК-6,         В-ПК-6,       3-ПК-7,         В-ПК-7,       3-ПК-7,         В-ПК-7,       3-ПК-9,         У-ПК-9,       9-ПК-11,         3-ПК-11,       3-ПК-12,         3-ГК-12,       3-УК-1,         3-ГК-12,       3-УК-1,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-13,       3-ГК-12,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-12,       3-ГК-12,         3-ГК-13,       3-ГК-12,         3-ГК-2,       3-ГК-12,         3-ГК-3,       3-ГК-12,         3-ГК-4,       3-ГК-4,         3-ГК-4,       3-ГК-4,					
B-УК-4, 3-УКЦ-1,					
3-УКЦ-1,					
У-УКЦ-1, В-УКЦ-1, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, З-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2         Контрольные мероприятия за 1 Семестр         50         3 - 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, У-ПК-6, В-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-9, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-9, У-ПК-9, З-ПК-11, В-ПК-11, В-ПК-11, В-ПК-11, В-ПК-11, В-ПК-11, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-4, З-УК-4, З-УК-4, З-УК-4, З-УК-4,					
B-УКЦ-1, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2   Мтого за 1 Семестр   0/32/0   50					
3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2   В-УКЦ-2   В-УКЦ-4   В-ГК-4, Мероприятия за 1   50   3   3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-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, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,   В-УК-1, 3-УК-4,   В-УК-1, 3					
Итого за 1 Семестр         0/32/0         50           Контрольные мероприятия за 1 Семестр         50         3         3-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-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, З-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-12, З-УК-1, У-У-К-1, В-УК-1, З-УК-4, В-УК-1, З-УК-4,					
Итого за 1 Семестр       0/32/0       50         Контрольные мероприятия за 1 Семестр       50       3       3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-6, 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-7, В-ПК-9, З-ПК-11, З-ПК-9, З-ПК-11, З-ПК-11, В-ПК-11, З-ПК-12, 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,					
Итого за 1 Семестр     0/32/0     50       Контрольные мероприятия за 1 Семестр     50     3     3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-6, В-ПК-6, З-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, З-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-12, З-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,					
Контрольные мероприятия за 1 Семестр       50       3       3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-4, В-ПК-5, У-ПК-5, В-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, У-ПК-7, В-ПК-7, У-ПК-9, У-ПК-9, У-ПК-9, В-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-1, З-УК-1, З-УК-4,	Umasa an 1 Canama	0/22/0	50		Б-УКЦ-2
мероприятия за 1 Семестр  У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, 3-ПК-6, У-ПК-6, В-ПК-7, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,		0/32/0		2	3 ПК 4
Семестр       B-ПК-4,         3-ПК-5,       У-ПК-5,         B-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-12,       3-УК-1,         3-УК-1,       У-УК-1,         В-УК-1,       3-УК-4,			30	3	
3-IIK-5, Y-IIK-5, B-IIK-5, 3-IIK-6, Y-IIK-6, B-IIK-6, 3-IIK-7, Y-IIK-7, B-IIK-9, Y-IIK-9, B-IIK-9, 3-IIK-11, Y-IIK-11, B-IIK-11, 3-IIK-12, Y-IIK-12, Y-IIK-12, B-IIK-12, 3-YK-1, Y-YK-1, B-YK-1, 3-YK-4,					
V-ПК-5,         B-ПК-5,         3-ПК-6,         V-ПК-6,         B-ПК-6,         3-ПК-7,         V-ПК-7,         B-ПК-9,         V-ПК-9,         B-ПК-9,         3-ПК-11,         V-ПК-11,         B-ПК-12,         3-УК-1,         V-УК-1,         B-УК-1,         3-УК-4,	Семестр				· ·
B-IIK-5, 3-IIK-6, Y-IIK-6, B-IIK-6, B-IIK-7, Y-IIK-7, B-IIK-7, 3-IIK-9, Y-IIK-9, B-IIK-9, 3-IIK-11, Y-IIK-11, B-IIK-11, 3-IIK-12, Y-IIK-12, B-IIK-12, 3-YK-1, Y-YK-1, B-YK-1, 3-YK-4,					
3-ПК-6, Y-ПК-6, B-ПК-6, 3-ПК-7, Y-ПК-7, B-ПК-7, 3-ПК-9, Y-ПК-9, B-ПК-9, 3-ПК-11, Y-ПК-11, B-ПК-11, 3-ПК-12, Y-ПК-12, B-ПК-12, 3-YK-1, Y-YK-1, B-YK-1, 3-YK-4,					
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,					
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,					
3-IIK-7, Y-IIK-7, B-IIK-9, 3-IIK-9, Y-IIK-9, B-IIK-11, Y-IIK-11, B-IIK-11, 3-IIK-12, Y-IIK-12, B-IIK-12, 3-YK-1, Y-YK-1, B-YK-1, 3-YK-4,					
У-ПК-7,         В-ПК-7,         3-ПК-9,         У-ПК-9,         В-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,					
В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-4,					В-ПК-6,
3-IIK-9, Y-IIK-9, B-IIK-11, Y-IIK-11, B-IIK-12, Y-IIK-12, B-IIK-12, 3-YK-1, Y-YK-1, B-YK-1, 3-YK-4,					В-ПК-6, 3-ПК-7,
У-ПК-9, В-ПК-9, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7,
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,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7,
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,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9,
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,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9,
В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-9,
3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					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-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, У-ПК-11,
В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, У-ПК-11,
З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					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,
У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,					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, В-ПК-12, У-ПК-12,
В-УК-1, 3-УК-4,					В-ПК-6, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7, 3-ПК-9, У-ПК-9, В-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12,
3-УК-4,					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-12, У-ПК-12, В-ПК-12, З-ПК-12,
					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, У-ПК-12, В-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12,
					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-12, У-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-12, В-ПК-13,
В-УК-4,					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-12, У-ПК-12, В-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-4,
3-УКЦ-1,					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,

		I	У-УКЦ-1, З-УКЦ-1, З-УКЦ-2,
			3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, З-УКЦ-2

<sup>\* –</sup> сокращенное наименование формы контроля

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
к.р	Контрольная работа
3	Зачет

# КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

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

<sup>\*\*</sup> – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

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

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

	Частицы-кандидаты в тёмную материю. Рождение частиц	0	2	0
	тёмной материи на ускорителях. Прямая регистрация в	Онлайн		
	наземных и подземных экспериментах. Косвенные поиски	0	0	0
	в космическом излучении. Альтернативы и модификации	0	U	0
	теории гравитации.			
11	Тёмная материя (3).	Всего	аулитор	ных часов
11	Частицы-кандидаты в тёмную материю. Рождение частиц	0	2	0
	тёмной материи на ускорителях. Прямая регистрация в	Онлаі		10
	наземных и подземных экспериментах. Косвенные поиски	0	0	0
	в космическом излучении. Альтернативы и модификации		0	U
	теории гравитации.			
12	Тёмная энергия.	Всего аудиторных часов		
12	Природа тёмной энергии: космологическая константа,	0	2	0
	квинтэссенция или модификация теории гравитации.	Онлаі		10
	Критическая плотность Вселенной и влияние тёмных	0	0	0
			U	0
	субстанций на судьбу Вселенной. Обзор сценариев финала.			
12	Тёмная энергия.	Всего аудиторных часов		
12	Природа тёмной энергии: космологическая константа,	0	7 <u>аудитор.</u> 2	0
	квинтэссенция или модификация теории гравитации.	Онлаі		10
	Критическая плотность Вселенной и влияние тёмных	0	0	0
	субстанций на судьбу Вселенной. Обзор сценариев	0	U	0
	финала.			
13	Стадия космологической инфляции.	Всего	аулитор	ных часов
13	Проблемы объяснения крупномасштабной структуры и	0	2	0
	плоскостности Вселенной в модели горячего Большого	Онлаі		
	взрыва. Гипотеза и модели инфляции. Генерация	0	0	0
	космологических возмущений на инфляционной стадии.	0	U	U
	Парадоксы и критика инфляционной модели. Реликтовые			
	гравитационные волны.			
13	Стадия космологической инфляции.	Всего	аулитор	ных часов
13	Проблемы объяснения крупномасштабной структуры и	Всего аудиторных часов 0 2 0		
	плоскостности Вселенной в модели горячего Большого	Онлайн		
	взрыва. Гипотеза и модели инфляции. Генерация	0	0	0
	космологических возмущений на инфляционной стадии.			0
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			
	Паралоксы и критика инфляционной молели. Реликтовые			
	Парадоксы и критика инфляционной модели. Реликтовые гравитационные волны.			
14	гравитационные волны.	Bcero	аулитор	ных часов
14	гравитационные волны. Гипотезы начала и сценарии финала.		аудитор: 2.	ных часов
14	гравитационные волны. <b>Гипотезы начала и сценарии финала.</b> Геометрия и мироздание: множества Калаби-Яу и ДНК	0	2	ных часов
14	гравитационные волны. <b>Гипотезы начала и сценарии финала.</b> Геометрия и мироздание: множества Калаби-Яу и ДНК теории струн. Компактные измерения и браны. Струнная	0 Онлаг	2 йн	0
14	гравитационные волны.  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	0	2	
14	гравитационные волны.  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	0 Онлаг	2 йн	0
	гравитационные волны.  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.	0 Онлаі 0	2 йн 0	0
14	гравитационные волны.  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.  Гипотезы начала и сценарии финала.	0 Онлаі 0 Всего	2 йн 0	0 0
	гравитационные волны.  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.  Гипотезы начала и сценарии финала.  Геометрия и мироздание: множества Калаби-Яу и ДНК	0 Онлаі 0 Всего	2 йн 0 о аудитор 2	0
	гравитационные волны.  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.  Гипотезы начала и сценарии финала.  Геометрия и мироздание: множества Калаби-Яу и ДНК теории струн. Компактные измерения и браны. Струнная	0 Онлаі 0 Всего 0 Онлаі	2 йн 0 э аудитор 2 йн	0 0 ных часов 0
	гравитационные волны.  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.  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	0 Онлаі 0 Всего	2 йн 0 о аудитор 2	0 0
	гравитационные волны.  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.  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	0 Онлаі 0 Всего 0 Онлаі	2 йн 0 э аудитор 2 йн	0 0 ных часов 0
14	гравитационные волны.  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.  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.	0 Онлаі 0 Всего 0 Онлаі	2   йн	0 0 ных часов 0
	гравитационные волны.  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.  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	0 Онлаі 0 Всего 0 Онлаі	2   йн	0 0 ных часов 0

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

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
BM	Видео-материалы
AM	Аудио-материалы
Прз	Презентации
T	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:

		(КП 1)
ПК-11	3-ПК-11	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-11	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-11	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-12	3-ПК-12	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-12	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-12	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-4	3-ПК-4	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-4	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-4	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-5	3-ПК-5	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-5	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-5	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-6	3-ПК-6	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-6	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-6	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-9	3-ПК-9	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-9	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-9	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УК-1	3-УК-1	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УК-1	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УК-1	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УК-4	3-УК-4	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УК-4	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УК-4	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УКЦ-1	3-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УКЦ-1	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
УКЦ-2	3-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-УКЦ-2	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
ПК-7	3-ПК-7	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	У-ПК-7	3, КИ-8, КИ-16, к.р-8, к.р-16
	В-ПК-7	3, 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		В	Оценка «хорошо» выставляется студенту,
		С	если он твёрдо знает материал, грамотно и
75-84	1 (ronoway)	C	по существу излагает его, не допуская
70.74	4 – «хорошо»	D	существу излагает сто, не допуская существенных неточностей в ответе на
70-74			
67.60			вопрос.
65-69			Оценка «удовлетворительно»
			выставляется студенту, если он имеет
			знания только основного материала, но не
	3 — «удовлетворительно»	Е	усвоил его деталей, допускает неточности,
60-64			недостаточно правильные формулировки,
			нарушения логической
			последовательности в изложении
			программного материала.
	2— «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно»
			выставляется студенту, который не знает
			значительной части программного
			материала, допускает существенные
Ниже 60			ошибки. Как правило, оценка
			«неудовлетворительно» ставится
			студентам, которые не могут продолжить
			обучение без дополнительных занятий по
			соответствующей дисциплине.
			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-СDM, 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