

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР НЕВОД

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ВВЕДЕНИЕ В КОСМОФИЗИКУ**

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.	KCP, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
7	2	72	16	16	0		4	0	Э
Итого	2	72	16	16	0	0	4	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Программа курса «Введение в космофизику» состоит из 2 разделов: «Термодинамика и излучения космоса. Звезды. Звезды главной последовательности. Звездные объекты» и «Солнце и гелиосфера. Планетные системы. Космические лучи. Галактики и темная материя. Космология». Курс знакомит студентов с ключевыми понятиями в области физики космоса, к которым относятся: физика Солнечной системы в которой исследуются физические параметры нашей Солнечной системы, гелиофизика – изучение звезды Солнце, физика внутригалактических и внегалактических объектов, космология – разделе науки, в которой изучается космос и Вселенная как единая целостная структура.

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель курса – дать будущему исследователю знания о ключевых понятиях в области физики космоса, к которым относятся: основные закономерности возникновения, формирования, строения, взаимодействия и эволюции небесных тел во всей Вселенной с целью выбора физических методов исследований небесных тел. Реализация указанных целей направлена на получение знаний в области физики частиц и астрофизики, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать компетенциями, способствующими его социальной мобильности, востребованности на рынке труда и успешной профессиональной карьере.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Учебная дисциплина «Введение в космофизику» является частью подготовки, необходимой для обучения студента в области астрофизики и физики элементарных частиц.

Дисциплина логически и содержательно и методически опирается на следующие дисциплины: «Теоретическая механика и механика сплошных сред», «Оптика», «Атомная физика», «Электродинамика», «Статистическая физика и термодинамика», «Квантовая теория» и «Ядерная физика». Она призвана формировать систематические знания в области современной физики космоса и астрофизики.

Для успешного освоения положений данной дисциплины студент должен:

- знать: иностранный язык в объеме, необходимом для получения информации профессионального содержания из зарубежных источников; понятия и методы математического анализа: дифференциальное исчисление, интегральное исчисление и функции многих переменных; аналитическую геометрию; линейную алгебру; векторный и тензорный анализ; теорию функций комплексного переменного; обыкновенные дифференциальные уравнения; теорию вероятности и математическую статистику; общую физику: механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, волны и оптику; основные положения квантовой механики, атомной и ядерной физики.

- уметь: использовать математические методы в физических приложениях; решать алгебраические уравнения и системы дифференциальных уравнений, применительно к реальным процессам; применять методы решения задач анализа и расчета характеристик механических, электромагнитных, квантовых, атомных и ядерных систем;

- владеть: методами математического анализа; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем; основными методами работы на ПЭВМ в том числе

методами работы с прикладными программными продуктами; математическим описанием микрообъектов в рамках атомной физики и квантовой механики; математическими методами анализа явлений.

Данная дисциплина является основополагающей для последующего освоения следующих дисциплин и практик: астрофизика, физика космических лучей, неускорительная физика высоких энергий, автоматизация физического эксперимента, физика мюонов космических лучей и др.

### **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 поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3-УК-1 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

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
организационно-управленческий			
организация работы исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных решений с учетом требований качества, надежности и	управление работой малых коллективов, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных объектов, стандартизация и сертификация экспериментального оборудования	ПК-26.1 [1] - Способен формулировать исходные данные, а также вырабатывать и обосновывать организационные решения при проведении исследований в области физики космических излучений.;	3-ПК-26.1[1] - Знать основные методы постановки задач и организации работ в области физики космических излучений.; У-ПК-26.1[1] - Уметь решать поставленные задачи в области физики космических

<p>стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; составление рефератов; подготовка документов к выполнению работ по стандартизации и сертификации экспериментального оборудования</p>		<p>излучений, решать поставленные задачи с выбором необходимых физико-технических средств.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>излучений с выбором необходимых физико-технических средств.; В-ПК-26.1[1] - Владеть методами проведения выбора и обоснования организационных решений в области проектирования ядерно-физических установок, методами проведения исследований в области физики космических излучений. с выбором необходимых физико-технических средств.</p>
<p>2 Составление технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет, заявок на материалы, оборудование и т.п.), а также установленной отчетности по утвержденным формам; выполнение работ по метрологии, стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; организация работы малых коллективов исполнителей; планирование работы персонала и фондов оплаты труда; подготовка исходных данных для выбора и обоснования научно -</p>	<p>2 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен организовывать работы малых коллективов исполнителей, планировать работы персонала, составлять инструкции, заявки на материалы и оборудование</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-10[1] - Знать основные принципы и законодательные акты, регулирующие организацию работы малых коллективов исполнителей, планирование работы персонала, нормативы по составлению технической документации ; У-ПК-10[1] - Уметь проводить организацию работы малых коллективов исполнителей, планирование работы персонала, составлять техническую документацию по утвержденным формам; В-ПК-10[1] - Владеть навыками организации работы малых коллективов</p>

технических и организационных решений на основе экономического анализа; подготовка документации для создания системы менеджмента качества предприятия; разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений, проведение анализа затрат и результатов деятельности производственных подразделений.	управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		исполнителей, планирования работы персонала, навыками подготовки и оформления технической документации по утвержденным формам
научно-исследовательский			
проведение научных исследований поставленных	атомное ядро, элементарные частицы и	ПК-26.2 [1] - Способен работать с детекторами и	З-ПК-26.2[1] - Знать физические принципы и

<p>проблем; формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с российской и зарубежной научной литературой с использованием новых информационных технологий и ресурсов, работа на экспериментальных физических установках; выбор необходимых методов исследования; анализ получаемой физической информации с использованием современной вычислительной техники; математическое моделирование процессов и экспериментальных установок</p>	<p>космические лучи, математические модели для теоретического и экспериментального исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, космических лучей</p>	<p>установками в области физики космических излучений, проводить оптимизацию их характеристик.</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>основные методы регистрации элементарных частиц, основные элементы детектирующих систем, принципы работы детекторов и установок в области физики космических излучений.; У-ПК-26.2[1] - Уметь планировать и организовывать современный физический эксперимент, проводить оптимизацию детекторов и установок в области физики космических излучений.; В-ПК-26.2[1] - Владеть методами модернизации детекторов и установок для научно-инновационных исследований в области физики космических излучений.</p>
<p>1 Изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике,</p>	<p>1 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества,</p>	<p>ПК-1 [1] - Способен использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-1[1] - знать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области, ; У-ПК-1[1] - уметь использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по</p>

<p>составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок;</p>	<p>лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг</p>		<p>тематике исследования, современные компьютерные технологии и информационные ресурсы в своей предметной области; В-ПК-1[1] - владеть современными компьютерными технологиями и методами использования информационных ресурсов в своей предметной области</p>
--	--	--	--

	окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.		
проектный			
3 Сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ; контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; проведение предварительного технико-экономического	3 Объектами профессиональной деятельности выпускников по основной образовательной программе «Экспериментальные исследования и моделирование фундаментальных взаимодействий» являются: атомное ядро, элементарные частицы и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ, радиационное	ПК-5 [1] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-5[1] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов; ; У-ПК-5[1] - уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5[1] - владеть методами проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов

	<p>воздействие ионизирующих излучений на человека и окружающую среду, радиационные технологии в медицине, математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных исследований явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности ядерных материалов, объектов и установок атомной промышленности и энергетики.</p>		
--	---	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и

	<p>понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)</p>	<p>общепрофессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач.</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul> <p>2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</li> </ul>
Профессиональное и трудовое воспитание	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин "Основы конструирования и САПР", "Курсовой проект: основы конструирования и САПР", "Инженерная и компьютерная графика", "Детали машин и основы конструирования" для формирования навыков владения эвристическими методами поиска и выбора технических решений в условиях</p>

		неопределенности через специальные задания (методики ТРИЗ, морфологический анализ, мозговой штурм и др.), культуры инженера-разработчика через организацию проектной, в том числе самостоятельной работы обучающихся с использованием программных пакетов.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытых и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры информационной безопасности (В23)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирование базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с

		информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователю.
--	--	--

## 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* <sup>*</sup>	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>7 Семестр</i>						
1	Термодинамика и излучения космоса. Звезды. Звезды главной последовательности. Звездные объекты.	1-8	8/8/0	Кл-8 (25)	25	КИ-8	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-26.1, У-ПК-26.1, В-ПК-26.1, З-ПК-26.2, У-ПК-26.2, В-ПК-26.2, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Солнце и гелиосфера. Планетные системы. Космические лучи. Галактики и темная материя. Космология.	9-16	8/8/0	Кл-16 (25)	25	КИ-16	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-26.1, У-ПК-26.1, В-ПК-26.1,

						З-ПК-26.2, У-ПК-26.2, В-ПК-26.2, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/16/0		50	
	<b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>			50	Э	З-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, З-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-26.1, У-ПК-26.1, В-ПК-26.1, З-ПК-26.2, У-ПК-26.2, В-ПК-26.2, З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1

\* – 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
Кл	Коллоквиум
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	16	0
1-8	<b>Термодинамика и излучения космоса. Звезды. Звезды главной последовательности. Звездные объекты.</b>	8	8	0
1	<b>Введение</b> Особенности космофизических исследований. Расстояния, масштабы и массы в космофизике. Закон всемирного притяжения. Теорема вириала. Законы Кеплера. Определение масс небесных тел. Ротационные кривые галактик и темная материя.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
2 - 3	<b>Термодинамика и излучения космоса</b>	Всего аудиторных часов		

	Спектр излучения абсолютно черного тела. Температура астрофизических источников, определяемая по их излучению. Излучение реальных тел. Перенос излучения в среде. Нетепловое излучение. Синхротронное излучение. Излучение при комптоновском рассеянии. Гамма-излучение, порождаемое нуклонной компонентой космических лучей. Излучение Вавилова-Черенкова. Межзвездная среда.	2 Онлайн 0	2 0	0
4	<b>Звезды</b> Образование звезд. Отрицательная теплоемкость. Условия равновесия. Термоядерные реакции. Движение квантов в недрах звезд. Распространенность химических элементов. Завершающие стадии эволюции звезд.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
5 - 6	<b>Звезды главной последовательности</b> Сценарий звездообразования: гравитационная неустойчивость Джинса, коллапс молекулярного облака. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Время жизни звезды на главной последовательности. Спектральные классы звезд. Источники энергии звезд. Звездные магнитные поля и звездная активность. Переменные звезды Цефеиды.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0
7 - 8	<b>Звездные объекты</b> Двойные системы и аккреция, сверхновые типа Ia. Белые карлики. Нейтронные звезды. Черные дыры. Сверхновые звезды. Основные свойства. Остатки сверхновых.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0
9-16	<b>Солнце и гелиосфера. Планетные системы. Космические лучи. Галактики и темная материя. Космология.</b>	8	8	0
9 - 10	<b>Солнце и гелиосфера</b> Строение Солнца. Зона выделения энергии и лучистого переноса. Конвективная зона. Фотосфера, хромосфера и корона. Магнитное поле Солнца и звезд. Солнечная и звездная активность. Солнечные и звездные вспышки. Тепловое и нетепловое излучение Солнца. Солнечный ветер. Межпланетное магнитное поле. Гелиосфера.	Всего аудиторных часов 2 Онлайн 0	2 0	0
11	<b>Планетные системы</b> Рождение Солнечной системы, сравнение её с другими планетными системами. Планеты земной группы и планеты гиганты. Луна и луны. Пояс Койпера и пояс астероидов. Кометы. Магнитное поле Земли. Магнитосфера Земли. Солнечная активность. Солнечно-земные связи.	Всего аудиторных часов 1 Онлайн 0	1 0	0
12 - 14	<b>Космические лучи</b> Астрофизика частиц. Спектр и механизмы ускорения первичных КЛ. Распространение КЛ и взаимодействие с межзвездной средой. Распространение космических лучей в гелиосфере. Химический и ионный состав КЛ. Взаимодействие космических лучей с магнитным полем Земли. Взаимодействие космических лучей с атмосферой Земли. Вторичные КЛ. Широкие атмосферные ливни, их наблюдения. Гамма и нейтринная астрономия сверхвысоких энергий. Проблема происхождения космических лучей.	Всего аудиторных часов 3 Онлайн 0	3 0	0

15	<b>Галактики и темная материя</b> Галактика Млечный путь. Классификация галактик. Структура галактик, диск и гало. Движение звезд в галактике. Темная материя. Сверхмассивные черные дыры и активные ядра галактик.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
16	<b>Космология</b> Закон Хабла. Определение постоянной Хабла из наблюдений, стандартная свеча. Наблюдаемая и критическая плотность. Расширение с ускорением и темная энергия. Распределение вещества на различных пространственных масштабах. Реликтовое излучение. Анизотропия реликтового излучения.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины основано на традиционной технологии: чтение лекций, проведение семинаров по каждой теме и контрольные работы в качестве тестирования степени освоения материала, выборочный контроль; экзамен.

## 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-1	З-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	У-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	В-ПК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
ПК-26.1	З-ПК-26.1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16

	У-ПК-26.1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	В-ПК-26.1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
ПК-26.2	З-ПК-26.2	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-16
	У-ПК-26.2	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-16
ПК-5	В-ПК-26.2	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-16
	З-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
УК-1	У-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	В-ПК-5	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-16
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Кл-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 иочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 52 Ф57 Гравитация, астрофизика, космология : дополнительные главы курса общей физики, Евдокимов В.С., Фильченков М.Л., Копылов С.В., Москва: Либроком, 2017
2. ЭИ Г 96 Основы астрономии : учебное пособие для вузов, Гусейханов М. К., Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Г 96 Основы астрофизики : , Гусейханов М. К., Санкт-Петербург: Лань, 2022

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 52 Г17 Космические лучи : , Гальпер А.М., М.: МИФИ, 2002

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

1. ScienceDirect is a leading full-text scientific database offering journal articles and book chapters (<http://www.sciencedirect.com/science/journals/>)
2. Nature Publishing Group (NPG) (<http://www.nature.com/>)
3. Springer. Providing researchers with access to millions of scientific documents from journals, books (<http://link.springer.com/>)
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. (<http://elibrary.ru/>)
5. Электронная библиотека НИЯУ МИФИ ([www.library.mephi.ru](http://www.library.mephi.ru))
6. Google книги (<https://books.google.com/>)  
<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**

В силу большого объема изучаемого материала и ограниченного количества занятий работа студента над заданиями во многом должна быть самостоятельной. Допускается использование любой литературы и Интернет-ресурсов. Одобряется обращаться к преподавателю за консультациями.

Рабочей программой дисциплины «Введение в космофизику» предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины по материалам лекции и рекомендованной литературе;
- подготовку к практическим занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Программой дисциплины предусмотрено представление доклада по предложенной тематике.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе данной дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

Материалы, используемые при контроле знаний студентов

1. Контрольный опрос (коллоквиум).
2. Представление доклада по предложенной тематике.
3. Устный опрос на семинарах.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Цель курса – познакомить с идеями и методами современной физики космоса; выработать у студентов навыки научно-исследовательского подхода к решению практических задач, возникающих в процессе проведения исследования космофизических явлений.

В процессе преподавания разделов курса необходимо особое внимание уделить вводным разделам, в которых широко используются понятиям квантовой механики, атомной и ядерной физики и, особенно, термодинамики. В связи с этим необходимо сделать упор на изложении материала в приложении к задачам классического курса «Астрофизика». Лекции должны сопровождаться наглядным иллюстративным материалом, в частности, с использованием компьютерных презентаций. Следует уделить особое внимание практическим расчетам, выполняемым самими студентами при работе над текущими заданиями. Допускается использование студентами справочных материалов, необходимых для проведения численных

расчетов. Формулировку практических заданий следует выполнять подробно, а так же допускать использование интернет-ресурсов при работе над заданиями.

Контроль работы студента проводить в виде опроса (коллоквиума) и представления доклада.

Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение).

Автор(ы):

Яшин Игорь Иванович, д.ф.-м.н., профессор