

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР НЕВОД

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
5	1-2	36-72	16	16	0		4-40	0	3
Итого	1-2	36-72	16	16	0	0	4-40	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Программа курса «Современные проблемы физики космических лучей» содержит 16 лекций и 16 практических занятий и состоит из 2 разделов: «Введение в физику космических лучей» и «Актуальные проблемы физики космических лучей». Курс знакомит студентов с базовыми понятиями физики космических лучей: проблемой источников и процессов ускорения, особенностями распространения в Галактике, гелиосфере и магнитосфере Земли, а также с наиболее интересными проблемами, стоящими перед этой наукой как в фундаментальном, так и в прикладном аспектах.

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

Цель курса – дать будущему исследователю знания о ключевых понятиях в области физики космических лучей, к которым относятся: энергетический спектр и массовый состав первичных космических лучей, энергетические спектры вторичных компонент на уровне моря и на различных высотах, методы регистрации, проблемы возникновения, ускорения и распространения космических лучей, актуальные проблемы физики космических лучей, позволяющих выпускнику успешно работать в избранной сфере деятельности, обладать компетенциями, способствующими его социальной мобильности и успешной профессиональной карьере.

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

Данный курс является частью специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика, как специалиста в области астрофизики и физики элементарных частиц. Учебная дисциплина «Современные проблемы физики космических лучей» относится к Профессиональному циклу и является дисциплиной по выбору. Курс «Современные проблемы физики космических лучей» читается в рамках подготовки бакалавров по направлению 14.03.02 «Ядерная физика и технологии», профиль «Физика космических излучений» на 5 семестре обучения.

Дисциплина логически и содержательно и методически опирается на следующие дисциплины ООП: «Общая физика: электричество и магнетизм», «Общая физика: волны и оптика», «Введение в специальность». Она призвана формировать систематические знания в области физики космических лучей.

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; общую физику: механику, молекулярную физику, электричество и магнетизм, волны и оптику.

- 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 и электромагнитных;

- 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.

Данная дисциплина является основополагающей для последующего освоения следующих дисциплин и практик: «Наблюдательная астрономия», «Установки для неускорительной физики высоких энергий», «Моделирование взаимодействия частиц», «Введение в космофизику» 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
УК-3 [1] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	3-УК-3 [1] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1] – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 [1] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УКЦ-2 [1] – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для	3-УКЦ-2 [1] – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 [1] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать

решения задач	стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 [1] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности
---------------	---

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

<b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>	<b>Объект или область знания</b>	<b>Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
научно-исследовательский			
изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схмотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	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  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	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 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
проведение экспериментов по заданным методикам, обработка и анализ результатов;	элементарные частицы, атомное ядро и плазма, газообразное и конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками,	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией
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 стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; составление	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 выработать и обосновывать организационные решения при проведении исследований в области физики космических излучений, решать поставленные задачи с выбором необходимых физико-технических средств.  <i>Основание:</i>	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 излучений с выбором необходимых физико-технических средств.; В-ПК-26.1[1] - Владеть методами проведения выбора и

рефератов; подготовка документов к выполнению работ по стандартизации и сертификации экспериментального оборудования		Профессиональный стандарт: 40.011	обоснования организационных решений в области проектирования ядерно-физических установок, методами проведения исследований в области физики космических излучений. с выбором необходимых физико-технических средств.
---	--	--------------------------------------	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
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 открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (В21)	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального

	<p>инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
--	--	--

## 5. 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>5 Семестр</i>							
1	Введение в физику космических лучей	1-8	8/8/0	Кл-8 (25)	25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-УКЦ-2, У-УКЦ-2, В-УКЦ-2
2	Актуальные проблемы физики космических лучей	9-16	8/8/0	Дкл-16 (25)	25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-ПК-26.1, У-ПК-

							26.1, В- ПК- 26.1, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-УК- 1, У- УК-1, В- УК-1, 3-УК- 3, У- УК-3, В- УК-3, 3- УКЦ- 2, У- УКЦ- 2, В- УКЦ- 2
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		16/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				50	3	3-ПК- 1, У- ПК-1, В- ПК-1, 3-ПК- 26.1, У- ПК- 26.1, В- ПК- 26.1, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3,

							3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, 3-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, 3-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
Кл	Коллоквиум
Дкл	Доклад
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	16	16	0
<b>1-8</b>	<b>Введение в физику космических лучей</b>	8	8	0
1	<b>Введение</b> Космические лучи: основные физические определения и история открытия. Фундаментальные и прикладные аспекты физики космических лучей. Внегалактические, галактические и солнечные космические лучи.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 3	<b>Состав и спектр космических лучей</b> Компоненты космических лучей. Первичные и вторичные космические лучи. Основные реакции. Энергетические спектры компонент.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4 - 5	<b>Обзор методов исследования космических лучей</b>	Всего аудиторных часов		

	Обзор экспериментальных методов. Спутниковые эксперименты. Балонные измерения. Высокогорные станции. Наземные установки. Подземные обсерватории. Гигатонные нейтринные телескопы.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6 - 7	<b>Космические лучи в Галактике</b> Структура и масштабы Галактики. Обзор механизмов рождения и распространения космических лучей.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Солнце. Космические лучи в гелиосфере</b> Строение Солнца, структура гелиосферы. Солнечные циклы. Солнечная активность. Основные виды солнечных событий. Генерация солнечных космических лучей и их распространение в гелиосфере. Межпланетное магнитное поле.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	<b>Актуальные проблемы физики космических лучей</b>	8	8	0
9	<b>Космические лучи в магнитосфере Земли</b> Магнитосфера Земли. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли. Жесткость геомагнитного обрезания. Радиационный пояс Земли.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	<b>Космические лучи в атмосфере Земли</b> Структура атмосферы Земли. Адронный и электромагнитный каскады. Состав космических лучей на уровне моря.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Широкие атмосферные ливни</b> Основные характеристики ШАЛ. Адронная, электронно-фотонная и мюонная компоненты ШАЛ. Функция пространственного распределения частиц. Понятие о моделях адронных взаимодействий. Моделирование ШАЛ.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Проблема энергетического спектра космических лучей высоких энергий</b> Особенности энергетического спектра. Основные гипотезы. Космофизический, ядерный и феноменологический аспекты. Модель полигонато.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Мюонная компонента космических лучей</b> Проблемы спектрометрии мюонов. Метод парметра. Калориметрический подход. Перспективы физики мюонов.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Мюонная загадка.</b> Особенности регистрации широких атмосферных ливней под большими зенитными углами. Понятие о методе спектра локальной плотности мюонов. Избыток групп мюонов. Основные эксперименты.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Мюонная диагностика.</b> Мюонные годоскопы. Особенности и перспективы технологии мюонной диагностики. Исследование гелиосферы, магнитосферы и атмосферы. Мюонная геология.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	<b>Мультимесенджер-астрономия</b> Проблемы нейтринной- и гамма-астрономии. Черенковские водные и атмосферные телескопы. Гравитационные антенны. Всеволновая астрономия. Алерты.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

<b>Обозначение</b>	<b>Полное наименование</b>
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 и интерактивной технологиях: чтение лекций, проведение семинаров по каждой теме и контрольные работы в качестве тестирования степени усвоения 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:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикаторы освоения</b>	<b>Аттестационное мероприятие (КП 1)</b>
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
ПК-26.1	З-ПК-26.1	З, КИ-16, Дкл-16
	У-ПК-26.1	З, КИ-16, Дкл-16
	В-ПК-26.1	З, КИ-16, Дкл-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
УК-1	З-УК-1	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-УК-1	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-УК-1	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
УК-3	З-УК-3	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-УК-3	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-УК-3	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
УКЦ-2	З-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	У-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-16
	В-УКЦ-2	З, КИ-8, КИ-16, Кл-8, Дкл-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»	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. ЭИ Г 96 Основы астрономии Основы астрономии, : , 2022

2. ЭИ Г 96 Основы астрофизики : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Г 96 Основы астрофизики и космологии : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2022
4. ЭИ Х 86 Свойства распределений случайных величин : учеб. пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2022
5. ЭИ Э 41 Экспериментальный комплекс НЕВОД : монография, Москва: НИЯУ МИФИ, 2022

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 52 Ф57 Гравитация, астрофизика, космология : дополнительные главы курса общей физики, Москва: Либроком, 2017
2. ЭИ Г17 Космические лучи : , А. М. Гальпер, 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**

Поскольку данная дисциплина, читается одной из первой в профессиональном цикле, студентам следует сосредоточиться на расширении своего профессионального кругозора. Для

этого рекомендуется изучение всевозможных источников, в том числе и Интернет-ресурсов. Для успешного освоения дисциплины весьма полезно просмотреть тезисы и статьи российских и международных конференций, затрагивающих данную тематику, таких как Всероссийская конференция по космическим лучам (ВККЛ), The International Symposium on Cosmic Rays and Astrophysics (ISCRA), The European Cosmic Ray Symposium (ECRS) и др.

Рабочей программой дисциплины «Современные проблемы физики космических лучей» 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.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр. 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.

При подготовке доклада рекомендуется обращаться за консультацией к преподавателю курса и к научному руководителю. После получения темы доклада рекомендуется как можно раньше приступить к сбору материала и подготовке презентации, не откладывая данную работу до конца семестра.

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

Цель курса – познакомить студентов с основными понятиями, экспериментальными результатами и проблемами физики космических лучей; выработать у студентов навыки научно-исследовательского подхода к решению практических задач, возникающих в процессе проведения исследования космических лучей.

В процессе преподавания разделов курса необходимо особо учитывать, что студенты еще не знакомы с ядерной физикой, физикой частиц и квантовой механикой, следовательно, стоит уделить большое внимание базовым понятиям и единицам измерения. Необходимо учитывать, что данная дисциплина является, по сути, введением в специализацию, поэтому очень важно заинтересовать студентов проблемами физики космических лучей на раннем этапе.

Предлагаемые на практических занятиях расчетные задачи должны, с одной стороны, быть достаточно простыми, а с другой, быть междисциплинарными, чтобы продемонстрировать студентам пользу широкого кругозора и нестандартного мышления.

Контроль работы студента проводить в виде коллоквиума. При этом весьма полезно предложить студентам самостоятельно сформулировать вопросы и дать на них ответы.

На последнем занятии рабочим планом предусмотрен доклад каждого студента. Рекомендуется темы докладов сформулировать и выдать студентам не позднее 10-й недели.



Автор(ы):

Хохлов Семен Сергеевич