

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

МНОГОКАНАЛЬНАЯ АСТРОНОМИЯ (ВСЕВОЛНОВАЯ И НЕЙТРИННАЯ АСТРОНОМИЯ,
КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ)

Направление подготовки
(специальность)

- [1] 14.03.02 Ядерная физика и технологии
[2] 22.03.01 Материаловедение и технологии
материалов
[3] 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

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
6	4	144	15	30	0		48	15	Э
Итого	4	144	15	30	0	0	48	15	

АННОТАЦИЯ

В курсе лекций дается углубленное представление об астрономии, а именно о исследовании объектов во Вселенной при помощи разных видов изучений, как электромагнитных, так и корпускулярных. Рассматриваются различные методы, используемые при регистрации и обработке результатов измерений различных энергий электромагнитного излучения, отдельное внимание уделяется принципам работы и возможностям современных наблюдательных инструментов, таких как радиотелескопы, оптические и инфракрасные телескопы, рентгеновские и гамма-обсерватории. Затрагиваемые темы включают обзор результатов всеволновых наблюдений структуры и эволюции галактик, звёзд и планет, других астрономических объектов, а также для понимания природы Вселенной в целом. Кроме этого, в рамках курса рассматриваются основные механизмы генерации и ускорения частиц высоких энергий (более нескольких десятков МэВ) - космических лучей, в различных астрофизических объектах, включая Солнце и магнитосферы планет. Дается представление о распространении и взаимодействии космических лучей с межзвездной и межпланетной средой, магнитосферой и атмосферой Земли. Также внимание уделяется методам исследования Вселенной по нейтринному излучению, которое представляет собой особую компоненту космических излучений вследствие её крайне малой вероятности взаимодействия с веществом. В курсе кратко рассматриваются наиболее актуальные темы современных исследований, такие как поиск темной материи и тёмной энергии, обнаружение и исследование релятивистских астрофизических объектов и др. Обсуждается прикладной аспект космофизических исследований, связанный с радиоактивным мониторингом околоземного космического пространства и вопросы его рационального использования. Будет дан обзор современных и планируемых миссий по регистрации космических лучей. Прослушав курс, студенты получают всестороннее понимание современных возможностей и достижений астрономии, её приложений в современной физике.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина вводится с целью ознакомления студентов с основными процессами физики космических излучений, проблем современной нейтринной и всеволновой астрономии, экспериментальных методик, существующих или создаваемых детекторов космических частиц и излучения. Из данного курса студент должен получить современные теоретические представления об источниках, механизмах ускорения и распространения космических лучей, а также экспериментальных методах исследования космических излучений. В рамках данного курса изучаются принципы работы современных детекторов космических излучений и новейшие результаты нейтринной астрономии.

Цели освоения дисциплины:

- дать студентам представления: о происхождении, свойствах и регистрации различных компонент космического излучения;
- ознакомление с современными моделями развития Вселенной во взаимосвязи с источниками различных космических излучений.

Задачи освоения дисциплины:

- получение современных теоретических представлений об источниках, механизмах ускорения и распространения космических лучей;

- ознакомление с основными современными экспериментальными методами исследования космических излучений;
- получение представлений о новейших результатах исследований в области всеволновой и нейтринной астрономии.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина является основой для усвоения других дисциплин минорной программы: «Возможности и достижения современной астрономии».

Знания, полученные студентами в рамках дисциплины «Многоканальная астрономия: всеволновая и нейтринная астрономия, космические лучи», составят базовый материал для изучения следующей дисциплины минорной программы: «Возможности и достижения современной астрономии»: «Гравитационно-волновая астрономия. Астрономические методы исследования свойств тёмной материи», а также будут необходимы для выполнения научно-исследовательской работы.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1 [1, 2, 3] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1, 2, 3] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2, 3] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2, 3] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 [1, 2, 3] – Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	З-УК-3 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 [1, 2, 3] – 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, 2, 3] – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-6 [1, 2, 3] – Способен	З-УК-6 [1, 2, 3] – Знать: основные приемы эффективного

управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни У-УК-6 [1, 2, 3] – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения В-УК-6 [1, 2, 3] – Владеть: методами управления собственным временем; технологиями приобретения. использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование этического мышления и профессиональной ответственности ученого (B2)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Духовно-нравственное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование личностно-центрированного подхода в профессиональной коммуникации, когнитивно-поведенческих и практико-ориентированных навыков, основанных на общероссийских традиционных ценностях (B3)	1. Использование воспитательного потенциала базовых гуманитарных дисциплин. 2. Разработка новых инновационных курсов гуманитарной и междисциплинарной направленности.
Профессиональное и трудовое воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - 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. - 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; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение
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 (B21)	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. 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.

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Всесоволновая астрономия	1-8	8/15/0	Т-8 (25)	25	КИ-8	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Нейтронная астрономия и космические лучи	9-15	7/15/0	Т-15 (25)	25	КИ-15	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		15/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УК-3, У-УК-3, В-УК-3, З-УК-6, У-УК-6, В-УК-6

* – 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
Т	Тестирование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>6 Семестр</i>	15	30	0
1-8	Всеволновая астрономия	8	15	0
1	Введение Введение. Шкала электромагнитного спектра. Обзор наиболее значимых достижений всеволновой астрономии. Фоновое электромагнитное излучение Вселенной.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Радиоастрономия Радиоастрономия. Методы наблюдений, источники радиоизлучения во Вселенной и основные результаты.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Инфракрасная астрономия Инфракрасная астрономия. Методы наблюдений, источники ИК излучения во Вселенной и основные результаты.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Оптический диапазон Оптический диапазон. Методы наблюдений, источники оптического излучения во Вселенной и основные результаты.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Ультрафиолетовая астрономия Ультрафиолетовая астрономия. Методы наблюдений, источники УФ излучения во Вселенной и основные результаты.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Рентгеновская и гамма-астрономия Рентгеновская астрономия. Методы наблюдений, источники рентгеновского излучения во Вселенной и основные результаты. Гамма-астрономия. Методы наблюдений, источники высокоэнергетичного гамма-излучения во Вселенной и основные результаты.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Регистрация ЭМИ и исследование Солнца Применение регистрации ЭМИ различных энергий для исследований околоземного космического пространства. Всеволновые и многоканальные исследования Солнца.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Космическая картография Космическая картография. Карты распределения объектов во Вселенной, крупномасштабные обзоры неба. Моделирование Вселенной на суперкомпьютерах и сравнение с наблюдениями.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Нейтринная астрономия и космические лучи	7	15	0
9	Введение Классификация элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий. Взрывы сверхновых звезд, как источник нейтрино и космических лучей. Определение свойств нейтрино: масса, магнитный момент, осцилляция нейтрино.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Методы регистрации нейтрино Методы регистрации нейтрино. Вселенная и метagalactica. Процессы в ранней Вселенной. Реликтовый нейтринный фон.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

11	Астрофизические объекты в современной и ранней Вселенной Астрофизические объекты в современной и ранней Вселенной. Космологические и астрофизические нейтрино. Солнечные нейтрино и построение стандартной модели Солнца.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Нейтрино в околоземном пространстве Атмосферные и Земные нейтрино. Нейтрино от Луны. Нейтрино в рамках стандартной модели физики элементарной частиц. Эксперименты по регистрации нейтрино.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Космические лучи Энергетический спектр заряженной компоненты космических лучей. Космические лучи ультравысоких энергий.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Галактические космические лучи Наша Галактика. Возможные источники космических частиц высоких энергий. Распространение космических лучей в межзвездной среде и межгалактическом пространстве.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Космические лучи в околоземном пространстве Солнце и планеты солнечной системы, как источники космических лучей. Радиационные пояса планет Солнечной системы.	Всего аудиторных часов		
		1	3	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 интерактивной технологии проведения практических занятий по каждой теме и контрольных работах в качестве тестирования степени усвоения материала, выборочном контроле, экзамене.

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)
УК-1	З-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
УК-3	З-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-3	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
УК-6	З-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	У-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15
	В-УК-6	Э, КИ-8, КИ-15, Т-8, Т-15

Шкалы оценки образовательных достижений

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

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо 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 P50 Cosmic Rays at Earth: Researcher's Reference Manual and Data Book : , Peter K.F. Grieder , : Elsevier, 2001
2. ЭИ D74 Cosmic Rays in Magnetospheres of the Earth and other Planets : , Dorman, Lev. , Dordrecht: Springer Netherlands,, 2009
3. ЭИ G79 Galileo and 400 Years of Telescopic Astronomy : , Grego, Peter. , Mannion, David. , New York, NY: Springer New York, 2010
4. ЭИ H22 Handbook of Practical Astronomy : , , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
5. 52 М 91 Астрофизика космических лучей : [учеб. пособие по специальностям "Физика и космос", "Астрономия", "Астрофизика", "География" и другим физ. направлениям и специальностям], Мурзин В. С., Москва: ЛОГОС, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа студентов является одним из основных видов познавательной деятельности, направленной на более глубокое и разностороннее изучение материалов данной учебной дисциплины. Основная часть времени, предусмотренного для самостоятельной работы студентов по дисциплине, отводится на подготовку к лекционным занятиям и итоговому контролю (зачету). Студенты должны прочитать рекомендованные преподавателем учебные и научные материалы.

Самостоятельная аудиторная работа студентов включает обязательное посещение лекций, их конспектирование в тетради. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов включает обязательное выполнение домашних заданий, разбор лекционного материала.

Результаты выполнения самостоятельной работы проверяются и оцениваются преподавателем в ходе текущего (промежуточного, итогового) контроля в соответствии с рейтинговой системой оценки и учета успеваемости, учебным планом (расписанием занятий, зачётно-экзаменационной сессии).

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа студентов является одним из основных видов познавательной деятельности, направленной на более глубокое и разностороннее изучение материалов данной учебной дисциплины. Основная часть времени, предусмотренного для самостоятельной работы студентов по дисциплине, отводится на подготовку к лекционным занятиям и итоговому контролю (зачету). Студенты должны прочитать рекомендованные преподавателем учебные и научные материалы.

Самостоятельная аудиторная работа студентов включает обязательное посещение лекций, их конспектирование в тетради. Самостоятельная внеаудиторная работа студентов включает обязательное выполнение домашних заданий, разбор лекционного материала.

Результаты выполнения самостоятельной работы проверяются и оцениваются преподавателем в ходе текущего (промежуточного, итогового) контроля в соответствии с рейтинговой системой оценки и учета успеваемости, учебным планом (расписанием занятий, зачётно-экзаменационной сессии).

Автор(ы):

Роденко Светлана Александровна

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