

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И КОСМОФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/423-573.1

от 20.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ (PHYSICS OF COSMIC RAYS)

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
7	3	108	16	16	0		22	0	Э
Итого	3	108	16	16	0	0	22	0	

АННОТАЦИЯ

Курс предназначен для студентов, планирующих работать в научных организациях или производственных предприятиях, связанных с фундаментальным или прикладным изучением ближнего и дальнего Космоса. В рамках курса рассматривается современная общая эволюционная картина мира, начиная от рождения Вселенной и формирования её крупномасштабной структуры, до жизни звёзд в галактиках и образования планет. Также изучаются основные механизмы генерации и ускорения частиц высоких энергий (более нескольких десятков МэВ) - космических лучей, в различных астрофизических объектах, включая Солнце и магнитосферы планет; распространение и взаимодействие космических лучей с межзвездной и межпланетной средой, магнитосферой и атмосферой Земли. Отмечается роль космических лучей в познании Вселенной и в изучении процессов взаимодействий частиц при сверхвысоких энергиях. Обсуждается прикладной аспект космофизических исследований, связанный с радиоактивным мониторингом околоземного космического пространства и вопросы рационального использования околоземного космического пространства.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина вводится с целью ознакомления студентов с основными процессами физики космических излучений, проблем современной астрофизики, экспериментальных методик, существующих или создаваемых детекторов космических частиц. Из данного курса студент должен получить современных теоретических представлениях 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 астрофизических исследований

Цели освоения дисциплины:

- дать студентам представления: о происхождении, свойствах и регистрации 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 астрофизических исследований.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
проведение 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	З-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
подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов,	ПК-15.1 [1] - Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом	З-ПК-15.1[1] - методы осуществления поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, методы

	<p>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</p>	<p>формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; У-ПК-15.1[1] - осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий ; В-ПК-15.1[1] - методами осуществления поиска, хранения, обработки и анализа информации из различных источников и баз данных, методами представления ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p>
<p>проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов</p>	<p>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,</p>	<p>ПК-15.2 [1] - Способен обрабатывать, интегрировать и представлять результаты научно-исследовательских работ под контролем руководителя</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-15.2[1] - методы обработки, интегрирования и представления результатов научно-исследовательских работ ; У-ПК-15.2[1] - обрабатывать, интегрировать и представлять результаты научно-исследовательских работ ; В-ПК-15.2[1] - методами обработки, интегрирования и</p>

	электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками		представления результатов научно-исследовательских работ
проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов	атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками	ПК-15.3 [1] - Способен к участию в научных исследованиях в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, к самостоятельному определению необходимых средств и к их использованию для решения поставленных задач <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-15.3[1] - методы осуществления научных исследованиях в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, методы определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач; У-ПК-15.3[1] - выполнять научные исследования в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, самостоятельно определять необходимые средства и использовать их для решения поставленных задач; В-ПК-15.3[1] - методами осуществления научных исследованиях в области физики ядра и частиц, космофизике и космологии, методами определения необходимых средств и их использования для решения поставленных задач

<p>изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования</p>	<p>атомное ядро, элементарные частицы и плазма, конденсированное состояние вещества, лазеры и их применения, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, ускорители заряженных частиц, современная электронная схемотехника, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками</p>	<p>ПК-15.5 [1] - Способен к общему физическому анализу процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в космическом пространстве и/или во Вселенной в целом</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-15.5[1] - методы физического анализа процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в космическом пространстве и/или во Вселенной в целом ; У-ПК-15.5[1] - осуществлять физический анализ процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в космическом пространстве и/или во Вселенной в целом ; В-ПК-15.5[1] - методами физического анализа процессов взаимодействия элементарных частиц, их эффектов в космическом пространстве и/или во Вселенной в целом</p>
<p>проектный</p>			
<p>расчет и проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;</p>	<p>разработка ядерных и физических установок, технологии применения приборов и установок для регистрации излучений, разделения изотопных и молекулярных смесей, а также анализа веществ,</p>	<p>ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим</p>

			заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO
разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно- конструкторских работ	разработка и технологии применения приборов и установок для анализа веществ	ПК-15.7 [1] - Способен проектировать и создавать новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-15.7[1] - методы проектирования и создания новых продуктов и систем; У-ПК-15.7[1] - проектировать и создавать новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике; В-ПК-15.7[1] - методами проектирования и создания новых продуктов и систем

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
--------------------------------	-------------------------	------------------------------------

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>7 Семестр</i>						
1	Введение. Эволюция Вселенной. Галактические космические лучи.	1-8	8/8/0		25	КИ-8	В- ПК- 15.3, 3-ПК- 15.5, У- ПК-

							15.5, В- ПК- 15.5, 3-ПК- 15.7, У- ПК- 15.7, В- ПК- 15.7, 3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 15.1, У- ПК- 15.1, В- ПК- 15.1, 3-ПК- 15.2, У- ПК- 15.2, В- ПК- 15.2, 3-ПК- 15.3, У- ПК- 15.3
2	Солнечные космические лучи. Космические лучи в околоземном пространстве. Космические лучи на уровне моря.	9-16	8/8/0		25	КИ-16	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3, 3-ПК-

							4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 15.1, У- ПК- 15.1, В- ПК- 15.1, 3-ПК- 15.2, У- ПК- 15.2, В- ПК- 15.2, 3-ПК- 15.3, У- ПК- 15.3, В- ПК- 15.3, 3-ПК- 15.5, У- ПК- 15.5, В- ПК- 15.5, 3-ПК- 15.7, У- ПК- 15.7, В- ПК- 15.7
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		16/16/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	3-ПК- 3, У- ПК-3, В- ПК-3,

							З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
--	--	--	--	--	--	--	------------------------------

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	16	16	0
1-8	Введение. Эволюция Вселенной. Галактические космические лучи.	8	8	0
1	Введение Введение. Космические лучи: основные физические определения и экспериментальные сведения о потоках и энергетическом распределении в околоземном космическом пространстве. Роль физики космических лучей в фундаментальных и прикладных исследованиях Вселенной и окружающего пространства.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Расширяющаяся Вселенная Обзор эволюционной картины мира от Большого взрыва до формирования Галактик, звёзд и планетарных систем. Расширяющаяся Вселенная и закон Хаббла; тёмная материя и тёмная энергия во Вселенной.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Обзор экспериментальных данных Обзор экспериментальных сведений о потоках космических лучей в околоземном пространстве и их современная интерпретация. Классификация космических лучей.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Галактические космические лучи Галактические космические лучи: основные известные и гипотетические (например, «тёмная» материя) источники, обзор механизмов генерации и ускорения.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Внегалактические космические лучи Внегалактические космические лучи (сверхвысоких энергий): основные источники, механизмы генерации и ускорения. Эффект Грейзена-Зацепина-Кузьмина.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Космические лучи в Галактике	Всего аудиторных часов		

	Структура Галактики. Прохождение галактических космических лучей через межзвездное пространство: общее уравнение переноса. Обзор различных моделей распространения космических лучей (однородная, диффузионная и др.).	0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Космические лучи в Галактике Изменение энергетического спектра (доускорение) и химического состава галактических космических лучей в межзвёздной среде. Античастицы в галактических космических лучах.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Космические лучи в Гелиосфере Структура гелиосферы; межпланетное магнитное поле и солнечный ветер. Прохождение галактических космических лучей через гелиосферу: общее уравнение переноса. Влияние солнечной активности на вариации потока галактических космических лучей.	Всего аудиторных часов		
		0	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Солнечные космические лучи. Космические лучи в околоземном пространстве. Космические лучи на уровне моря.	8	8	0
9	Аномальные космические лучи. Аномальные космические лучи.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Солнце Общее представление о строении Солнца. Генерация солнечных космических лучей и их распространение в межпланетном пространстве.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Космические лучи в магнитосфере Земли Магнитосфера Земли. Движение заряженных частиц в магнитном поле Земли. Геомагнитная система координат (Мак-Илвайна). Жесткость геомагнитного обреза.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Космические лучи в околоземном пространстве Космические лучи в околоземном пространстве: альbedo, квазизахваченные и захваченные магнитным полем Земли. Радиационный пояс Земли: состав и пространственное распределение захваченных частиц.	Всего аудиторных часов		
		0	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Космические лучи в атмосфере Земли Общие сведения о прохождении первичного космического излучения через атмосферу. Ядерный и электромагнитный каскады. Состав космических лучей на уровне моря.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Методы регистрации космических лучей Обзор методов регистрации и изучения космических лучей. Основные подземные и наземные эксперименты по регистрации космических лучей.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Методы регистрации космических лучей Обзор методов регистрации и изучения космических лучей. Основные космические эксперименты по регистрации космических лучей.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Направления развития космических исследований в ближайшее время Новые проекты и экспериментальные установки в области	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		

физики космических лучей для фундаментальных и прикладных исследований Вселенной и ближнего Космоса. Глобальный мониторинг околоземного космического пространства (космическая погода, сейсмомагнитосферные связи и др.).	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

В ходе проведения лекций используется мультимедийное оборудование, иллюстративный материал в форме компьютерных презентаций и образовательных материалов из LMS и электронных ресурсов.

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-15.1	З-ПК-15.1	КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.1	КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.1	КИ-8, КИ-16
ПК-15.2	З-ПК-15.2	КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.2	КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.2	КИ-8, КИ-16
ПК-15.3	З-ПК-15.3	КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.3	КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.3	КИ-8, КИ-16
ПК-15.5	З-ПК-15.5	КИ-8, КИ-16
	У-ПК-15.5	КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.5	КИ-8, КИ-16
ПК-15.7	З-ПК-15.7	КИ-8, КИ-16

	У-ПК-15.7	КИ-8, КИ-16
	В-ПК-15.7	КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-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 Б 48 Введение в физику космоса : , Москва: Физматлит, 2014
2. ЭИ Л 84 Физическая космология : , Москва: Физматлит, 2012
3. ЭИ Ф 94 Фундаментальные космические исследования К. 1 Астрофизика, : , 2014
4. 52 Г17 Эксперименты по исследованию природы темной материи : учебное пособие, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 52 Л12 Лабораторный практикум "Мониторинг радиационной обстановки ближнего космоса" : учебное пособие для вузов, ред. : А. М. Гальпер, Москва: МИФИ, 2008
2. 55 Р15 Радиационные условия в космическом пространстве : учебное пособие, ред. : М. И. Панасюк, Москва: МГУ, 2006

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

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».

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Акцентировать внимание студентов на современных исследованиях космических лучей.

2. Показать решающую роль экспериментов и наблюдений в современных представлениях о свойствах космического излучения.

Автор(ы):

Гальпер Аркадий Моисеевич, д.ф.-м.н., профессор