

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Ордена Трудового Красного Знамени  
Институт солнечно-земной физики  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИСЗФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

чл.-корр. РАН \_\_\_\_\_ А.В. Медведев

«11» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**ФТД.2 Введение в физику космических лучей**

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский,  
педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2023

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал кандидат физико-математических наук	Сдобнов В.Е.
---	--------------

## 1. Место и роль дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «**Введение в физику космических лучей**» относится к факультативным дисциплинам основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки Физика солнечно-земных связей направления подготовки 03.04.02 Физика.

## 2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «**Введение в физику космических лучей**» является формирование теоретических знаний и практических навыков в области солнечно-земной физики, необходимых для решения задач, возникающих в профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины «**Введение в физику космических лучей**» является:

- дать студентам представление о происхождении, свойствах и регистрации космического излучения;
- ознакомление с современными моделями источников различных космических излучений.
- получение современных теоретических представлений о механизмах ускорения и распространения космических лучей;
- ознакомление с основными современными наземными установками для регистрации космических лучей на мировой сети станций;
- получение представлений о месте исследования космических лучей в задачах солнечно-земной физики

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины «**Введение в физику космических лучей**» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки 03.04.02 Физика:

Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКА-2 Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	ИД-1 Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей	<b>Знать</b> историю и современное состояние науки о космических лучах; когда и кем было открыто космическое излучение, галактические и солнечные космические лучи, состав галактических космических лучей, ионизационные потери космических лучей, ускорение космических лучей, космические лучи в магнитном поле и атмосфере Земли, регистрация космических лучей мировой сетью станций, космические лучи как зонд околоземного пространства. <b>Уметь</b> работать с соответствующей литературой, грамотно задавать вопросы и искать решения поставленных физических задач в

		области физики космоса и космических излучений; <b>Владеть</b> базовыми знаниями и специфической терминологией в области физики космоса и космических излучений для использования космических лучей для диагностики ММП и магнитосферы Земли.
--	--	--

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
<b>Аудиторные занятия</b> (всего)	<b>54/1,5</b>
В том числе:	
Лекции	36/1
Лабораторные работы	
Практические занятия	18/0,5
<b>Самостоятельная работа</b> (всего)	<b>54/1,5</b>
Вид промежуточной аттестации (зачет)	
<b>Контактная работа</b> (всего)	<b>36/1</b>
<b>Общая трудоёмкость</b> (часы/зачетные единицы)	<b>108/3</b>

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

###### Раздел 1. Первичное космическое излучение

Тема 1. Введение: история открытия космических лучей (КЛ) и их основные характеристики

Тема 2. Происхождение космических лучей

Тема 3. Механизмы ускорения космических лучей

Тема 4. Галактические и солнечные космические лучи

###### Раздел 2. Вариации космических лучей

Тема 1. Основные понятия, классификация и современные представления о природе вариаций космических лучей. Космические лучи как зонд для изучения космического пространства

Тема 2. Мировая наземная сеть станций космических лучей и ее оснащение. Нейтронный монитор и мезонный телескоп.

Тема 3. Уравнение вариаций космических лучей. Коэффициенты связи. Разделение вариаций на вариации атмосферного, магнитосферного и межпланетного происхождения.

Тема 4. Космические лучи в магнитосфере Земли

Тема 5. Прохождение космических лучей через атмосферу, взаимодействия с ядрами атомов воздуха.

Тема 6. Барометрический эффект и температурный эффекты космических лучей

Тема 7. Методы изучения вариаций космических лучей.

## 5.2. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№ п/п	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лаб. занятия	Практические занятия	Семинары	
1.	Первичное космическое излучение	32	16				16
2.	Вариации космических лучей	76	20		18		38
<b>Итого (часы)</b>		<b>108</b>	<b>36</b>		<b>18</b>		<b>54</b>
<b>Итого (з. е.)</b>		<b>3</b>	<b>1</b>		<b>0,5</b>		<b>1,5</b>

## 5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик	№ № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Производственная практика (Научно-исследовательская работа)	2-5

## 5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	Раздел 1 Тема 1	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
2.	Раздел 1 Тема 2	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
3.	Раздел 1 Тема 3	Интерактивные лекции	10	Устный опрос
4.	Раздел 1 Тема 4	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
5.	Раздел 2 Тема 1	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
6.	Раздел 2 Тема 2	Интерактивные лекции	4	Устный опрос
7.	Раздел 2 Тема 3	Интерактивные лекции	4	Устный опрос
8.	Раздел 2 Тема 4	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
9.	Раздел 2 Тема 5	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
10.	Раздел 2 Тема 6	Интерактивные лекции	2	Устный опрос
11.	Раздел 2 Тема 7	Интерактивные лекции	4	Устный опрос

## 5.5 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	Раздел 2. Тема 6.	Расчет барометрического коэффициента по данным измерений интенсивности КЛ и атмосферного давления в конкретном пункте наблюдения	4	Решение задач барометрический коэффициент для пункта наблюдения
		Расчет барометрического коэффициента по данным измерений интенсивности КЛ и атмосферного давления в конкретном пункте наблюдения в разные периоды солнечной активности	14	Решение задач барометрические коэффициенты в разные периоды времени

#### 5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	Механизмы ускорения космических лучей	Конспект	Изучение и конспектирование материала	Мирошниченко Л. И. Физика Солнца и солнечно-земных связей. – М.: Университетская книга, 2011.	20
2	Уравнение вариаций космических лучей. Коэффициенты связи. Разделение вариаций на вариации атмосферного, магнитосферного и межпланетного происхождения. Космические лучи в магнитосфере Земли  Прохождение космических лучей через атмосферу, взаимодействия с ядрами атомов воздуха.	Конспект	Изучение и конспектирование материала	Белов А.В. Вариации галактических космических лучей. – М.: Издательство Московского университета, 2018 г.	10
		Конспект	Изучение и конспектирование материала	Дорман, И. В. Космические лучи [Текст]: ист. очерк / И. В. Дорман. - М: Наука, 1981.-192 с: ил	10
		Конспект	Изучение и конспектирование материала	Мурзин В.С. Введение в физику космических лучей. - М., Атомиздат, 1979	14

				Дорман, И. В. Космические лучи, ускорители и новые частицы [Текст] / И. В. Дорман. - М.: Наука, 1989. - 229 с.	
--	--	--	--	---	--

### 5.7. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- конспектирование;
- формулирование проблемных вопросов в результате самостоятельного изучения темы с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1.	Мурзин В.С. Введение в физику космических лучей. - М., Атомиздат, 1979. –301 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
2.	Мурзин В.С. Астрофизика космических лучей: Учебное пособие для вузов. - М.: Университетская книга; Логос, 2007. – 488 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
3.	Белов А.В. Вариации галактических космических лучей. – М.: Издательство Московского университета, 2018 г. – 258-284 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
4.	Мирошниченко Л.И. Солнце и космические лучи - М. : Знание, 1970. – 82 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
5.	Топтыгин И.Н. Космические лучи в межпланетных полях. М.: Наука, 1983. – 303 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
6.	Дорман, И. В. Космические лучи: ист. очерк - М.: Наука, 1981. – 98 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
7.	Дорман, И. В. Космические лучи, ускорители и новые частицы – М.: Наука, 1989. - 229 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ

### 6.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1.	С Хаякава. Физика космических лучей. Часть 2 Астрофизический аспект. М. Мир. 1974	2

### 6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- База данных измерений нейтронного монитора с высоким разрешением для реального времени <http://www.nmdb.eu/>

### 6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>

### 6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

- <http://window.edu.ru/resource/619/34619>
- <http://dec1.sinp.msu.ru/~rumith/kosmofizika/ucheba/study.htm>
- [https://elementy.ru/catalog/1314/Server\\_SiZiF\\_solnechno\\_zemnaya\\_fizika\\_kosmofizika\\_ru](https://elementy.ru/catalog/1314/Server_SiZiF_solnechno_zemnaya_fizika_kosmofizika_ru)

### 6.6. Программное обеспечение

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)
- Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)
- 7-Zip (свободно распространяемое ПО)
- Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО)
- Mozilla Firefox 1 (свободно распространяемое ПО)
- VLC Mediaplayer (свободно распространяемое ПО)
- K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Система ВКС VideoMost Proton

## 7. Образовательные технологии

- Лекции с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор)
- Самостоятельная работа. Самостоятельное изучение темы с привлечением основной и дополнительной литературы;

## 8. Практическая подготовка

Практическая подготовка обучающихся в рамках реализации данной учебной дисциплины осуществляется на практических занятиях.

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: <ul style="list-style-type: none"> <li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li> <li>• экран для проектора Projecta</li> <li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li> <li>• ноутбук ASUS L1500CDA Windows 10 Pro</li> <li>• система акустическая Electro Voice EVID 6.2</li> </ul>
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 7 посадочных мест, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• персональные компьютеры Неттоп Think Center Lenovo M710Q</li> <li>• мониторы IIYAMA PL2283H, Dell CRHX9K2</li> <li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li> <li>• экран для проектора Projecta</li> <li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li> </ul>
«Лаборатория мониторинга солнечной активности»	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нейтронный супермонитор 18NM64 (Станция космических лучей ИРКУТСК (ИРКТ))</li> <li>• Барометр БРС-1М</li> <li>• Платы таймеров-счетчиков РСІ-1780</li> <li>• Барометр рабочий сетевой БРС-1М-2 №16006-97 со свидетельством поверки.</li> <li>• Платы таймеров-счетчиков РСІ-1780 – Диск с программным обеспечением, поставляемый с платами.</li> </ul>