

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**

**Б1.В.ДВ.2.1 Спектроскопия**

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	А.А. Челпанов
---	---------------

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

Дисциплина «Спектроскопия» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули) по выбору» основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки Физика солнечно-земных связей направления подготовки 03.04.02 Физика.

Предшествующие дисциплины, на которые данная дисциплина опирается: «Планирование и организация научных исследований», «Введение в физику плазмы», «Общая астрофизика».

Последующие дисциплины, практики для которых освоение данной дисциплины необходимо: научно-исследовательская работа

### 2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Спектроскопия» является ознакомление с методами, используемыми в спектроскопических астрономических наблюдениях и с анализом спектральных данных.

Задачами дисциплины «Спектроскопия» является:

- Ознакомление с основными принципами и границами применимости спектроскопии в астрономии;
- Ознакомление с методами анализа спектроскопических данных;
- Обучение работе с наблюдательными спектральными данными.

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

Процесс изучения дисциплины «Спектроскопия» 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
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ИД 1. Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики.	<b>Знать:</b> физические принципы формирования спектра излучения. <b>Уметь:</b> различать виды спектров и спектральных линий. <b>Владеть:</b> методами оценки физических параметров плазмы по спектроскопическим наблюдениям.
	ИД 2. Знает методы и приемы организации, выполнения экспериментальных исследований на современном уровне и анализировать их результаты.	<b>Знать:</b> основные схемы телескопов и спектрографов, применяющихся в астрономических наблюдениях. <b>Уметь:</b> Рассчитывать основные параметры телескопов и спектрографов. <b>Владеть:</b> математическим аппаратом, используемым в описании поляризации излучения.

	ИД 3. Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.	<b>Знать:</b> понятия дисперсии спектральных данных. <b>Уметь:</b> использовать ПО для работы с наблюдательными данными. <b>Владеть:</b> приёмами оценки физических параметров сред.
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> принципы распространения электромагнитных волн в средах. <b>Уметь:</b> рассчитывать основные параметры наблюдаемых спектров. <b>Владеть:</b> математическим аппаратом, используемым в описании формирования спектральных линий.
	ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.	<b>Знать:</b> основные интернет-ресурсы, публикующие оперативные астрофизические данные. <b>Уметь:</b> загружать и анализировать данные, публикуемые на интернет-ресурсах. <b>Владеть:</b> программным обеспечением для обработки данных.
	ИД 3. Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей	<b>Знать:</b> основы поляризации излучения. <b>Уметь:</b> определять оптические оси поляризационной оптики и выстраивать оптическую схему на скамье. <b>Владеть:</b> формулами для расчёта полного вектора магнитного поля.
	ИД 4. Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.	<b>Знать:</b> основные понятия, использующиеся для описания параметров оптических схем. <b>Уметь:</b> рассчитывать вариации доплеровской скорости, интенсивности излучения, полуширин линий по спектральным наблюдательным данным. <b>Владеть:</b> знаниями о физических процессах в плазме.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
<b>Аудиторные занятия</b> (всего)	<b>72/2</b>
В том числе:	
Лекции	36/1
Лабораторные работы	
Практические занятия	36/1
<b>Самостоятельная работа</b> (всего)	<b>36/1</b>
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	36/1
<b>Контактная работа</b> (всего)	<b>72/2</b>
<b>Общая трудоёмкость</b> (часы/зачетные единицы)	<b>144/4</b>

#### 5. Содержание дисциплины

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

###### Раздел 1.

Тема 1. Вводная информация по темам: спектр, развитие методов исследования света и другого э/м излучения; виды спектров; диапазоны спектра, используемые в астрофизике;

Тема 2. Приборы для изучения и регистрации спектров; применение спектроскопии в астрофизике и в других науках.

###### Раздел 2.

Тема 1. Спектроскопы и спектрографы, особенности различных приборов, вывод формул, описывающих характеристики диспергирующего элемента;

Тема 2. Другие параметры приборов; основные оптические схемы спектрографов.

###### Раздел 3.

Тема 1. Эшельный спектрограф, его особенности.

Тема 2. Спектр Фраунгофера, значимые линии; параметры профиля линии, их оценка; измерение доплеровского смещения, полуширины.

Тема 3. Вывод формулы доплеровского смещения; особенности применения доплеровского смещения в солнечной физике

###### Раздел 4.

Тема 1. Поляризация — виды, особенности, применение, измерение;

Тема 2. Параметры Стокса, поляриметр; зеемановское расщепление; упрощённый вариант поляриметра.

Тема 3. Практический расчёт линейной и угловой дисперсии, разрешающей силы на примере спектра; измерение доплеровских смещений за время наблюдательной серии.

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

№ п/п	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лаб. занятия	Практические занятия	Семинары	
1.	Раздел 1	18	9				9
2.	Раздел 2	30	9		12		9
3.	Раздел 3	30	9		12		9
4.	Раздел 4	30	9		12		9
5.	Экзамен	36					

№ п/п	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лаб. занятия	Практические занятия	Семинары	
	<b>Итого (часы)</b>	<b>144</b>	<b>36</b>		<b>36</b>		<b>36</b>
	<b>Итого (з.е.)</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		<b>1</b>		<b>1</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.	Научно-исследовательская работа	1-4

### 5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	1.1. Вводная информация по темам: спектр, развитие методов исследования света и другого э/м излучения; виды спектров; диапазоны спектра, используемые в астрофизике	Лекция	4	устный опрос
2.	1.2 Приборы для изучения и регистрации спектров; применение спектроскопии в астрофизике и в других науках	Лекция	3	устный опрос
3.	2.1 Спектроскопы и спектрографы, особенности различных приборов, вывод формул, описывающих характеристики диспергирующего элемента	Лекция	4	устный опрос
4.	2.2 Другие параметры приборов; основные оптические схемы спектрографов	Лекция	3	устный опрос
5.	3.1 Эшелельный спектрограф, его особенности.	Лекция	4	устный опрос
6.	3.2 Спектр Фраунгофера, значимые линии; параметры профиля линии, их оценка; измерение доплеровского смещения, полуширины	Лекция	3	устный опрос
7.	3.3 Вывод формулы доплеровского смещения; особенности применения доплеровского смещения в солнечной физике	Лекция	3	устный опрос

8.	4.1 Поляризация — виды, особенности, применение, измерение	Лекция	4	устный опрос
9.	4.2 Параметры Стокса, поляриметр; зеемановское расщепление; упрощённый вариант поляриметра	Лекция	4	устный опрос
10.	4.3 Практический расчёт линейной и угловой дисперсии, разрешающей силы на примере спектра; измерение доплеровских смещений за время наблюдательной серии	Лекция	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.	2.2	Оценка параметров спектрографов	8	Обсуждение результатов решаемых задач
2.	3.2	Измерение дисперсии по спектральным данным	8	Обсуждение результатов решаемых задач
3.	3.3	Изменение параметров вариаций лучевой скорости по доплеровскому смещению спектральных линий	8	Обсуждение результатов лабораторных работ
4.	4.2	Определение оптических осей приборов и сборка оптической схемы	8	Отчёт о проделанной лабораторной работе
5.	4.3	Оценка физических параметров плазмы	4	Собеседование по решению задач

### 5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1.1	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного	Спектральные исследования космического и	4

			материала по теме раздела	атмосферного излучения [] : сб. науч. тр. / отв. ред. А. Г. Кисляков. - Горький : [б. и.], 1979.	
1	1.2	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала по теме раздела	Спектроскопия атмосферы [] / В. Е. Зуев, Ю. С. Макушкин, Ю. И. Пономарев. - Л. : Гидрометеиздат, 1987.	4
2	2.1	Письменное упражнение	Задача на расчёт характеристик диспергирующих элементов		2
2	2.2	Письменное упражнение	Задача на расчёт характеристик спектрографа		2
3	3.2	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала по теме раздела	Курс общей астрономии [Текст] : учеб. пособие / П. И. Бакулин, Э. В. Кононович, В. И. Мороз. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1977.	4
3	3.3	Письменное упражнение	Задача на расчёт доплеровского смещения		6
4	4.1.	Чтение литературы	Самостоятельное изучение дополнительного материала по теме раздела	Оптические телескопы. Теория и конструкция [] / Н. Н. Михельсон. - М. : Гл. ред. физ.-мат. лит-ры изд-ва "Наука", 1976.	6
4	4.2	Письменное упражнение	Задачи на расчёт зеемановского расщепления спектральных линий		4
4	4.3	Письменное упражнение	Задачи на расчёт угловой дисперсии, разрешающей силы		4

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



Чтение литературы: преподаватель даёт тему для изучения, формулирует вопросы, на которые нужно найти ответы в процессе изучения литературы, организывает обсуждение материала и проверку конспектов.

Письменные упражнения: даются условия задач по теме изучаемого материала, студенты решают задачи самостоятельно; на семинарах организуется проверка решений и обсуждение возможных подходов к решению задач.

## 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.	Спектральные исследования космического и атмосферного излучения [] : сб. науч. тр. / отв. ред. А. Г. Кисляков. - Горький : [б. и.], 1979. - 172 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
2.	Спектроскопия атмосферы [] / В. Е. Зуев, Ю. С. Макушкин, Ю. И. Пономарев. - Л. : Гидрометеоздат, 1987. - 250 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
3.	Курс общей астрономии [Текст] : учеб. пособие / П. И. Бакулин, Э. В. Кононович, В. И. Мороз. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1977. - 545 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
4.	Оптические телескопы. Теория и конструкция [] / Н. Н. Михельсон. - М. : Гл. ред. физ.-мат. лит-ры изд-ва "Наука", 1976. - 512 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
5.	Электронный атлас солнечного спектра в учебно-образовательном процессе Н.И. Кобанов, Р.Т. Сотникова, А.А. Скляр Солнечно-земная физика. Вып. 20. (2012) С. 15–18	2

### 6.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1.	Наблюдаем Солнце [] / Н. Н. Степанян. - М. : Наука; Гл. ред. физ. - мат. лит-ры, 1992. - 128 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ
2.	Современная астрономическая оптика [] / Г. М. Попов. - М. : Наука : Гл. ред. физ. - мат. лит., 1988. - 192 с.	ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a> неограниченный доступ

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

- <https://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>
- <https://bass2000.obspm.fr/home.php?lang=fr>
- [https://bass2000.obspm.fr/solar\\_spect.php](https://bass2000.obspm.fr/solar_spect.php)

### 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:**

- Онлайн каталог изображений Солнца Гелиовьюер <https://helioviewer.org/>
- <https://solarmonitor.org/>

### **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)
- Дистрибутив Python Anaconda (свободно распространяемое ПО)
- Набор компиляторов GCC (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Система ВКС VideoMost Proton

## **7. Образовательные технологии**

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Групповые оценки и взаимооценки: а именно рецензирование студентами выступлений друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;
- конспектирование;
- решение задач.

При необходимости, в процессе работы над заданием, студент может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

## **8. Практическая подготовка**

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

## 9. 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 12 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 Lumien Master Control</li><li>• LMC-100110 305x229 см</li><li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li><li>• ноутбук HP 15-da1101ur Windows 10 Pro</li><li>• колонки 2.0 Thonet &amp; Vander</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 ПУАМА PL2283Н, Dell CRHX9K2</li><li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li><li>• экран для проектора Projecta</li><li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li></ul>