

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИСЗФ СО РАН  
*А.П. Потехин*  
« 28 » августа 2014 г.



**Рабочая программа учебной дисциплины**

**Основы теоретической астрофизики**

Направление подготовки

**03.06.01 «Физика и астрономия»**

Направленность (профиль)

**Астрофизика и звездная астрономия**

Квалификация (степень)

**Исследователь. Преподаватель-исследователь**

Форма обучения

**Очная, заочная**

Иркутск 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения.....	3
II. Характеристика рабочей программы.....	3
2.1. Вид деятельности.....	3
2.2. Задачи деятельности.....	3
2.3. Перечень компетенций.....	4
2.4. Перечень умений и знаний.....	4
III. Цель и задачи освоения программы дисциплины.....	5
3.1. Цель.....	5
3.2. Задачи.....	5
IV. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	6
V. Основная структура дисциплины.....	6
VI. Содержание дисциплины.....	6
6.1. Краткое описание содержания теоретической части разделов и тем дисциплины .....	6
6.2. Тематика заданий для самостоятельной работы .....	7
VII. Применяемые образовательные технологии.....	8
VIII. Методы и технологии контроля уровня подготовки по дисциплине....	8
8.1. Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольноизмерительных технологий и средств .....	8
8.2. Критерии оценки уровня освоения учебной программы (рейтинг).....	8
8.3. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации по дисциплине .....	8
IX. Рекомендуемое информационное обеспечение дисциплины.....	9
9.1. Основная учебная литература.....	9
9.2. Дополнительная учебная и справочная литература.....	11
9.3. Ресурсы сети Интернет.....	11
9.4. Рекомендуемые специализированные программные средства.....	12
9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	12

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Программа составлена в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.11.2013 г. № 1250 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)» и на основании письма Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.06.2011 г. «О формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования» на основе программы, разработанной экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации по физике при участии ИЗМИРАН и ИСЗФ СО РАН.

Рабочая программа «Основы теоретической астрофизики» входит в состав рабочих программ учебных дисциплин по профилю «Астрофизика и звездная астрономия» и представлена на сайте ИСЗФ СО РАН в разделе «Аспирантура» в открытом доступе для аспирантов и сотрудников Института.

## **II. ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Вид деятельности**

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к научно-исследовательской деятельности аспиранта. Область профессиональной деятельности включает: совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности в области науки, направленных на изучение внешних слоев Солнца.

## **2.2. Задачи деятельности**

Задачами профессиональной деятельности аспиранта является теоретическая подготовка аспирантов к решению научных задач; изучение процессов в атмосфере Солнца; знакомство аспирантов с методами исследования внешних слоев Солнца.

## **2.3. Перечень компетенций**

Освоение программы настоящей дисциплины позволит сформировать у обучающегося следующие компетенции:

приобретение новых знаний и умений в теоретических и методических вопросах исследований Солнца, знакомство с самыми современными их технологиями;

самостоятельным принятием решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами способностью находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные средства, включая гелиоинформационные технологии;

способностью применять знания о современных методах гелиофизических исследований;

способностью планировать и проводить гелиофизические научные исследования, оценивать их результаты;

способностью профессионально эксплуатировать современное гелиофизическое оборудование, оргтехнику и средства измерения; способностью выбирать методы их применения;

способностью выполнять эксплуатацию телескопов;

способностью решать прямые и обратные (некорректные) задачи гелиофизики на высоком уровне фундаментальной подготовки по теоретическим, методическим и алгоритмическим основам создания гелиофизических процессов.

## **2.4. Перечень умений и знаний**

В процессе изучения курса «Основы теоретической астрофизики» аспирант должен приобрести знания и умения, необходимые для его дальнейшего профессионального становления, а именно:

### **Знать:**

строение Солнца;  
виды солнечного излучения;  
образование магнитных полей.

### **Владеть:**

умением работать на телескопах, обеспечивающих сбор необходимой информации;

умением составления научных отчетов по проведенным исследованиям и написанию статей.

### **Уметь:**

применять методы обработки информации, получаемой при наблюдениях;

применять методы организации и проведения солнечных исследований.

## **III. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Цель**

Целью курса «Основы теоретической астрофизики» является получение фундаментальных знаний и возможности их использования в процессе дальнейшего обучения, при прохождении учебных практик, написания научных работ, в своей научной деятельности.

### **3.2. Задачи**

Задачей курса «Основы теоретической астрофизики» является знакомство аспирантов с физическими процессами на Солнце, понятиями и физическими основами солнечной активности, физическими механизмами

воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство и биосферу.

#### **IV. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Курс входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной образовательной программы по профилю подготовки «Астрофизика и звездная астрономия» направления подготовки 01.03.06 «Физика и астрономия».

Для изучения дисциплины, необходимы знания и умения из дисциплин: «Математика», «Физика», «Теория поля», «Информатика».

Знания и умения, приобретаемые аспирантами после изучения дисциплины, будут использоваться для решения научных задач на этапе обработки полученного гелиофизического материала.

#### **V. ОСНОВНАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Таблица 1 – Структура дисциплины

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	Лекции	Практика	Самостоятельная работа
<b>1</b>	<b>Фотосфера. Хромосфера. Корона Солнца</b>	15	<b>2</b>	–	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Излучение Солнца</b>	<b>5</b>	–	–	<b>12</b>
<b>3</b>	Магнитные поля	6	–	–	<b>12</b>
<b>4</b>	Радиоизлучение Солнца	10	<b>2</b>	–	<b>4</b>
Итого:		36	<b>4</b>	–	<b>32</b>

#### **VI. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **6.1. Краткое описание содержания теоретической части разделов и тем дисциплины**

##### **Тема 1. Фотосфера. Хромосфера. Корона Солнца**

Фотосфера, непрерывный спектр, потемнение к краю. Фраунгоферов спектр. Грануляция. Пятиминутные колебания.

Хромосфера, ее структура, плотность, температура. Спикулы, Супергрануляция и хромосферная сетка. Протуберанцы, их типы, физические свойства, устойчивость.

Корона Солнца, строение, яркость и поляризация. Непрерывный и линейчатый спектр. Температура и плотность. Ионизационное равновесие.

## **Тема 2. Излучение Солнца**

Излучение Солнца в видимой, рентгеновской и далекой ультрафиолетовой областях спектра. Радиационное остывание. Механизмы «уширения» спектральных линий. Линии поглощения.

Баланс энергии в атмосфере Солнца. Источники нагрева и охлаждения. Переходная область между хромосферой и короной.

Магнитные поля на Солнце: крупномасштабное поле, локальные поля Солнечные пятна. Биполярные области. Тонкая структура полей.

## **Тема 3. Магнитные поля**

Магнитные поля на Солнце: крупномасштабное поле, локальные поля. Солнечные пятна. Биполярные области. Тонкая структура полей.

## **Тема 4. Радиоизлучение Солнца**

Радиоизлучение спокойного Солнца и активных областей: спектр, поляризация. Всплески радиоизлучения I–V типов, причины возникновения их радиоизлучения, особенности всплесков в сантиметровом и дециметровом диапазонах. Низкочастотное радиоизлучение (гектометровый и километровый диапазоны). Исследование Солнца радиоастрономическими методами.

## **6.2. Тематика заданий для самостоятельной работы**

Основные параметры солнечной атмосферы. Кулоновское взаимодействие. Квазинейтральность. Проводимость. Теплопроводность.

Магнитная гидродинамика. Основные уравнения. Понятия вмороженности. Силы, действующие на плазму в магнитном поле.

Магнитостатика. Бессиловые и потенциальные поля. Численные МГД-методы.

Колебания в плазме. Звуковые и МГД-волны. Бесстолкновительные ударные волны. Перенос и диссипация энергии в плазме. Проблема нагрева хромосферы и короны.

Устойчивость. Методы исследования устойчивости. Энергетический принцип.

Пересоединение магнитных силовых линий. Токовые слои. Понятия о теории динамо.

## **VII. ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации данной программы применяются образовательные технологии, описанные в Таблице 2.

Таблица 2 - Применяемые образовательные технологии

Технологии	Виды занятий		
	Лекции	Практ.з.	СРС
Слайд-материалы	+	-	-
Работа в команде	-	-	-
Исследовательский метод	+	-	+
Другие методы	-	-	-

## **VIII. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **8.1. Виды контрольных мероприятий, применяемых контрольноизмерительных технологий и средств**

- Проверка наличия конспектов лекций по дисциплине.
- Экзамен по дисциплине.

### **8.2. Критерии оценки уровня освоения учебной программы (рейтинг)**

Критериями оценки освоения программы являются:



1. Наличие конспектов лекций по дисциплине (наличие предоставляет допуск к экзамену).
2. Сдача экзамена по дисциплине.

### **8.3. Фонд оценочных средств для итоговой аттестации по дисциплине**

Вопросы для проведения экзамена:

Общие сведения и строение Солнца: ядро, радиативная и конвективная зоны.

Солнечная атмосфера: фотосфера, хромосфера и корона.

Солнечный спектр: рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение. Солнечная постоянная.

Радиоизлучение Солнца. Понятие медленно изменяющейся и спорадической компонент радиоизлучения.

Спорадическое радиоизлучение Солнца и его основные типы.

Излучение Солнца в видимой, рентгеновской и далекой ультрафиолетовой областях спектра.

Радиационное остывание.

Механизмы «уширения» спектральных линий. Линии поглощения.

Магнитные поля на Солнце: крупномасштабное поле, локальные поля, солнечные пятна.

Биполярные области. Тонкая структура полей.

Радиоизлучение спокойного Солнца и активных областей: спектр, поляризация.

Всплески радиоизлучения I-Y типов, причины возникновения их радиоизлучения, особенности всплесков в сантиметровом и дециметровом диапазонах.

Низкочастотное радиоизлучение (гектометровый и километровый диапазоны).

Исследование Солнца радиоастрономическими методами.

## **IX. РЕКОМЕНДУЕМОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **9.1. Основная учебная литература**

Прист Э.Р. Солнечная магнитогидродинамика. М.: Мир, 1985

Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики, 4-е изд., М.: Наука, 1988.

Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. М.: Наука, Физматлит, 1967.

Каплан С.А., Цытович В.Н., Пикельнер С.Б. Физика плазмы солнечной атмосферы, М.: Физматлит, 1977.

Пикельнер С.Б. Основы космической электродинамики, 2-е изд. М.: Физматгиз, 1966.

Альвен Г., Фельдхаммар К.Г. Космическая электродинамика. М.: Мир, 1967.

Солнечная и солнечно-земная физика: Иллюстрированный словарь терминов. М.: Мир, 1980.

Космическая магнитная гидродинамика: Сб./ Под ред. Э. Приста, А. Худа, М.: Мир, 1995.

Сомов Б.В. Космическая электродинамика и физика Солнца. М.: Изд-во МГУ, 1993.

Паркер Е. Динамические процессы в межпланетной среде. М.: Мир, 1965.

Астрофизика космических лучей / Под ред. В.Л. Гинзбурга. М.: Наука, 1990.

Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий. М.: Мир, 1984.

Космические лучи и солнечный ветер / Г.Ф. Крымский, А.И. Кузьмин, П.А. Кривошапкин и др. Новосибирск: Наука, 1981.

Топтыгин И.Н. Космические лучи в межпланетных магнитных полях. М.: Наука, 1983.

Алтынцев А.Т., Кашапова Л.К. Введение в Радиоастрономию Солнца, Изд. ИГУ, Иркутск, 2014

Плазменная Гелиогеофизика, Под ред.Л.М.Зеленого, И.С.Веселовского, М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 1 том, 672с.

Плазменная Гелиогеофизика, Под ред.Л.М.Зеленого, И.С.Веселовского, М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 2 том, 560с.

Б.П. Филиппов, Эруптивные процессы на Солнце, М.Физматлит, 2007, 216с.

Aschwanden M. Physics of the solar corona: An Introduction with Problems and Solutions (Springer Praxis Books), Springer, 2006.

Ж.А.Биттенкорт, Основы физики плазмы, М.:Физматлит, 2009, 584 с.

А.Г. Куликовский, Г.А. Любимов, Магнитная гидродинамика, М.: Логос, 2005. -328 с.

Кирко И.М., Кирко Г.Е., Магнитная гидродинамика. Современное видение проблем, Научно-изд. центр "Регулярная и хаотическая динамика", 2009 г., 632 стр.

Parks G.K., Physics of Space Plasmas. Introduction, Westview Press., 2nd edition, 2004

Э. Прист, Т.Форбс, Магнитное пересоединение. Магнитогидродинамическая теория и приложения. М. Физматлит, 2005, 591с.

Г.Альвен, К.-Г.Фельтхаммар. Космическая электродинамика, Мир, М., 1967.

## **9.2. Дополнительная учебная и справочная литература**

Г.С. Иванов-Холодный, Г.М. Никольский. Солнце и ионосфера. М.: Наука. 1969. 456 с.

Д.А. Франк-Каменецкий. Лекции по физике плазмы. М.: Атомиздат. 1968. 287 с.

Л.А. Арцимович, Р.З. Сагдеев. Физика плазмы для физиков. М. Атомиздат. 1979. 165 с.

Солнечно-земная физика М.: «Мир». 1968. 428 с.

### 9.3. Ресурсы сети Интернет

Ресурсами по рабочей программе являются:

научная библиотека [eLIBRARY.RU](http://eLIBRARY.RU), более 20 полнотекстовых версий журналов по тематике курса;

информационная система доступа к российским журналам и обзорам ВИНТИ РАН (<http://vinitit.ru>);

хранилище электронных копий всех издаваемых компанией Springer журналов <http://www.springerlink.com/>;

научная библиотека ИСЗФ СО РАН.

### 9.4. Рекомендуемые специализированные программные средства

Наряду стандартных офисных программ (MSExcel), расчеты производятся в программе математико-статистического моделирования IDL.

### 9.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Мультимедийное оборудование.

- Компьютеры отделов 3.00 и 4.00 ИСЗФ СО РАН.

Составители:

зав. аспирантурой, к. ф.-м. н.



В.И. Поляков

ученый секретарь, к.ф.-м.н.



И.И. Салахутдинова

Согласовано:

зам. директора по научной работе, д.ф.-м.н.



А.Т. Алтынцев

Одобрено Ученым советом ИСЗФ СО РАН (Протокол № 9 от 27 августа 2014 г.).