



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВПО «ИГУ»
Кафедра общей и космической физики



УТВЕРЖДАЮ

12 2013 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Код дисциплины Б3.В.ДВ.4.2

Наименование дисциплины (модуля) **Введение в Физику Солнца**

Рекомендуется для направления (ий) подготовки специальности (ей)
011200.62 – физика, профиль «Солнечно-земная физика»

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 30 от «12» 12 2013 г.
Председатель [Signature]

Рекомендовано кафедрой:
общей и космической физики

Протокол № 3
От «15» 11 2013 г.

Зав.кафедрой профессор д.ф.-м.н. В.Л. Паперный

[Signature]

Иркутск 2013 г.

Содержание

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	4
5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля).....	4
5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями).....	6
5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий.....	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	7
а) <i>основная литература</i>	7
б) <i>дополнительная литература</i>	7
в) <i>программное обеспечение</i>	8
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	8
10. Образовательные технологии:	8
11. Оценочные средства (ОС)	9
ПРИЛОЖЕНИЕ	11

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Основная *цель* курса – дать студентам представление о Солнце, как о звезде и подчеркнуть роль магнитных полей в динамике процессов, происходящих на Солнце.

Ставятся следующие *задачи*:

- изучить строение солнца и протекающие в нем процессы;
- показать действие законов магнитной гидродинамики в условиях солнечной плазмы;
- познакомить с современными методами наблюдений и исследований Солнца.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Спецкурс «Введение в Физику Солнца» разработан для студентов 4-го курса физического факультета ИГУ. Программа курса ориентирована на тематику научных исследований базового института кафедры – Института солнечно-земной физики (ИСЗФ) СО РАН.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):

В Федеральном компоненте ГОС подготовки бакалавра по направлению 011200.62 «физика», (профиль «Солнечно-земная физика») не указаны явно требования к результатам освоения дисциплины «Введение в Физику Солнца».

Согласно ФГОС выпускник с квалификацией бакалавр по направлению «физика» должен обладать рядом общекультурных и профессиональных компетенций (ОК и ПК). Дисциплине «Введение в Физику Солнца» соответствуют следующие из них:

- способность использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников (ОК-16);
- способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);
- способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);
- способность понимать и излагать полученную информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).

В результате изучения данного курса студенты должны *знать*

- основные характеристики Солнца;
- внутреннее строение Солнца и протекающие в нем процессы;
- современные проблемы физики Солнца;

уметь применять знания физических закономерностей для объяснения вопросов солнечной активности и влияния Солнца на Землю;

давать аргументированную оценку информации в области всякого рода прогнозов деятельности Солнца;

владеть основными понятиями и терминами.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)	56	56			
В том числе:			-	-	-
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	36	36			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	2	2			
Самостоятельная работа (всего)	16	16			
В том числе:			-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат (при наличии)	16	16			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации (<u>зачет</u> , экзамен)					
Общая трудоемкость	часы	72	72		
	зачетные единицы	2	2		

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. СОЛНЦЕ КАК ЗВЕЗДА

1.1. ВВЕДЕНИЕ

1.1.1. Цели и задачи солнечных исследований. Современные экспериментальные возможности.

1.1.2. Общие характеристики Солнца, как звезды: радиус, масса, светимость, спектр, результаты определения химического состава.

1.1.3. Гидродинамика Солнца в целом: вращение, меридиональная циркуляция.

2. СТРОЕНИЕ СОЛНЦА

2.1. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ СОЛНЦА И ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА ЭНЕРГИИ

- 2.1.1. Основная задача теории внутреннего строения. Гравитационное и тепловое равновесие; оценка E и E ; теорема Вариала; ядерная энергия. Термоядерные реакции, горение водорода, реакция Solpeter, вероятности, ядерных реакций, средняя продолжительность. Уравнение баланса энергии. Нейтрино, проблема регистрации.
- 2.1.2. Основные характеристики поля излучения (интенсивность, поток, плотность). Общее уравнение переноса лучистой энергии для случая сферически-симметричной звезды. Решение уравнения переноса. Лучистое равновесие внутри звезды. Устойчивость теплового равновесия.
- 2.1.3. Перенос энергии путем конвекции. Критерий Шварцшильда. Характер конвекции в недрах звезд (Солнца). Необходимое и достаточное условие конвекции.
- 2.1.4. Соотношение газовых характеристик. Уравнение состояния, молекулярный вес. Непрозрачность звездного вещества. Коэффициенты поглощения атомами. Общй коэффициент поглощения. Росселандово среднее. Законы Крамерса. Теорема Фогта-Рессела. Модель Солнца (Расчет эволюции Солнца).

2.2. ПОДФОТОСФЕРА КОНВЕКТИВНАЯ ЗОНА И СОЛНЕЧНАЯ АТМОСФЕРА

- 2.2.1. Основы теории турбулентной конвекции, генерация акустических волн в турбулентной среде, объяснение грануляции, сравнение с данными наблюдений.
- 2.2.2. Фотосфера: наблюдаемое распределение энергии по диску Солнца. Теория однородной атмосферы в условиях локального термодинамического равновесия (ЛТР)
- 2.2.3. Зависимость температуры от глубины. Расчет фотосферы Солнца. Структура и динамика фотосферы. Информация, получаемая по фраунгоферовым линиям. Колебание фотосферы. Образование ударных волн. Нагревание верхних слоев атмосферы за счет диссипации магнитогидродинамических и акустических волн.
- 2.2.4. Хромосфера: затменные и внезатменные наблюдения. Интерпретация профилей хромосферных линий. Термическая устойчивость и нагревание хромосферы потоком акустических магнитогидродинамических волн. Спикулы.
- 2.2.5. Солнечная корона: данные наблюдений. Ионизация и возбуждение корональных ионов. Методы определения температуры. Динамическое продолжение короны в межпланетное пространство. Солнечный ветер.

3. МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

3.1. ОБЩАЯ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ СОЛНЦА

- 3.1.1. Общее магнитное поле. Полоидальное поле. Крупномасштабные локальные поля.
- 3.1.2. Связь структуры фотосферы и хромосферы с крупно- и мелкомасштабной структурой поля.
- 3.1.3. Эволюция локального магнитного поля. Понятие о центрах активности. Общие характеристики локальных областей.
- 3.1.4. Методы определения магнитных полей.

3.2. СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

- 3.2.1. *Факелы: лучистое равновесие и механизмы нагрева; усиление конвекции в области факела. Водородные и кальциевые флоккулы.*
- 3.2.2. *Пятна: возникновение пор и развитие типичного пятна. Структура магнитного поля, движение вещества, эффект Эвершеда. Классификация групп пятен. Эволюция типичной группы.*
- 3.2.3. *Хромосферные вспышки: динамика и структура областей вспышек, изменение конфигурации магнитных полей. Спектроскопия вспышек и определение физических условий в них. Рентгеновское излучение. (Протонные вспышки. Космические лучи солнечного происхождения.) проблема прогнозирования вспышек.*
- 3.2.4. *Протуберанцы: движение вещества, связь формы и движения со структурой магнитного поля, физические условия в протуберанцах.*
- 3.2.5. *Активные области в короне: корональные конденсации, внешние слои короны. Связь с магнитным полем.*
- 3.3. **ЦИКЛЫ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ**
- 3.3.1. *Основные черты цикла (11 – летнего, 22 - летнего); законы Хэйла.*
- 3.3.2. *Важнейшие статистические закономерности и свойства цикла. Гипотеза, объясняющие циклическую деятельность Солнца.*

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)

Имеется общая связь со следующими дисциплинами, изучаемыми на 4 курсе: астрофизика, история Вселенной, физика атмосферы и гидросферы.

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1.	Экспериментальные методы в геофизике и астрофизике	1,2
2.	Геофизика	9,10,11,12
3.	Физика магнитосферы	9

5.3. Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	
1.	СОЛНЦЕ КАК ЗВЕЗДА	Солнце как звезда	3					3
2.	СТРОЕНИЕ СОЛНЦА	Внутреннее строение солнца и процессы переноса энергии	4	9			6	19
3.	СТРОЕНИЕ СОЛНЦА	Подфотосфера конвективная зона и солнечная атмосфера	2	9				11

4.	<i>МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ</i>	Общая структура и динамика магнитного поля солнца	4	9				13
5.	<i>МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ</i>	Солнечная активность	3	9			5	17
6.		Современные проблемы физики Солнца	2				5	7

6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	2.1.	Внутреннее строение солнца и процессы переноса энергии	9	Дискуссия, контр. работа	ОК16
2.	2.2.	Подфотосфера конвективная зона и солнечная атмосфера	9	Дискуссия, контр. работа	ПК1
3.	3.1.	Общая структура и динамика магнитного поля солнца	9	Дискуссия, контр. работа	ПК2
4.	3.2.	Солнечная активность	9	Дискуссия, контр. работа	ПК10

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)

Курсовые работы не планируются.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):

а) основная литература

- 1) Гершберг, Р.Е. Активность солнечного типа звезд главной последовательности / Р.Е. Гершберг. – Одесса: Астропринт, 2002. – 688 с.
- 2) Шварцшильд, М. Строение и эволюция звезд / Мартин Шварцшильд. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 436 с. – ISBN 5-354-00739-9

б) дополнительная литература

- 1) Витинский, Ю.И. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца / Ю.И. Витинский, М. Копецкий, Г.В. Куклин. – М.: Наука, 1986. – 295.: ил. – Библиогр.: с. 285-296
- 2) Койпер, Дж.П. Солнце / Дж.П. Койпер [ред.]. – М.: ИИЛ, 1957. – 609 с.

- 3) Ягер, К. де. Строение и динамика Солнца / К. Де Ягер. – М.: Издательство иностр. лит., 1962. – 380 с.
- 4) Томас, Р. Физика солнечной хромосферы / Р. Томас, Р. Атей. – М.: Мир, 1965. – 528 с.
- 5) Смит, Г. Солнечные вспышки / Г. Смит, Э. Смит. – М.: Мир, 1966. – 426 с.
- 6) Брей, Р. Солнечные пятна / Р. Брей, Р. Лоухед. – М.: Мир, 1967. – 384 с.
- 7) Зирин, Г. Солнечная атмосфера / Г. Зирин. – М.: Мир, 1969. – 504 с.
- 8) Гибсон, Э. Спокойное солнце / Э. Гибсон. – М.: Мир, 1977. – 408 с.

в) *программное обеспечение*: стандартные сервисы глобальной сети Интернет, пакет для программирования на языке IDL.

г) *базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>.)
- сайты астрономических лабораторий (<http://soi.stanfords.edu>, <http://www.bbso.njit.edu/>, <http://www.gao.spb.ru/>, <http://www.nao.nikolaev.ua/> и др.)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы), дистанционных. Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов.

Оборудование: специальный дисплейный класс с локальной сетью и доступом в Интернет. Материалы: на каждый компьютер установлен пакет для программирования на языке IDL, с сайтов астрономических лабораторий скачиваются файлы данных для дальнейшей обработки с помощью IDL.

10. Образовательные технологии:

Изучение курса «Физика Солнца» идёт с обязательным выполнением учебного практикума по всем разделам программы. В период летней практики студенты имеют возможность посетить обсерваторию в пос. Монды, расположенную на границе с Монголией, и непосредственно познакомиться с задачами измерения магнитных полей на Солнце, давно и успешно решаемых на телескопе СТОП Саянской обсерватории ИСЗФ. В пос. Листвянка, на Байкале, знакомятся с Большим солнечным вакуумным телескопом

(БСВТ), оптическими схемами телескопа и спектрографа. В пос. Бадары имеют возможность изучить солнечный радиотелескоп (ССРТ), его антенную систему, приёмные устройства, схему сложения сигналов интерферометров, систему быстрой регистрации.

На практических занятиях студенты используют данные наблюдений обсерваторий ИСЗФ. По материалам наблюдений на БСВТ студенты приобретают навыки по идентификации спектра и вычислению спектральной дисперсии, определению лучевых скоростей движущегося вещества (изучение эффекта Доплера), определению напряженности магнитного поля в пятне (эффект Зеемана). Наблюдения на ССРТ и СТОП дают возможность студентам работать с двумерными изображениями. Практические задания этого направления состоят из следующих лабораторных работ: освоение программ просмотра и обработки изображения, отождествление наблюдаемых особенностей активных областей: солнечных вспышек, протуберанцев, корональных дыр; сравнение радиоизображений Солнца с изображениями в белом свете, линии $H\alpha$, рентгеновском и ультрафиолетовом излучениях.

Лабораторные работы выполняются фронтально. При одинаковой постановке задач студенты получают индивидуальные задания с конкретными данными. Фронтальное выполнение лабораторных работ по одной теме позволяет построить их и подобрать таким образом, чтобы полученные результаты в совокупности наглядно раскрывали характерные черты исследуемых явлений.

По содержанию и задачам лабораторные работы соответствуют научно-экспериментальным исследованиям, которые проводятся на основе конкретных физических методик и поэтому позволяют получить достоверную информацию об изучаемом объекте, явлений, физических условиях, выявить связи и взаимодействия между ними.

11. Оценочные средства (ОС):

11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

11.2. Оценочные средства текущего контроля

Студентам предлагается выполнить следующие лабораторные работы:

- строение солнечной атмосферы;
- магнитные поля и Солнечная активность;
- солнечные вспышки;
- роль магнитного поля в формировании структуры различных слоёв атмосферы на Солнце;
- изучение динамики развития солнечной вспышки в различных длинах волн электромагнитного спектра.


Примерный список вопросов для текущего контроля знаний

1. Основные параметры Солнца (его масса, размеры, расстояние от Солнца до Земли, химический состав, температура и методы их определения). Солнечная постоянная. Источники энергии Солнца.
 2. Основные уравнения, описывающие внутреннее строение Солнца. Распределение плотности, давления, температуры и потока энергии во внутренних слоях Солнца.
 3. Паркеровская модель расширяющейся короны. Решение уравнения Бернулли на малых и больших расстояниях от Солнца. Поведение решения уравнения Бернулли вблизи критической точки. Солнечный ветер; экспериментальные подтверждения существования солнечного ветра.
 4. Строение атмосферы Солнца; фотосфера, обращаящий слой, хромосфера, корона. Строение фотосферы; гранулы.
 5. Числа Вольфа. Магнитные поля солнечных пятен. Солнечная активность и ее цикличность. Диаграмма Маундера, закон Хейла.
 6. Основные типы радиоизлучения Солнца и их физическая интерпретация.
- 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный список вопросов к зачёту

- 1) Характеристики Солнца, как звезды; вращение, меридиональная циркуляция.
- 2) Источники солнечной энергии.
- 3) Внутреннее строение Солнца и протекающие в нем процессы.
- 4) Характер конвекции в недрах Солнца. Необходимое и достаточное условие конвекции.
- 5) Соотношение газовых характеристик.
- 6) Основы теории турбулентной конвекции.
- 7) Генерация акустических волн в турбулентной среде.
- 8) Фотосфера: наблюдаемое распределение энергии по диску Солнца.
- 9) Хромосфера: затменные и внезатменные наблюдения.
- 10) Солнечная корона: данные наблюдений. Ионизация и возбуждение корональных ионов.
- 11) Общее магнитное поле Солнца.
- 12) Методы определения магнитных полей.
- 13) Факелы: лучистое равновесие и механизмы нагрева.
- 14) Пятна; структура магнитного поля.
- 15) Хромосферные вспышки.
- 16) Спектроскопия вспышек и определение физических условий в них.
- 17) Рентгеновское излучение Солнца.
- 18) Протуберанцы: движение вещества, связь формы и движения со структурой магнитного поля, физические условия в протуберанцах.
- 19) Активные области в короне.
- 20) Важнейшие статистические закономерности и свойства цикла солнечной активности.
- 21) Современные проблемы физики Солнца.

Разработчики:


доцент, к.ф.-м.н.
Л.К., Кашапова
(подпись)
(занимаемая должность)
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
 «15» 11 2013 г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой 

ПРИЛОЖЕНИЕ

Лабораторная работа «Строение солнечной атмосферы».

Цель работы: сравнительное изучение морфологических особенностей различных слоев солнечной атмосферы.

Атмосферой Солнца называют непосредственно наблюдаемые внешние слои Солнца, расположенные выше *конвективной зоны* (рисунок 1). Атмосферу Солнца принято разделять на фотосферу, хромосферу и корону, которая переходит в солнечный ветер.

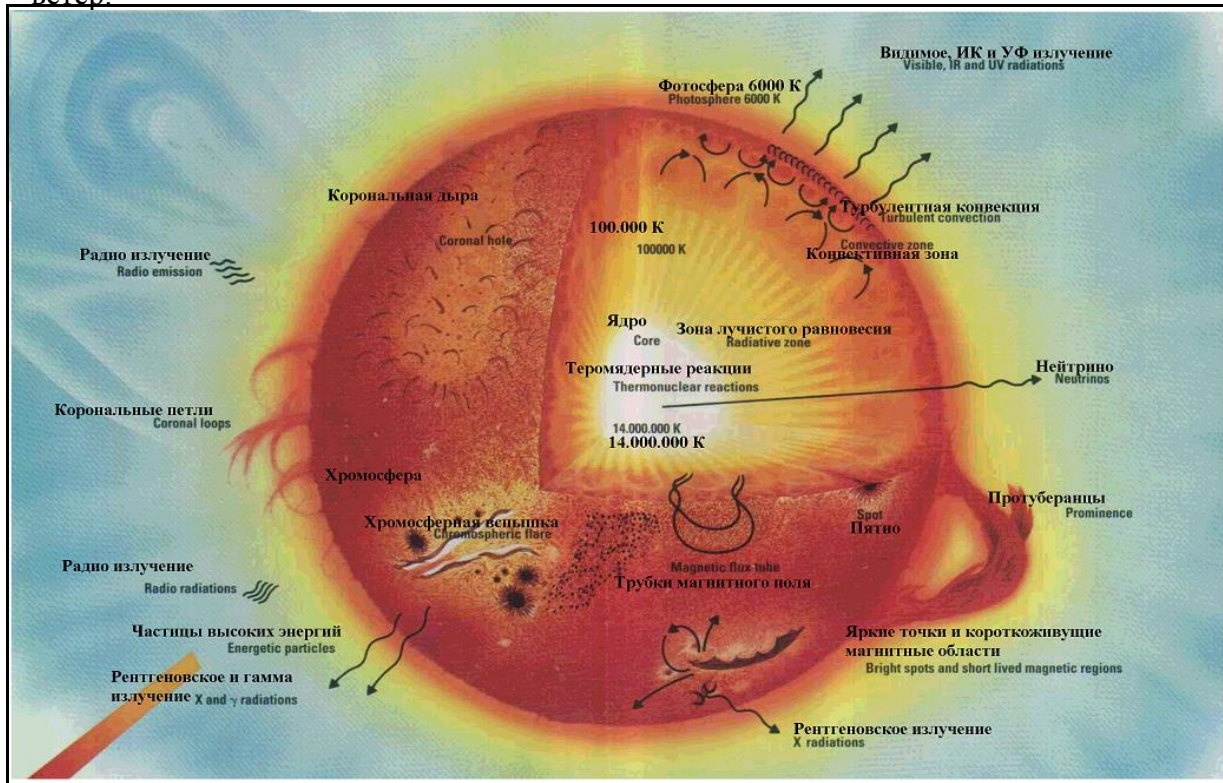


Рисунок 1. Срез Солнца, показывающий три внутренние зоны (термоядерная, зона лучистого переноса и конвективную), солнечную поверхность (фотосфера), хромосферу, корону и ряд явлений связанных с активностью (волокно, протуберанец, вспышка)

В ходе работы выполняются следующие задачи

- 1) Изучение особенностей излучения Солнца в разных диапазонах электромагнитного спектра.
- 2) Сравнительное изучение распределения интенсивности по диску Солнца и для различных объектов на фотосфере, в нижней, средней и верхней хромосфере и короне.
- 3) Выявление структуры солнечной хромосферы с помощью поля лучевых скоростей (горизонтальные и вертикальные течения).

5.1.2. Лабораторная работа «Магнитные поля на Солнце».

Цель работы: ознакомление с методом вычисления магнитных полей и наиболее распространенных способов их использования для исследований, проводимых в области физике Солнца.

Если бы во Вселенной действовали только ядерные и гравитационные силы, то общая картина космической эволюции характеризовалась бы постепенной диссипацией тепловой энергии. Существование магнитного поля вносит существенные коррективы в эту картину. Энергия, выделяющаяся внутри Солнца, вызывает конвективные и турбулентные движения в его внутренних слоях. Магнитные поля, увлекаемые движением проводящей плазмы, растягиваются и изгибаются, приобретая энергию. Конвективные и турбулентные потоки плазмы действуют подобно динамомашине,

преобразуют механическую энергию в энергию магнитного поля. Поэтому наблюдается непрерывно изменяющаяся структура магнитного поля на поверхности Солнца.

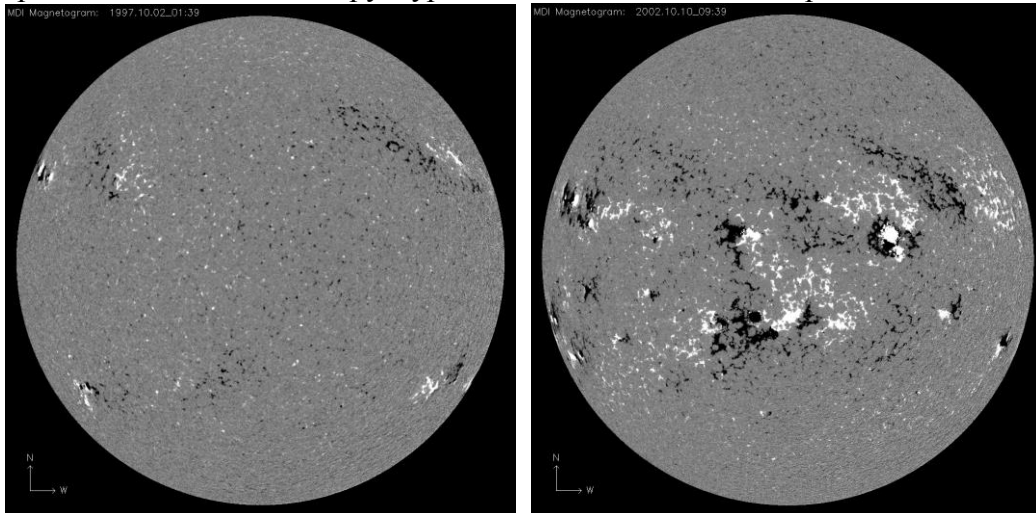


Рисунок 2. Магнитограммы Солнца для эпохи минимума солнечной активности (левая панель) и эпохи максимума (правая панель), полученные в линии Ni на инструменте MDI космической обсерватории SOHO. (Магнитограммы предоставлены сайтом <http://soi.stanford.edu>)

В ходе работы выполняются следующие задания:

- 1) Измерение магнитного поля на основе эффекта Зеемана. Линия 6302.508\AA .
- 2) Построение синоптической карты магнитных полей во время одного кэррингтоновского оборота
- 3) Изучение связи хромосферных и фотосферных явлений с магнитными полями и арочной структурой активных областей.
- 4) Радиоизлучение спокойного Солнца и магнитные поля.
- 5) Определение различия между дифференциальным вращением Солнца и результатами его моделирования (в приближении твердого тела) по магнитограммам.

5.1.3. *Лабораторная работа « Солнечные вспышки ».*

Цель работы: практическое изучение динамики развития солнечной вспышки на различных длинах волн электромагнитного спектра.

В хорошо развитой активной области иногда внезапно происходит взрыв небольшого объема солнечной плазмы. Это наиболее мощное проявление солнечной активности называется солнечной вспышкой. Оно возникает в области изменения полярности магнитного поля, где в малой области пространства «сталкиваются» сильные противоположно направленные магнитные поля, в результате чего существенно меняется их структура. Обычно солнечная вспышка характеризуется быстрым увеличением яркости и площади (от несколько минут у быстрых явлений и до часа у медленных) и более медленным спадом (20 – 100 минут). Впервые вспышку в белом свете 1 сентября 1859 г. независимо наблюдали в Англии Кэррингтон и Ходжсон. Наблюдать солнечные вспышки легче всего в красной линии водорода, излучаемой хромосферой (рисунок 3).

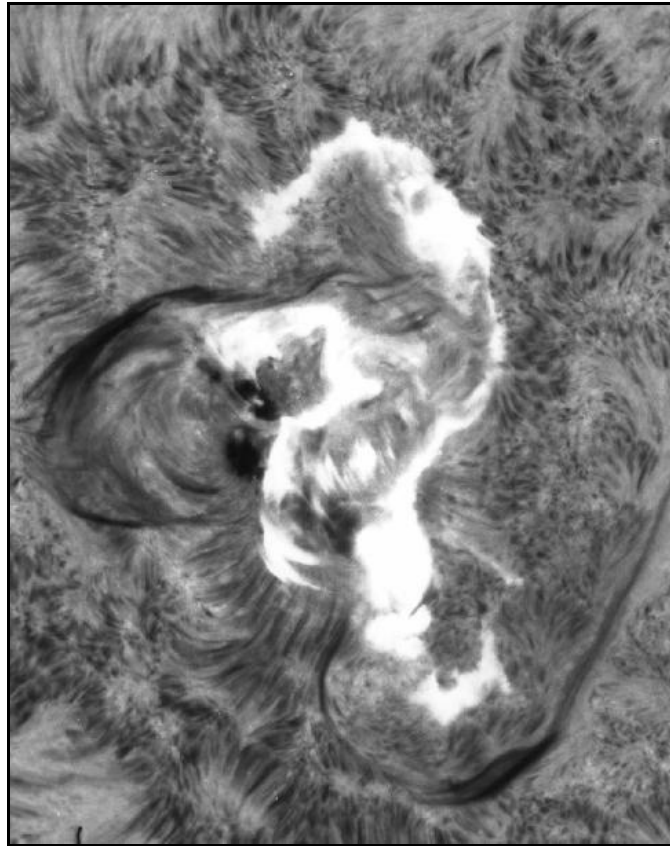


Рисунок 3. Гигантская вспышка «морской конек» 7-го августа 1972 года, полученная в обсерватории Big Bear Solar Observatory (<http://www.bbso.njit.edu/>)

Изображение получено в синем крыле линии H_{α} и показывает двухленточную структуру этого события и яркие петли в линии водорода H_{α} , соединяющие ленты.

В ходе работы выполняются следующие задания:

- 1) Исследование динамики яркости хромосферы во время солнечной вспышки в хромосфере по фильтрограммам, полученным центре линии водорода H_{α} .
- 2) Сопоставление изменений блеска в хромосфере во время солнечной вспышки с данными микроволнового диапазона и мягким рентгеновским потоком.

Разработчики:

Каша
(подпись)

доцент, к.ф.-м.н.
(занимаемая должность)

Л.К., Кашапова
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
«15» 11 2013 г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой Каша