



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

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета  
/ Н.М. Буднев  
« 20 » июня 2017 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.3.2 Физика Солнца

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): «Фундаментальная физика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:  
физического факультета  
Протокол № 8 от « 19 » июня 2017 г.

Зам. председателя к.ф.-м.н., доцент  
В.В Чумак

Рекомендовано кафедрой:  
общей и космической физики  
Протокол № 9  
от « 1 » июня 2017 г.  
Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор  
Паперный В.Л.

Иркутск 2017 г.

## Содержание

Содержание.....	2
<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля).....</b>	<b>3</b>
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля): .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Содержание дисциплины (модуля).....</b>	<b>4</b>
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
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....</b>	<b>7</b>
6.1. План самостоятельной работы студентов .....	7
6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов .....	8
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) .....</b>	<b>8</b>
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....</b>	<b>9</b>
а) <i>основная литература</i> .....	9
б) <i>дополнительная литература</i> .....	9
в) <i>программное обеспечение:</i> .....	10
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	10
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>10</b>
<b>10. Образовательные технологии.....</b>	<b>11</b>
<b>11. Оценочные средства (ОС): .....</b>	<b>12</b>
<b>Лист согласования, дополнений и изменений.....</b>	<b>15</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ: Фонд оценочных средств .....</b>	<b>16</b>

## 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 ОПОП

Спецкурс «Физика 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.

Данная дисциплина относится к вариативной части базового цикла и является дисциплиной по выбору (ДВ).

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

В Федеральном компоненте ГОС подготовки бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, (профиль «Фундаментальная физика») не указаны явно требования к результатам освоения дисциплины «Физика Солнца».

Курс «Физика Солнца», согласно положениям федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования при подготовке бакалавра по направлению 03.03.02 Физика, позволяет студенту приобрести следующие компетенции:

- способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1);
- способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3).

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			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	118/3.28	118			
В том числе:			-	-	-
Лекции	36/1.0	36			
Практические занятия (ПЗ)	72/2.0	72			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	10/0.28	10			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	71/1.97	71			
В том числе:			-	-	-
Решение задач	34/0.94	34			
Подборка экспериментальных данных	34/0.94	34			
Подготовка к зачету	3/0.08	3			
<b>Контактная работа (всего)</b>	125/2.55	125,1			
Вид промежуточной аттестации (зачет, <u>экзамен</u> )		27			
Общая трудоемкость	часы	216	216		
	зачетные единицы	6	6		

#### 5. Содержание дисциплины (модуля)

##### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

###### 1. СОЛНЦЕ КАК ЗВЕЗДА

###### 1.1. ВВЕДЕНИЕ

1.1.1. Солнце как звезда. Понятие о циклах активности. Звезды солнечного типа. Достижения и проблемы в изучении «холодных звезд».

1.1.2. Основы теории переноса и теории звездных атмосфер. Поле излучения. Уравнение переноса излучения. Гидростатическое равновесие солнечного вещества. Лучистое равновесие.

1.1.3. Локальное термодинамическое равновесие (ЛТР). Уравнение стационарности. Отклонение от ЛТР. Спектральные линии как основной инструмент исследования Солнца.

###### 2. СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ

###### 2.1. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ СОЛНЦА

2.1.1. Внутреннее строение Солнца. Ядерный реакции как источник энергии на Солнце.

2.1.2. Водородный цикл (разные виды циклов). Солнечные нейтрино.

- 2.1.3. *Конвективная зона Солнца Условие возникновения конвекции. Конвективные перенос энергии. Грануляция. Супер и Мезо- грануляция.*
- 2.2. **СОЛНЕЧНЫЕ ПЯТНА**
- 2.2.1. *Теория образования солнечных пятен. Охлаждение пятен. Фотометрия и спектры солнечных пятен.*
- 2.2.2. *Эффект Вилсона. Конфигурация магнитного поля в солнечных пятнах. Тонкая структура солнечных пятен. Тень, полутень, окрестности пятна. Поля скоростей в пятнах. Эффект Эвершеда.*
- 2.2.3. *Группы солнечных пятен. Классификация, закономерность пространственно-временного распределения на поверхности Солнца и в цикле активности. Понятие об активной области*
- 2.3. **ВЕРХНИЕ СЛОИ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ**
- 2.3.1. *Структура хромосферы. Хромосферная сетка и ее связь со структурой Солнца на разных высотах. Детали хромосферной сетки.. Протуберанцы.*
- 2.3.2. *Корона и переходная область. Определение переходной области от хромосферы к короне. Структура солнечной короны. Классификация форм короны и связь с циклом активности*
- 2.3.3. *Активные области. Понятие активной области и ее проявление на разных уровнях солнечной атмосферы. Линия раздела полярностей.*
- 3. РОЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СОЛНЦЕ И В МЕЖПЛАНЕТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**
- 3.1. **ПРОЦЕССЫ ПЕРЕНОСА И ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА СОЛНЦЕ.**
- 3.1.1. *Проблемы и достижения гелиосейсмологии. Колебания и волны. 5- минутные колебания.*
- 3.1.2. *Корона в УФ и рентгеновских лучах. Механизмы нагрева солнечной хромосферы и короны*
- 3.1.3. *Радиоизлучение спокойного Солнца. Механизмы радиоизлучения. Медленно меняющаяся компонента.*
- 3.1.4. *Солнечные вспышки. Феноменология солнечных вспышек. Классификация. Структура и динамика вспышек на разных высотах атмосферы. Основные представления о теории вспышек. Понятие о солнечных транзитах( в том числе выбросы корональной массы). Процессы ускорения и энерговыделения во время солнечных вспышек. Спорадическое радиоизлучение и жесткое рентгеновское излучение.*
- 3.2. **СТРУКТУРА МАГНИТНОГО ПОЛЯ И ГЕОЭФФЕКТИВНОСТЬ**
- 3.2.1. *Крупномасштабная структура магнитного поля. Полярное магнитное поле Солнца. Биполярные и униполярные магнитные области. Фоновые магнитные поля и секторная структура.*
- 3.2.2. *. Солнечный ветер. История открытия. Структура и химический состав солнечного ветра. Источники солнечного ветра в атмосфере Солнца. Типичные параметры плазмы солнечного ветра.*
- 3.2.3. *Пятна: возникновение пор и развитие типичного пятна. Структура магнитного поля, движение вещества, эффект Эвершеда. Классификация групп пятен. Эволюция типичной группы.*

3.2.4. *Выбросы корональной массы. Проявление на разных уровнях солнечной атмосферы. Геометрия и динамика корональных выбросов. Форбуш эффект. Геоэффективные события*

3.2.5. *Различные циклы солнечной активности. Индексы солнечной активности. Восточно-западная асимметрия. Активные долготы. Теоретическая модель солнечной активности. Теория динамо.*

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

Имеется общая связь со следующими дисциплинами, изучаемыми на 4 курсе: Астрофизика и История Вселенной.

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					Всего
			Лекц.	Практ. зан.	Семин	Лаб. зан.	СРС	
1.	СОЛНЦЕ КАК ЗВЕЗДА	Солнце как звезда	8	16			8	32
2.	<i>СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ</i>	Внутреннее строение солнца	4	8			4	16
3.	<i>СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ</i>	Солнечные пятна	4	8			10	22
3.	<i>СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ</i>	Верхние слои солнечной атмосферы	8	12			10	30
4.	<i>РОЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ</i>	Процессы переноса и выделения энергии	4	10			12	26
5.	<i>РОЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ</i>	Структура магнитного поля и геоэффект.	4	10			12	26
6.	Доп. тема	Современные проблемы и методы физики Солнца	4	8			12	24

## 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.	1	Солнце как звезда	16	Опрос, тест	ОПК3 ПК1
2.	2.1.	Внутреннее строение солнца	8	Опрос, тест	
3.	2.2.	Солнечные пятна	8	Опрос, прак. задание	
4	2.3	Верхние слои солнечной атмосферы	12	Опрос, прак. задание	
5.	3.1.	Процессы переноса и выделения энергии на Солнце	10	Опрос, Проект	
6.	3.2.	Структура магнитного поля и геоэффективность	10	Опрос, Проект	
7.	Доп.тема	Современные проблемы и методы физики Солнца	8	Опрос, Проект	

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

В качестве самостоятельной работы студенты должны подготовить выполнить тест и разработать методы решения задачи, поставленной в проекте.

На самостоятельную работу также отводится поиск некоторых справочных данных, необходимых для выполнения практических заданий (примеры заданий указаны в разделе оценочных средств).

К самостоятельной работе (внеаудиторной) может быть отнесено оформление практических заданий и проектов согласно соответствующим методическим рекомендациям, разработанным кафедрой общей и космической физики ИГУ.

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Солнце как звезда	Ответ на вопросы теста	Ответить на 5 вопросов теста	[1,2]	10
2.	<i>Строение и морфология солнечной атмосферы</i>	Сбор экспериментальных данных для выполнения практического задания	Найти наблюдательные данные соответствующие трем уровням солнечной атмосферы в базе данных	[1,2,3]	24
3.	<i>Структура магнитного поля и геоэффект.</i>	Поиск методов решения задачи, поставленной в проекте, оформление работы	Провести анализ возможных методов решения задачи на основании лекционного материал и навыков полученных в	[1-4]	24

			ходе выполнения практической работы		
4.	<i>Современные проблемы и методы физики Солнца</i>	Поиск методов решения задачи, поставленной в проекте, оформление работы	Провести анализ возможных методов решение задачи на основании лекционного материал и навыков полученных в ходе выполнения практической работы	[1,-4]	10
5.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 3	3

## 6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Написание и оформление отчета о выполнении проекта, а также сроки его сдачи регламентируются соответствующими методическими рекомендациями кафедры общей и космической физики ИГУ.

Возможен и инициативный выбор темы студентом, но в каждом случае необходимо аргументированное обоснование выбора такой темы и согласование ее с преподавателем.

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

Курсовые работы не планируются.



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

### а) основная литература

- 1) Филиппов Б.П. Эруптивные процессы на Солнце [Текст]: М. : Физматлит, 2007 . – 216 с. – (Фундаментальная и прикладная физика) . - ISBN 978-5-922100-93-9 ( 4 экз)
- 2) Теплицкая, Раиса Бенционовна. Солнечная атмосфера [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Б. Теплицкая ; рец.: В. А. Пархомов, В. Г. Файнштейн ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 128 с. : ил. ; 20 см. - (Солнечно-земная физика). - Библиогр.: с. 128. - ISBN 978-5-9624-0878-1. – (2 экз.).
- 3) Алтынцев А.Т. Введение в Радиоастрономию Солнца [Текст]: монография / Алтынцев А.Т., Кашапова Л.К.; рец.: В.М. Богод, А.Б. Струминский; САО РАН, ИКИ РАН. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 203 с. : цв. ил. ; 20 см. - ISBN 978-5-9624-1055-5. – (9 экз.).

### б) дополнительная литература

- 1) Нагирнер Д.И. Лекции по теории переноса излучения [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Д. И. Нагирнер ; рец.: Ю. Н. Гнедин, М. А. Лившиц; Гл. Астроном. Обсерватория РАН; ИЗМИРАН. -СПб : Изд-во СПбГУ, 2001. - 147 с. – (1 экз.).
- 2) Сотникова, Р.Т. Введение в астрофизику [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2007. – 248 с. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN: 978-5-9624-0246-8
- 3) Сотникова, Р. Т. Введение в физику солнца [Текст] : учеб. пособие : в 2 ч. / Р. Т. Сотникова, Л. К. Кашапова ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010 - . - 20 см.м. - Ч. 1. - 2010. - 135 с. : ил. - Библиогр.: с. 121-123. – (11 экз.).
- 4) Введение в физику Солнца [Текст] : учеб. пособие: в 2 ч. / Р. Т. Сотникова [и др.] ; рец.: А. Г. Тлатов, С. А. Язев ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский науч. центр, Ин-т солнечно-земной физики. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010 - . - 20 см. - ISBN 978-5-9624-0621-3. – Ч. 2. - 2012. - 195 с. : ил. - Библиогр.: с. 193-195. - ISBN 978-5-9624-0622-0. – (16 экз.).
- 5) Плазменная гелиогеофизика : в 2 т. / ред.: Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский. - М. : Физматлит, 2008 - . - 24 см.
  - Т. 1. - 2008. - 670 с. : ил. - Библиогр.: с. 587-663. - Предм. указ.: с. 664-670. - ISBN 978-5-9221-1040-2. – (1 экз.).
  - Т. 2. - 2008. - 559 с. : ил. - Библиогр.: с. 495-553. - Предм. указ.: с. 554-559. - ISBN 978-5-9221-1041-9. – (1 экз.).

сверено с ЖБ ИГУ

в) программное обеспечение:

На каждом компьютере установлены ОС Linux (Ubuntu 14.04.2 LTS) и следующие программные пакеты: пакет для программирования на языке GDL (является частью системы Linux), Leafpad, Mozilla, Gnuplot, Evince 3.10.3, LibreOffice 4.2.8.2. Все установленное программное обеспечение Freeware. стандартные сервисы глобальной сети Интернет.

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>)
  - в системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ДВ.4.1 «Физика Солнца»;
  - Астрономия в Санкт-Петербургском университете (WWW-ресурсы и библиотека) ( <http://www.astro.spbu.ru> )
  - Электронная библиотека «Труды ученых ИГУ» (<http://ellib.library.isu.ru/index.php> )
- • Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)
  - ЭЧЗ «Библиотек» <https://isu.bibliotech.ru/>
  - ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
  - ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
  - ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

## 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 (14 стационарных компьютеров Intel Atom CPU D2500 с мониторами Samsung S19A10 18.5", WiFi-роутер 54M Wireless Router TL-WR542G, маршрутизатор DES-1005D) с локальной сетью и доступом в Интернет.

Материалы: на каждый компьютер установлен пакет для программирования на языке GDL (устанавливается вместе с системой Linux), с сайта Годаровского космического центра (<https://idlastro.gsfc.nasa.gov/>) скачиваются дополнительные библиотеки программ, а с сайта виртуальной солнечной обсерватории (<http://sdac.virtualsolar.org/>) скачиваются файлы данных для выполнения заданий практикума с помощью GDL. Студенты могут самостоятельно закреплять полученный на лекциях материал в этих классах. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: переносной проектор (CASIO XJ-A241),

стационарный настенный экран (Classic Solution, 244x244), ноутбук Lenovo B590. Кроме того, на факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы.

## 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 полученные КА Солнечная динамическая обсерватория (SDO) и других инструментов, данные которых представлены в Солнечной Виртуальной обсерватории, а также данные наблюдений ССРТ. Практические задания этого направления состоят из следующих заданий: 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.

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

Проект выполняется студентами после успешного выполнения практического задания. Тема проекта индивидуальна для каждого студента и выбирается совместно с преподавателем. Темы проектов основаны на методах проведения исследований, активно применяемые в области физики Солнца, но при этом объем выполняемой работы меньше, чем в курсовой работе и основан на лекционном материале. Студент индивидуально занимается постановкой задачи, сбором материалов и обобщением информации. Выполнение проекта позволяет одновременно закрепить навыки, полученные в ходе выполнения практической работы и проверить степень усвоения лекционного материала.

По содержанию и задачам практические задания и проект соответствуют научно-экспериментальным исследованиям, которые проводятся на основе конкретных физических

методик и поэтому позволяют получить достоверную информацию об изучаемом объекте, явлениях, физических условиях, выявить связи и взаимодействия между ними. Проект сдается в виде отчета оформленного в электронном виде и устной дискуссии.

## 11. Оценочные средства (ОС):

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

### 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 следующее практическое задание «Строение солнечной атмосферы». Каждому студенту дается индивидуальная дата и время наблюдений, которые он должен использовать при выполнении данной работы.

Студентам предлагается выполнить проекты по следующим темам:

- 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.

**Ниже кратко приведено содержание одной из практических работ**

#### **«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. Атмосферу Солнца принято разделять на фотосферу, хромосферу и корону, которая переходит в солнечный ветер.*

#### **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) Сравнение структура активной области на разных уровнях Солнечной атмосферы

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, обращающий 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

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:


№ п/п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Опрос, тест	Солнце как звезда	ОПК-3
2.	Опрос, тест	Строение и морфология солнечной атмосферы. Внутреннее строение Солнца	ОПК-3
3.	Опрос, практическое задание	Строение и морфология солнечной атмосферы. Солнечные пятна	ОПК-3, ПК-1
4.	Опрос, практическое задание	Строение и морфология солнечной атмосферы. Верхние слои солнечной атмосферы	ОПК-3
5.	Опрос, проект	Роль магнитного поля. Процессы переноса и выделения энергии	ОПК-3, ПК-1
6	Опрос, проект	Роль магнитного поля. Структура магнитного поля и геоэффективность	ОПК-3
7	Опрос, проект	Современные проблемы и методы физики Солнца	ОПК-3
6.	Подготовка к зачету	Все разделы	ОПК-3, ПК-1

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:**

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

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

Л.К., Кашапова  
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
«01» июня 2017 г.

Протокол № 9, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

**Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.**