



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра общей и космической физики



УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета
Факультет

/ Н.М. Буднев

17 апреля 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.01.01 Физика Солнца

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки: Солнечно-земная физика

Квалификация выпускника: бакалавр


Форма обучения: очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 42 от «15» апреля 2024 г.

Председатель: д.ф.-м.н., профессор

 Н.М. Буднев

Рекомендовано кафедрой:

общей и космической физики

Протокол № 8

от «22» марта 2024 г.

Зав.кафедрой д.ф.-м.н., профессор

 Паперный В.Л.

Иркутск 2024 г.

Содержание

Содержание.....	1
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.....	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.1. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3. Содержание учебного материала	7
4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	8
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)	9
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	10
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	10
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	11
а) <i>перечень литературы</i>	11
б) <i>периодические издания</i>	12
в) <i>список авторских методических разработок</i>	12
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i>	12
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	12
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	12
6.2. Программное обеспечение:.....	13
6.3. Технические и электронные средства:	13
VII. Образовательные технологии.....	13
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ: ФОС.....	17

I. 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.

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

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 части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 и является дисциплиной по выбору (ДВ).

III. Требования к результатам освоения дисциплины

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

- Способен использовать специализированные знания в области физики и астрофизики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1	ИДК ПК.1.1 Способен проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, используя специализированные знания в области физики и астрофизики	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные характеристики Солнца; • внутреннее строение Солнца и протекающие в нем процессы; • современные проблемы физики Солнца. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять знания физических закономерностей для объяснения вопросов солнечной активности и влияния Солнца на Землю.

		<p>Давать аргументированную оценку информации в области всякого рода прогнозов деятельности Солнца;</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными понятиями и терминами.
--	--	--

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часа,

в том числе 99 часов контактной работы.

Занятия проводятся только в очной форме обучения с применением дистанционного контроля самостоятельной работы студентов через ЭИОС факультета. Электронной и дистанционной форм обучения не предусматривается.

На практическую подготовку отводится 24 аудиторных часов (во время выполнения практических заданий).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекции	Семинарские/практические/лабораторные занятия	Консультации		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. СОЛНЦЕ КАК ЗВЕЗДА.	7	31,3	8	4	14	0,3	7	опрос
2	Раздел 2. СТРОЕНИЕ И МОРФОЛОГИЯ СОЛНЕЧНОЙ АТМОСФЕРЫ	7	54,4	8	6	18	0,4	24	опрос, практ. задание
3	Раздел 3. РОЛЬ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СОЛНЦЕ И В МЕЖПЛАНЕТНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	7	54,3	8	4	18	0,3	24	опрос, проект
	Экзамен	7	26						Итоговый тест
	КСР		4						
	Контроль		10						
	<u>Итого часов</u>		180	24	34	50	1	55	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
7	Солнце как звезда	Ответ на вопросы	В начале семестра	1	Опрос, решение задач	Вся рекомендуемая литература
7	<i>Строение и морфология солнечной атмосферы</i>	Сбор экспериментальных данных для выполнения практического задания	В течение семестра	16	опрос, практ. задание	
7	<i>Структура магнитного поля и геоэффект.</i>	Поиск методов решения задачи, поставленной в проекте, оформление работы	В течение семестра	16	опрос, практ. задание	
7	<i>Современные проблемы и методы физики Солнца</i>	Поиск методов решения задачи, поставленной в проекте, оформление работы	В течение семестра	16	опрос, проект	
7	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к экзамену	К концу семестра	6		
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				55		

4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

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.*

4.3.1. 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
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4		5	6
1.	1	Солнце как звезда	6	4	Опрос	ПК-1.1
2.	2.1.	Внутреннее строение солнца	8	4	Опрос	
3.	2.2.	Солнечные пятна	8	4	Опрос, прак. задание	
4	2.3	Верхние слои солнечной атмосферы	8	4	Опрос, прак. задание	
5.	3.1.	Процессы переноса и выделения энергии на Солнце	8	4	Опрос, Проект	
6.	3.2.	Структура магнитного поля и геоэффективность	8	4	Опрос, Проект	
7.	Доп.тема	Современные проблемы и методы физики Солнца	4		Опрос, Проект	

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

В качестве самостоятельной работы студенты должны 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	ИДК
1.	Солнце как звезда	Ответ на вопросы	Ответить на 5 вопросов	[1,2]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
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]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
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 ходе выполнения практической работы	[1-4]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
4.	<i>Современные проблемы и методы физики Солнца</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]	<i>ИДК ПК.1.1</i>

			ходе выполнения практической работы		
5.	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к экзамену	Повторить все разделы курса	Основная литература: 1 - 3	<i>ИДК ПК.1.1</i>
6.	Все темы	Текущие консультации			<i>ИДК ПК.1.1</i>

4.4. 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.

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

Курсовые работы не планируются.

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**а) перечень литературы***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 (7 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

дополнительная литература

- 1) 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.).
- 2) 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.).

б) *периодические издания*

- нет.

в) *список авторских методических разработок*

1. В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по данному курсу

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 «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
 - ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС «Рукопт» <http://rucont.ru>
 - ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru>

VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

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.

6.2. 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.

6.3. Технические и электронные средства:

На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: переносной проектор (CASIO XJ-A241), стационарный настенный экран (Classic Solution, 244x244), ноутбук Lenovo B590.

VII. Образовательные технологии

Изучение курса «Физика Солнца» идёт с обязательным выполнением учебного практикума по всем разделам программы. В период осенней 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 α , рентгеновском и ультрафиолетовом излучениях.

Практическое задание выполняется 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.

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

8.1.1. 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.

8.1.2. 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, 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.

8.1.3. 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	Солнце как звезда	ПК-1
2.	Опрос	Строение и морфология солнечной атмосферы. Внутреннее строение Солнца	ПК-1
3.	Опрос, практическое задание	Строение и морфология солнечной атмосферы. Солнечные пятна	ПК-1
4.	Опрос, практическое задание	Строение и морфология солнечной атмосферы. Верхние слои солнечной атмосферы	ПК-1
5.	Опрос, проект	Роль магнитного поля. Процессы переноса и выделения энергии	ПК-1
6	Опрос, проект	Роль магнитного поля. Структура магнитного поля и гео эффективность	ПК-1
7	Опрос, проект	Современные проблемы и методы физики Солнца	ПК-1
6.	Подготовка к экзамену	Все разделы	ПК-1

Примерный список вопросов к экзамену

- 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.


Пример тестовых заданий для проверки сформированности компетенций, указанных выше п. III:

Физика Солнца.

- 1) *Расположите слои Солнца от наименьшей плотности плазмы к наибольшей*
 - а) корона
 - б) фотосфера
 - в) переходная область
 - г) ядро
 - д) хромосфера
 - е) конвективная зона
- 2) *Расположите слои Солнца от наименьшей температуры к наибольшей*
 - а) корона
 - б) фотосфера
 - в) переходная область
 - г) ядро
 - д) хромосфера
 - е) конвективная зона
- 3) *Выберите слои Солнца, где выполняется условие возникновения конвекции*
 - а) корона
 - б) фотосфера
 - в) переходная область
 - г) ядро
 - д) хромосфера
 - е) конвективная зона
- 4) *Укажите слои Солнца, где не выполняется условие локального ЛТР*

- а) корона
 - б) фотосфера
 - в) переходная область
 - г) ядро
 - д) хромосфера
 - е) конвективная зона
- 5) Выберите быстро живущие явления
- а) Формирование активной области
 - б) Солнечная вспышка
 - в) Эрупция протуберанца
 - г) Развитие солнечного пятна
- б) Какая величина плазменного параметра бета (отношения газового давления к магнитному в короне
- а) много больше 1
 - б) много меньше 1
 - в) равно 1

Разработчики:



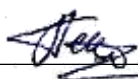
 (подпись)

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

Л.К., Кашапова
 (инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
 « 22 » марта 2024 г.

Протокол № 8, зав. кафедрой  В.Л. Паперный

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