



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства**

УТВЕРЖДАЮ  
декан географического факультета,  
доц. Вологжина С. Ж.

«18» июня 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Наименование дисциплины Б1.О.27 Солнечно-земная физика

Направление подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль) подготовки метеорология

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения очная/заочная

Согласовано с УМК:  
географического факультета  
Протокол № 6 от «18» июня 2021 г.

Председатель: к.г.н.

  
С.Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой:

Метеорологии и физики околоземного  
космического пространства

Протокол № 7 от «15» июня 2021 г.

Зав. кафедрой к.г.н., доцент



И.В. Латышева

Иркутск 2021 г.

- I. Цели и задачи дисциплины (модуля)
- II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.
- III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)
- IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)
  - 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов
  - 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
  - 4.3 Содержание учебного материала
    - 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ
    - 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов
  - 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов
- V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - а) перечень литературы
  - б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы
- VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
  - 6.1. Учебно-лабораторное оборудование:
  - 6.2. Программное обеспечение:
  - 6.3. Технические и электронные средства обучения:
- VII. Образовательные технологии
- VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

## I. Цели и задачи дисциплины (модуля):

**Цели:** Формирование у студентов общего представления и научного мировоззрения о физике Солнца, солнечной активности и ее влиянии на физические процессы, происходящие в околоземном космическом пространстве и атмосфере Земли.

**Задачи:** Получение студентами знаний о физике Солнца, магнитосферы и ионосферы, параметрах солнечного ветра и межпланетном магнитном поле, природе геоэффективных процессов на Солнце и их влиянии на околоземное космическое пространство («космическую погоду»). Приобретение навыков, необходимых для решения практических задач солнечно-земной физики.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина «Солнечно-земная физика» является дисциплиной по выбору вариативной части ОПОП по направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: *физика, математика.*

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология:

ОПК-1 Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности	ИДК ОПК-1.5 Использует знания фундаментальных разделов наук о Земле при решении задач профессиональной деятельности	Знать: фундаментальные разделы физики и солнечно-земной физики для применения их в экологии и природопользовании; методы экологических измерений, статистической обработки и анализа экологических наблюдений с применением программных средств; Уметь: излагать и анализировать базовую информацию в экологии и природопользовании; участвовать в проведении комплексных экологических наблюдений и измерений с использованием современных технических средств; уметь использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения

		<p>профессиональных и социальных задач; уметь использовать теоретические знания на практике;</p> <p>Владеть: базовыми знаниями в области фундаментальных разделов физики и математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в экологии и природопользовании, для обработки и анализа данных, прогнозирования экологических характеристик</p>
--	--	--

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов,  
в том числе 0.72 зачетных единиц, 26 часов на экзамен

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/темы	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости; Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися				
					Лекции	Семинарские /практические /лабораторные занятия	Консультации		
1	Физика Солнца	4			3	6		10	Устный опрос
2	Солнечная активность	4			3	6		10	Устный опрос
3	Солнечный ветер, межпланетное магнитное поле, космические лучи	4			2	4		10	Устный опрос
4	Магнитосфера Земли	4			2	4		10	Устный опрос
	Ионосфера Земли	4			2	4		10	Устный

№ п/п	Раздел дисциплины/темы	Семестр	Всего часов	практическая подготовка	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		
5								опрос
6	Солнечно-земные связи	4			2	4	10	Устный опрос
7	Современные методы исследований Солнца, магнитосферы, ионосферы и солнечно-земных связей	4			2	4	10	Устный опрос
	<b>Промежуточная аттестация</b>	4	26					Экзамен
	<b>Итого часов</b>		<b>144</b>		<b>16</b>	<b>32</b>	<b>70</b>	

#### 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.)		
4	Физика Солнца	Подготовка реферата на одну из тем (по выбору): «Солнце как звезда», «Термоядерные реакции на Солнце», «Дифференциальное вращение Солнца»	В течение семестра	10		

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
4	Солнечная активность	Подготовка реферата на одну из тем (по выбору): «Солнечное динамо», «Долговременные вариации солнечной активности», «Стандартная модель вспышки»	В течение семестра	10	реферат	Литература: основная [1-4], дополнительная [1-5]
4	Солнечный ветер, межпланетное магнитное поле, космические лучи	Подготовка реферата на одну из тем (по выбору): «Солнечный ветер», «Магнитное поле в гелиосфере», «Методы наблюдения космических лучей»	В течение семестра	10	реферат	Литература: основная [1-4], дополнительная [1-5]
4	Магнитосфера Земли	Подготовка реферата на одну из тем (по выбору): «Магнитное поле Земли», «Радиационные пояса», «Магнитные бури»	В течение семестра	10	реферат	Литература: основная [1-4], дополнительная [1-5]
4	Ионосфера Земли	Подготовка реферата на одну из тем (по выбору): «Полярные сияния», «Ионосфера и радиосвязь», «Динамика ионосферы»	В течение семестра	10	реферат	Литература: основная [1-4], дополнительная [1-5]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
4	Солнечно-земные связи	Подготовка реферата на одну из тем (по выбору): «Влияние солнечной активности на искусственные спутники Земли», «Связь солнечной активности с климатом», «Влияние корональных выбросов массы на Землю»	В течение семестра	10	реферат	Литература: основная [1-4], дополнительная [1-5]
4	Современные методы исследований Солнца, магнитосферы, ионосферы и солнечно-земных связей	Подготовка реферата об одном из инструментов для исследования Солнца или околоземного пространства (по выбору)	В течение семестра	10	реферат	Литература: основная [1-4], дополнительная [1-5]
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				<b>70</b>		



### 4.3 Содержание учебного материала

#### 1. Физика Солнца

Основные характеристики Солнца. Химический состав Солнца. Строение Солнца. Источник энергии Солнца. Процессы переноса энергии на Солнце. Эволюция Солнца. Вращение Солнца.

#### 2. Солнечная активность

Солнечное магнитное поле. Солнечные пятна и факелы. Солнечные вспышки. Корональные выбросы массы. Цикличность солнечной активности.

#### 3. Солнечный ветер, межпланетное магнитное поле, космические лучи

Свойства плазмы и магнитного поля в межпланетном пространстве. Формирование солнечного ветра. Временные изменения параметров солнечного ветра и межпланетного магнитного поля. Источники и характеристики космических лучей. Влияние солнечной активности на характеристики космических лучей.

#### 4. Магнитосфера Земли

Основные характеристики магнитного поля Земли. Происхождение и эволюция магнитного поля Земли. Взаимодействие магнитного поля Земли с межпланетным магнитным полем и солнечным ветром. Структура магнитосферы. Радиационные пояса. Магнитосферные возмущения.

#### 5. Ионосфера Земли

Основные характеристики ионосферы. Формирование ионосферы. Ионосфера на разных широтах. Ионосферные возмущения. Полярные сияния.

#### 6. Солнечно-земные связи

Механизмы влияния солнечной активности на Землю. Влияние долгосрочных вариаций солнечной активности. Влияние солнечных вспышек. Влияние корональных выбросов массы.

#### 7. Современные методы исследований Солнца, магнитосферы, ионосферы и солнечно-земных связей

Методы наблюдения солнечного магнитного поля. Мониторинг солнечной активности. Наблюдения солнечных вспышек в различных спектральных диапазонах. Наземные средства исследования магнитосферы и ионосферы. Космические средства исследования магнитосферы и ионосферы. Индексы солнечной и геомагнитной активности.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции * (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
	2	3	4	5	6	7
1	1	Процессы переноса энергии и вещества на Солнце: от ядра до короны	6		Коллоквиум	ОПК-1 ИДК ОПК-1.5
2	2	Наблюдаемые проявления и глубинные причины солнечной активности	6		Коллоквиум	ОПК-1 ИДК ОПК-1.5
	3	Процессы переноса			Коллоквиум	ОПК-1

3		энергии и вещества в гелиосфере	4		иум	ИДК ОПК-1.5
4	4	Структура магнитосферы Земли и ее отклик на внешние факторы	4		Коллоквиум	ОПК-1 ИДК ОПК-1.5
5	5	Ионосфера Земли: свойства, структура, активные процессы	4		Коллоквиум	ОПК-1 ИДК ОПК-1.5
6	6	Влияние солнечной активности на погоду, климат и инфраструктуру	4		Коллоквиум	ОПК-1 ИДК ОПК-1.5
7	7	Современные инструменты и базы данных для исследования Солнца и околоземного пространства	4		Коллоквиум	ОПК-1 ИДК ОПК-1.5

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

Самостоятельная работа студентов (СРС) заключается в изучении отдельных тем дисциплины по заданию преподавателя и рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к докладам, выполнении контрольных и практических работ, подготовке к зачету.

Самостоятельная работа студента в течение учебного года контролируется графиком работы по семестрам, предусматривающим:

- формулирование проблемных и актуальных вопросов по различным аспектам солнечно-земной физики;
- подготовку доклада и презентации по выбранной теме;
- самостоятельное освоение отдельных тем дисциплины;
- еженедельные консультации согласно утвержденному графику на кафедре метеорологии и физики околоземного космического пространства.

СРС формирует способность бакалавров к самостоятельному обучению, поиску научной и учебной литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, формированию новых решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Структурно самостоятельная работа бакалавра делится на две части:

- 1) организуемая преподавателем и четко описываемая в учебно-методическом комплексе;
- 2) самостоятельная работа, которую бакалавр организует по своему усмотрению, без непосредственного контроля со стороны преподавателя.

##### Формы СРС:

1. Конспектирование.
2. Реферирование литературы.
3. Аннотирование книг, статей.

4. Выполнение заданий поисково-исследовательского характера.
5. Работа с лекционным материалом: проработка конспекта лекций, работа на полях конспекта с терминами, дополнение конспекта материалами из рекомендованной литературы.
6. Самостоятельное выполнение практических заданий и контрольных работ.
7. Работа с базами данных и информационными ресурсами, представляющими результаты астрономических и геофизических наблюдений (например, Helioviewer).

#### **Виды СРС:**

- познавательная деятельность во время основных аудиторных занятий;
- внеаудиторная самостоятельная работа бакалавров по выполнению домашних заданий учебного и творческого характера (в том числе с электронными ресурсами);
- самостоятельное овладение бакалаврами конкретных учебных модулей, предложенных для самостоятельного изучения;
- учебно-исследовательская работа;
- научно-исследовательская работа.

#### **СРС с электронными ресурсами:**

В аудиториях для самостоятельных компьютерных занятий с помощью обучающих программ, бакалавры дополняют свои занятия, полученные на лекциях и практических занятиях, а также проверяют свой уровень подготовки, проходят письменное тестирование и устный опрос.

#### **Комплекс средств обучения при СРС:**

- учебно-методический комплекс;
- дидактический материал;
- презентации;
- видеоматериалы;
- интернет-ресурсы.

### **4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

Выполнение курсовых работ учебным планом не предусмотрено.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература**

1. Введение в физику Солнца : в 2-х ч.: Учеб. пособие / Р. Т. Сотникова [и др.]. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. - 195 с. - ISBN 978-5-9624-0622-0
2. Введение в гелиофизику : учеб. пособие / Р. Т. Сотникова, В. Г. Файнштейн. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2013. - 256 с. - ISBN 978-5-9624-0821-7
3. Солнечно-земная физика : ч.1 / С. И. Акасофу, С. Чепмен ; Пер. с англ. под ред. Г.М. Никольского. - М. : Мир, 1974. - 384 с.
4. Солнечно-земная физика : ч.2 / С. И. Акасофу, С. Чепмен ; Пер. с англ. под ред. Г.М. Никольского. - М. : Мир, 1975. - 512 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Плазменная гелиогеофизика : в 2-х т. / под ред. Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский. - М. : Физматлит, 2008 - Т.1 . - 2008. - 672 с. - ISBN 978-5-9221-1040-2
2. Плазменная гелиогеофизика : в 2-х т. / под ред. Л. М. Зеленый, И. С. Веселовский. - М. : Физматлит, 2008 - Т.2 . - 2008. - 560 с. - ISBN 978-5-9221-1041-9

3. Введение в радиоастрономию Солнца : монография / А. Т. Алтынцев, Л. К. Кашапова. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 203 с. - ISBN 978-5-9624-1055-5
4. Эруптивные процессы на Солнце / Б. П. Филиппов. - М. : Физматлит, 2007. - 216 с. - ISBN 978-5-9221-0093-9
5. Физика ионосферы / Б. Е. Брюнелли, А. А. Намгаладзе ; ред.: Г. С. Иванов-Холодный, М. И. Пудовкин ; ИЗМИРАН СССР. - М. : Наука, 1988. - 527 с.

в) программное обеспечение: не предусмотрено

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Каталог солнечных наблюдений Helioviewer <https://helioviewer.org/>
2. Центр мониторинга солнечной активности <https://www.solarmonitor.org/>
3. Виртуальная солнечная обсерватория <https://sdac.virtualsolar.org/cgi/search>
4. Мировой центр данных по солнечно-земной физике <http://www.wdcb.ru/stp/data.ru.html>
5. Центр прогнозов космической погоды (ИЗМИРАН) <http://spaceweather.izmiran.ru/>
6. Институт Солнечно-Земной Физики СО РАН <http://ru.iszf.irk.ru>

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Освоение дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети ИГУ и находятся в едином домене.

- 1) Библиотечный фонд ИГУ;
- 2) Дисплейный класс.

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В рамках лекционных занятий для обеспечения функций наглядности используется соответствующий тематике занятия иллюстрационный материал, переведенный в электронный формат и оформленный в виде презентаций. Для проведения практических работ используются электронные массивы данных многолетних наблюдений на сети авиаметеорологических станций.

Для демонстрации данных презентаций студенты могут использовать возможности компьютерного класса с выходом в интернет.

Лекционно-зачетная система предусматривает организацию учебного процесса на концентрированной подаче материала, с итоговым контролем результатов освоения.

Проблемное обучение включает организацию активной самостоятельной деятельности по разрешению проблемных ситуаций, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности.

Исследовательские методы в обучении это организация самостоятельной деятельности, которая дает возможность глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения.

Информационно-коммуникационные технологии: использование интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.

Для демонстрации данных презентаций студенты могут использовать возможности компьютерного класса с выходом в интернет.

## VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1 Оценочные материалы (ОМ):

**Материалы для проведения текущего контроля знаний студентов:**

\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	собеседование, устный опрос, практическая работа	Физика Солнца	ОПК-1
2	собеседование, устный опрос, практическая работа	Солнечная активность	ОПК-1
3	собеседование, устный опрос, практическая работа	Солнечный ветер, межпланетное магнитное поле, космические лучи	ОПК-1
4	собеседование, устный опрос, практическая работа	Магнитосфера Земли	ОПК-1
5	собеседование, устный опрос, практическая работа	Ионосфера Земли	ОПК-1
6	собеседование, устный опрос, практическая работа	Солнечно-земные связи	ОПК-1
7	собеседование, устный опрос, практическая работа	Современные методы исследований Солнца, магнитосферы, ионосферы и солнечно-земных связей	ОПК-1

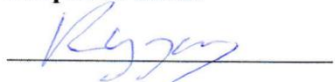
**Материалы для проведения промежуточного контроля знаний студентов (в форме экзамена):**

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Общие сведения и строение Солнца: ядро, радиативная и конвективная зоны.
2. Солнечная атмосфера: фотосфера, хромосфера и корона.
3. Солнечный спектр: рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение. Солнечная постоянная.
4. Радиоизлучение Солнца. Медленно меняющаяся и спорадическая компоненты радиоизлучения.
5. Спорадическое радиоизлучение Солнца и его основные типы.
6. Солнечные пятна и их магнитные поля.
7. Измерение магнитных полей на Солнце и эффект Зеемана.

8. Солнечное динамо.
9. Солнечные вспышки, их энергетика и классификация.
10. Физический механизм солнечной вспышки.
11. Корональные выбросы массы.
12. Периодичность солнечной активности. Индексы солнечной активности.
13. Солнечный ветер, его открытие и основные характеристики.
14. Межпланетное магнитное поле. Спираль Паркера.
15. Солнечные космические лучи.
16. Галактические космические лучи.
17. Геомагнитное поле. Дипольная модель геомагнитного поля.
18. Образование магнитосферы в поле солнечного ветра. Формирование магнитопаузы.
19. Структура магнитосферы.
20. Радиационные пояса.
21. Понятие геомагнитной активности. Магнитные бури. Индексы геомагнитной активности.
22. Структура атмосферы Земли: от тропосферы до ионосферы.
23. Фотоионизация верхней атмосферы.
24. Строение ионосферы: области D, E, F1 и F2.
25. Ионосферные бури, их связь с магнитными бурями.
26. Свечение верхней атмосферы. Полярные сияния.
27. Рентгеновское и ультрафиолетовое излучения как фактор солнечного воздействия на околоземную среду.
28. Солнечный ветер с вмороженным магнитным полем как фактор солнечного воздействия на околоземную среду.
29. Высокоэнергичные электроны и протоны как фактор солнечного воздействия на околоземную среду.
30. Механизмы влияния солнечной активности на климат.

**Разработчики:**



(подпись)

профессор

(занимаемая должность)

А.А. Кузнецов

(инициалы, фамилия)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учитывает рекомендации ПООП по направлению и профилю подготовки 05.03.04 Гидрометеорология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства  
«15» июня 2021 г.

Протокол № 7 Зав. Кафедрой



И В. Латышева

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