

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

чл.—корр. РАН \_\_\_\_\_ А.В. Медведев

« 28 » марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.4 Физика гелиосферы**

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский,  
педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2025

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

|                                                                     |                   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|
| РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал<br>кандидат физико-математических наук | С.А. Анфиногентов |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|

## 1. Место и роль дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика гелиосферы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки Физика солнечно-земных связей направления подготовки 03.04.02 Физика.

Предшествующие дисциплины, практики на которые данная дисциплина опирается: «Введение в физику плазмы», «Космическая электродинамика».

Последующие дисциплины, практики для которых освоение данной дисциплины необходимо: научно-исследовательская работа, преддипломная практика

## 2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель дисциплины «Физика гелиосферы» состоит в получении студентами фундаментальных знаний в области физики гелиосферы и возможностей их использования в процессе дальнейшего обучения, при прохождении практик, написания научных работ, в своей научной и педагогической деятельности.

Задачами дисциплины «Физика гелиосферы» является:

- Знакомство со строением гелиосферы, ее основными частями, включая солнечную корону, межпланетное пространство, магнитосферы планет и внешнюю гелиосферу;
- Изучение явлений, наблюдающихся в гелиосфере и выработка понимания физических механизмов, лежащих в их основе;
- Освоение экспериментальных и теоретических методов, применяющихся в исследовании гелиосфере.

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

Процесс изучения дисциплины «Физика гелиосферы» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки 03.04.02 Физика:

| Компетенции                                                                                                                                                                                                       | Индикаторы достижения компетенции                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; | ИД 1. Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики.                           | <b>Владеть:</b> Пониманием основных физических процессов, процессов и явлений, протекающих в гелиосфере                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                   | ИД 3. Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                  | <b>Знать:</b> Основные физические процессы, реализующиеся в астрофизической плазме короны Солнца, межпланетного пространства и внешней гелиосферы<br><b>Уметь:</b> определять ключевые параметры астрофизической плазмы в различных областях гелиосферы по данным наблюдений.<br><b>Владеть:</b> Основными понятиями и терминами в области исследования гелиосферы. |
| ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов                                                   | ИД 1. Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей | <b>Знать:</b> 1) Основные виды плазмы, наблюдающиеся в гелиосфере и астрофизических объектах внутри нее, в том числе в солнечной короне, межпланетном пространстве и                                                                                                                                                                                                |

|        |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| физики |                                                                                                                                                                                                                             | во внешней гелиосфере.<br>2) Основные астрофизические явления и объекты, наблюдающиеся или входящие в состав гелиосферы, а также характерные параметры плазмы в этих объектах.                                                                         |
|        | ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.      | <b>Знать:</b> Основные способы наблюдения и исследования астрофизической плазмы в гелиосфере                                                                                                                                                           |
|        | ИД 3. Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей | <b>Уметь:</b> анализировать и интерпретировать наблюдения астрофизической плазмы в короне Солнца, межпланетном пространстве и во внешней гелиосфере.<br><b>Владеть:</b> Навыками использования современных методов анализа и интерпретации наблюдений. |

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

| Вид учебной работы                                | Всего часов / зачетных единиц |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Аудиторные занятия</b> (всего)                 | <b>36/1</b>                   |
| В том числе:                                      |                               |
| Лекции                                            | 18/0,5                        |
| Лабораторные работы                               |                               |
| Практические занятия                              | 18/0,5                        |
| <b>Самостоятельная работа</b> (всего)             | <b>72/2</b>                   |
| Вид промежуточной аттестации (зачет)              |                               |
| <b>Контактная работа</b> (всего)                  | <b>36/1</b>                   |
| <b>Общая трудоёмкость</b> (часы/зачетные единицы) | <b>108/3</b>                  |

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

**Раздел 1.** Общая информация о гелиосфере, ее строение

Тема 1.1 Понятие гелиосферы

Тема 1.2 Структура гелиосферы. Внутренняя и внешняя гелиосфера

**Раздел 2.** Физические явления, наблюдающиеся в гелиосфере

Тема 2.1 Солнечный ветер. Быстрый и медленный режимы солнечного ветра

Тема 2.2 Межпланетное магнитное поле и его структура.

Тема 2.3 Корональные выбросы масс

Тема 2.4 Ударные волны в гелиосфере

**Раздел 3.** Экспериментальные методы исследования гелиосферы

Тема 3.1 Наблюдение короны Солнца в видимом и ультрафиолетовом диапазонах

Тема 3.2 In situ наблюдения гелиосферы

Тема 3.3 Наблюдения гелиосферных явлений в радиодиапазоне

Тема 3.4 Косвенные наблюдения гелиосферы

**Раздел 4.** Влияние гелиосферы на околоземное космическое пространство.

Космическая погода

Тема 4.1 Геомагнитные возмущения и их причины

Тема 4.2 Методы прогноза космической погоды

## 5.2. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

| №<br>п/п            | Раздел                                                                                   | Всего<br>часов | Аудиторные занятия |                 |                         |          | СРС       |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------------------|----------|-----------|
|                     |                                                                                          |                | Лекции             | Лаб.<br>занятия | Практические<br>занятия | Семинары |           |
| 1.                  | Раздел 1 Общая информация о гелиосфере, ее строение                                      | 15             | 3                  |                 |                         |          | 12        |
| 2.                  | Раздел 2 Физические явления, наблюдающиеся в гелиосфере                                  | 36             | 6                  |                 | 6                       |          | 24        |
| 3.                  | Раздел 3 Экспериментальные методы исследования гелиосферы                                | 42             | 6                  |                 | 12                      |          | 24        |
| 4.                  | Раздел 4 Влияние гелиосферы на околоземное космическое пространство. Космическая погода. | 15             | 3                  |                 |                         |          | 12        |
| <b>Итого (часы)</b> |                                                                                          | <b>108</b>     | <b>18</b>          |                 | <b>18</b>               |          | <b>72</b> |
| <b>Итого (з.е.)</b> |                                                                                          | <b>3</b>       | <b>0,5</b>         |                 | <b>0,5</b>              |          | <b>2</b>  |

## 5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

| №<br>п/п | Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик | № № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.       | Производственная практика (Научно-исследовательская работа).  | Все разделы                                                                                               |
| 2.       | Преддипломная практика                                        | Все разделы                                                                                               |

## 5.4. Перечень лекционных занятий

| №<br>п/п | № раздела и темы дисциплины (модуля)                                             | Наименование используемых технологий                                              | Трудоемкость (часы) | Оценочные средства |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| 1.       | Раздел 1, тема 1.1 Понятие гелиосферы.                                           | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 1                   | Опрос              |
| 2.       | Раздел 1, тема 1.2 Структура гелиосферы. Внутренняя и внешняя гелиосфера.        | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 2                   | Опрос              |
| 3.       | Раздел 2, тема 2.1 Солнечный ветер. Быстрый и медленный режимы солнечного ветра. | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 1                   | Опрос              |
| 4.       | Раздел 2, тема 2.2 Межпланетное магнитное поле и его структура.                  | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 2                   | Опрос              |
| 5.       | Раздел 2, тема 2.3 Корональные выбросы масс.                                     | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 1                   | Опрос              |
| 6.       | Раздел 2, тема 2.4 Ударные волны в гелиосфере.                                   | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска,                                   | 2                   | Опрос              |

|     |                                                                                      |                                                                                   |   |       |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
|     |                                                                                      | электронная образовательная среда                                                 |   |       |
| 7.  | Раздел 3, тема 3.1 Наблюдение короны Солнца в видимом и ультрафиолетовом диапазонах. | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 1 | Опрос |
| 8.  | Раздел 3, тема 3.2 In situ наблюдения Гелиосферы.                                    | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 2 | Опрос |
| 9.  | Раздел 3, тема 3.3 Наблюдения гелиосферных явлений в радиодиапазоне.                 | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 1 | Опрос |
| 10. | Раздел 3, тема 3.4 Косвенные наблюдения гелиосферы                                   | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 2 | Опрос |
| 11. | Раздел 4, тема 4.1 Геомагнитные возмущения и их причины                              | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 1 | Опрос |
| 12. | Раздел 4, тема 4.2 Методы прогноза космической погоды                                | Экран и компьютерный проектор, маркерная доска, электронная образовательная среда | 2 | Опрос |

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

| № п/п | № раздела и темы дисциплины (модуля) | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ                                                             | Трудоемкость (часы) | Оценочные средства                              |
|-------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|
| 1.    | Раздел 2, тема 2.1                   | Анализ и интерпретация наблюдений солнечного ветра                                                                    | 3                   | Устная защита результатов практического занятия |
| 2.    | Раздел 2, тема 2.3                   | Анализ и интерпретация наблюдений КВМ                                                                                 | 3                   | Устная защита результатов практического занятия |
| 3.    | Раздел 3, тема 3.1                   | Анализ и интерпретация наблюдений солнечной короны в линиях крайнего ультрафиолета                                    | 3                   | Устная защита результатов практического занятия |
| 4.    | Раздел 3, тема 3.3                   | Анализ и интерпретация наблюдений радиовсплесков, связанных с распространением возмущений в межпланетном пространстве | 3                   | Устная защита результатов практического занятия |
| 5.    | Раздел 3, тема 3.4                   | Анализ и интерпретация наблюдений интенсивности космических лучей                                                     | 3                   | Устная защита результатов практического занятия |
| 6.    | Раздел 3.5                           | Комплексный анализ явлений космической погоды от Солнца до магнитосферы Земли                                         | 3                   | Устная защита результатов практического занятия |

### 5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

| Раздел | Тема | Вид самостоятельной работы                        | Задание                                                                                                                                                                      | Рекомендуемая литература                                   | Количество часов |
|--------|------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|
| 1      | 1.1  | Работа с конспектами лекций, работа с литературой | Повторить материал лекции по конспектам лекций, проанализировать и воспроизвести математические выкладки, дополнить материалы лекций информацией из рекомендуемой литературы | Основная литература 1,2,4; дополнительная литература 1,3   | 6                |
| 1      | 1.2  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1,2,4; дополнительная литература 1,3   | 6                |
| 2      | 2.1  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1,2,4; дополнительная литература 1,3   | 6                |
| 2      | 2.2  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1,2,4; дополнительная литература 1,3,5 | 6                |
| 2      | 2.3  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1,2,4; дополнительная литература 1,3   | 6                |
| 2      | 2.4  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1,2,4; дополнительная литература 1,3   | 6                |
| 3      | 3.1  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1-4; дополнительная литература 1,4     | 6                |
| 3      | 3.2  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1-4; дополнительная литература 1,4     | 6                |
| 3      | 3.3  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1-4; дополнительная литература 1,2     | 6                |
| 3      | 3.4  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1-4; дополнительная литература 3       | 6                |
| 4      | 4.1  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1-4; дополнительная литература 1,3,4   | 6                |
| 4      | 4.2  |                                                   |                                                                                                                                                                              | Основная литература 1-4; дополнительная литература 1,3,4   | 6                |

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

Каждый вид самостоятельной работы направлен на закрепление и углубление знаний, полученных во время аудиторных занятий.

1) Работа с конспектами лекций

Студент повторяет содержание лекции, используя материалы конспекта, в случае необходимости дополняет их информацией из рекомендуемой и дополнительной литературы.

## 2) Работа с литературой

Студент осваивает материал, предназначенный для самостоятельного изучения, используя рекомендуемую и дополнительную литературу, составляет подробный конспект темы, анализирует и воспроизводит необходимые математические выкладки.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Основная литература

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы                            | Количество экземпляров                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | С. А. Каплан, В. И. Цытович. Плазменная астрофизика. М. : Наука, 1972. - 440 с.                                               | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |
| 2.    | Плазменная гелиогеофизика: в 2-х т. / под ред. Л. М. Зеленого, И. С. Веселовского. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008.                    | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |
| 3.    | Прист, Э. Р. Солнечная магнитогидродинамика / пер. с англ. Е.В. Иванова. - М. : Мир, 1985                                     | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |
| 4.    | Янин, С. Н. Лекции по основам физики плазмы : учебное пособие / С. Н. Янин. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть I — 2012. — 78 с. | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |

### 6.2. Дополнительная литература

| № п/п | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы                                 | Количество экземпляров                                                                      |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Aschwanden, M. J. The Sun : chapter for "The Encyclopedia of the Solar System", 2nd ed. Amsterdam : Academy Press; Elsevier, 2005. | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |
| 2.    | А. Т. Алтынцев, Л. К. Кашапова.. Введение в радиоастрономию Солнца: монография / - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014. - 203 с.            | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |
| 3.    | Мирошниченко, Л. И. Физика Солнца и солнечно-земных связей: учеб. Пособие. М. : Университетская книга, 2011. - 174 с.              | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |
| 4.    | Э. Р. Прист, Т. Форбс. Магнитное пересоединение: магнитогидродинамическая теория и приложения. М. : Физматлит, 2005. - 592 с.      | ЭБ <a href="http://irbis.iszf.irk.ru">http://irbis.iszf.irk.ru</a><br>неограниченный доступ |

### 6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- <http://ssrt.iszf.irk.ru/indexru.shtml>
- Архив наблюдений радиоастрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН (<http://badary.iszf.irk.ru/>)
- База данных многолетних наблюдений солнечной активности в ГАО РАН (<http://www.gaoran.ru/database/csa/>, <http://www.gaoran.ru/database/esai/>, <http://www.gaoran.ru/english/database/sd/index.htm>)
- Международная база данных наблюдений Солнца «Виртуальная солнечная обсерватория» (<https://sdac.virtualsolar.org/cgi/search>)

- Научная база данных Scopus (<https://www.scopus.com>)
- Научные данные (материалы) издательства Cambridge University Press (<http://www.cambridge.org>)

#### **6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:**

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН (<http://irbis.iszf.irk.ru>)
- Государственная публичная научно-техническая библиотека России (<http://www.gpntb.ru/>)
- Журналы Американского физического общества (<http://publish.aps.org/>)
- научная электронная библиотека + Российский Индекс Научного Цитирования (<https://elibrary.ru>)
- Международный каталог и поисковая система по публикациям в области астрофизики ([http://adsabs.harvard.edu/abstract\\_service.html](http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html))

#### **6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:**

- Онлайн-каталог изображений Солнца Гелиовьюер (<https://helioviewer.org/>)
- Монитор солнечной активности (<https://www.solarmonitor.org>)
- Международная система индексирования публикаций Web of Science (<http://webofknowledge.com>)
- Научные ресурсы зарубежного издательства Elsevier B.V. – Freedom Collection (<https://www.elsevier.com>)

#### **6.6. Программное обеспечение**

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)
- Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)
- 7-Zip (свободно распространяемое ПО)
- Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО)
- Mozilla Firefox 1 (свободно распространяемое ПО)
- VLC Mediaplayer (свободно распространяемое ПО)
- K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО)
- Дистрибутив Python Anaconda (свободно распространяемое ПО)
- Набор компиляторов GCC (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Сервер видеоконференцсвязи Jitsi Meet

### **7. Образовательные технологии**

- Интерактивные лекции
  - Групповые дискуссии
- В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;

- Групповые дискуссии, в которых студенты под руководством преподавателя обсуждают различные подходы к планированию и организации научных исследований, разбирают проблемные ситуации.

- Групповые оценки и самооценки: а именно рецензирование студентами выступлений друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- Формулирование проблемных вопросов в результате самостоятельного изучения темы с привлечением основной и дополнительной литературы;

- Поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;

При необходимости, в процессе работы над заданием, студент может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | <p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 12 посадочных мест, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li> <li>• экран для проектора Lumien Master Control</li> <li>• LMC-100110 305x229 см</li> <li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li> <li>• ноутбук HP 15-da1101ur Windows 10 Pro</li> <li>• колонки 2.0 Thonet &amp; Vander</li> </ul>    |
| Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы                                                                                                                | <p>Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 7 посадочных мест, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• персональные компьютеры Неттоп Think Center Lenovo M710Q</li> <li>• мониторы IIYAMA PL2283H, Dell CRHX9K2</li> <li>• доска магнитно-маркерная Branberg</li> <li>• экран для проектора Projecta</li> <li>• проектор BenQ MH733 1920 x 1080</li> </ul> |

## 9. Фонд оценочных средств

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать**

1. Основные физические процессы, реализующиеся в астрофизической плазме короны Солнца, межпланетного пространства и внешней гелиосферы

2. Основные виды плазмы, наблюдающиеся в гелиосфере и астрофизических объектах внутри нее, в том числе в солнечной короне, межпланетном пространстве и во внешней гелиосфере.
3. Основные астрофизические явления и объекты, наблюдающиеся или входящие в состав гелиосферы, а также характерные параметры плазмы в этих объектах
4. Основные способы наблюдения и исследования астрофизической плазмы в гелиосфере

#### **Уметь**

1. определять ключевые параметры астрофизической плазмы в различных областях гелиосферы по данным наблюдений
2. анализировать и интерпретировать наблюдения астрофизической плазмы в короне Солнца, межпланетном пространстве и во внешней гелиосфере

#### **Владеть**

1. Пониманием основных физических процессов, процессов и явлений, протекающих в гелиосфере
2. Основными понятиями и терминами в области исследования гелиосферы.
3. Навыками использования современных методов анализа и интерпретации наблюдений.

### **Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

| Код компетенции | Разделы дисциплины, направленные на формирование компетенции |   |   |   |
|-----------------|--------------------------------------------------------------|---|---|---|
|                 | 1                                                            | 2 | 3 | 4 |
| ОПК-1           | +                                                            | + | + | + |
| ПКА-2           | +                                                            | + | + | + |

### **Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

| Код компетенции | Показатели (индикаторы) | Формы оценивания |                                          |                                 |                          |
|-----------------|-------------------------|------------------|------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
|                 |                         | Текущий контроль |                                          |                                 | Промежуточная аттестация |
|                 |                         | Устный опрос     | Контроль выполнения практических заданий | Контроль самостоятельной работы | Зачет/экзамен            |
| ОПК-1           | ИД-1                    | Все вопросы      | Все задания                              | Все задания                     | зачёт                    |
|                 | ИД-3                    | Все вопросы      | Все задания                              | Все задания                     | зачёт                    |
| ПКА-2           | ИД-1                    | Все вопросы      | Все задания                              | Все задания                     | зачёт                    |
|                 | ИД-2                    | Вопросы 9-12     | Все задания                              | Все задания                     | зачёт                    |
|                 | ИД-3                    | Вопросы 9-16     | Все задания                              | Все задания                     | зачёт                    |

### **Программа оценивания контролируемой компетенции**

| Тема или раздел дисциплины   | Формируемый признак компетенции | Показатель                        | Критерий оценивания | Наименование ОС |       |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------|-------|
|                              |                                 |                                   |                     | ТК              | ПА    |
| Раздел 1. Общая информация о | ОПК-1<br>Знает основные         | Способен решать исследовательские | Владеет материалом  | Собеседование   | зачет |

|                                                         |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                        |                                                                                                               |                                                                                          |       |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| гелиосфере, ее строение                                 | закон, определяющие взаимодействие солнечного ветра и магнитосферы Земли                                                                                                                                          | задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики                                                              | раздела 1.<br>Умеет аргументированно вести дискуссию по базовым вопросам строения гелиосферы                  |                                                                                          |       |
|                                                         | ПКА-2 Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                                                                                                       | Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей | Владеет материалом раздела 1. Умеет аргументированно вести дискуссию по базовым вопросам строения гелиосферы  | Собеседование                                                                            | зачет |
| Раздел 2. Физические явления наблюдающиеся в гелиосфере | ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; | Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики                            | Владеет материалом раздела 2. Успешно выполняет практические задания 1-4 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                         |                                                                                                                                                                                                                   | Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                  | Владеет материалом раздела 2. Успешно выполняет практические задания 1-4 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                         | ПКА-2 Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                                                                                                       | Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей | Владеет материалом раздела 2. Успешно выполняет практические задания 1-4 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                         |                                                                                                                                                                                                                   | Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную                                                   | Владеет материалом раздела 2. Успешно выполняет                                                               | Собеседование, Контроль выполнения                                                       | зачет |

|                                                              |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                          |       |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                              |                                                                                                                                                                                                                   | , наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.                                                                          | практические задания 1-4 и задания для самостоятельной работы                                                 | практических заданий, Контроль самостоятельной работы                                    |       |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                                   | Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей | Владеет материалом раздела 2. Успешно выполняет практические задания 1-4 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
| Раздел 3<br>Экспериментальные методы исследования гелиосферы | ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; | Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики                                                                                                                           | Владеет материалом раздела 3. Успешно выполняет практические задания 1-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                                   | Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                                                                                                                 | Владеет материалом раздела 3. Успешно выполняет практические задания 1-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                              | ПКА-2 Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                                                                                                       | Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей                                                                                                | Владеет материалом раздела 3. Успешно выполняет практические задания 1-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                              |                                                                                                                                                                                                                   | Использует информационные ресурсы, научную,                                                                                                                                                                           | Владеет материалом раздела 3.                                                                                 | Собеседование, Контроль                                                                  | зачет |

|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                          |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   | опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.                                                  | Успешно выполняет практические задания 1-6 и задания для самостоятельной работы                               | выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы                         |       |
|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   | Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей | Владеет материалом раздела 3. Успешно выполняет практические задания 1-4 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
| Раздел 4. Влияние гелиосферы на околоземное космическое пространство. Космическая погода | ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; | Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики                                                                                                                           | Владеет материалом раздела 4. Успешно выполняет практические задания 5-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                   | Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                                                                                                                 | Владеет материалом раздела 4. Успешно выполняет практические задания 5-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|                                                                                          | ПКА-2 Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.                                                                                                       | Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных связей                                                                                                | Владеет материалом раздела 4. Успешно выполняет практические задания 5-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               |                                                                                          |       |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|  |  |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                               | работы                                                                                   |       |
|  |  | Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.      | Владеет материалом раздела 4. Успешно выполняет практические задания 5-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |
|  |  | Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей | Владеет материалом раздела 4. Успешно выполняет практические задания 5-6 и задания для самостоятельной работы | Собеседование, Контроль выполнения практических заданий, Контроль самостоятельной работы | зачет |

### Текущая и промежуточная аттестация

**Цель контроля** - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости студента, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра. Текущий контроль знаний обучающихся организован как устный групповой опрос, письменные работы

### Оценочные средства для оценки текущей успеваемости студентов

### Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

| Раздел / Тема                                               | Индекс и уровень формируемой компетенции или дескриптора | ОС                                                                            | Содержание задания                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Раздел 1.<br>Общая информация о гелиосфере, ее строение     | ОПК-1, ИД-1<br>ПКА-2, ИД-1                               | Собеседование, контроль самостоятельной работы                                | Дискуссия, обсуждение материала лекций. Устный ответ на вопросы преподавателя.                         |
| Раздел 2.<br>Физические явления, наблюдающиеся в гелиосфере | ОПК-1, ИД.1, ИД.3<br>ПКА - 2, ИД.1, ИД.2, ИД.3           | Собеседование, контроль самостоятельной работы, контроль практических заданий | Дискуссия, обсуждение материала лекций. Устный ответ на вопросы преподавателя. Практические задания 1- |

|                                                                                             |                                                |                                                                               |                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                             |                                                |                                                                               | 2.                                                                                                       |
| Раздел 3.<br>Экспериментальные методы исследования гелиосферы                               | ОПК-1, ИД.1, ИД.3<br>ПКА - 2, ИД.1, ИД.2, ИД.3 | Собеседование, контроль самостоятельной работы, контроль практических заданий | Дискуссия, обсуждение материала лекций. Устный ответ на вопросы преподавателя. Практические задания 3-4. |
| Раздел 4.<br>Влияние гелиосферы на околоземное космическое пространство. Космическая погода | ОПК-1, ИД.1, ИД.3<br>ПКА - 2, ИД.1, ИД.2, ИД.3 | Собеседование, контроль самостоятельной работы, контроль практических заданий | Дискуссия, обсуждение материала лекций. Устный ответ на вопросы преподавателя. Практические задания 5-6. |

### **Задания для текущего контроля**

#### **Вопросы для собеседования**

##### **Раздел 1**

1. Что такое гелиосфера?
2. Какие структурные элементы можно выделить в гелиосфере?
3. Внутренняя и внешняя гелиосфера

##### **Раздел 2**

4. Что такое солнечный ветер?
5. Опишите отличия быстрого солнечного ветра от медленного.
6. Опишите характерную структуру межпланетного магнитного поля.
7. Дайте определение корональному выбросу масс. Опишите это явление.
8. Расскажите об ударных волнах в гелиосфере.

##### **Раздел 3**

9. Какую информацию об активности в гелиосфере можно получить через наблюдения короны Солнца в линиях крайнего ультрафиолета?
10. Какую информацию о гелиосфере и явлениях в ней можно получить с помощью in situ наблюдений?
11. Какие гелиосферные явления и как проявляются в радиодиапазоне?
12. Какие косвенные методы получения информации о гелиосфере вы знаете?

##### **Раздел 4**

13. Что такое геомагнитные возмущения?
14. Какие типы геомагнитных возмущений вы знаете?
15. В чем заключаются причины геомагнитных возмущений??
16. Расскажите об известных вам методах прогноза космической погоды.

#### **Задачи для практических занятий**

1. На измерениях параметра солнечного ветра, выполненных аппаратом ACE в указанный промежуток времени, определить время наблюдения быстрого солнечного ветра. Используя интернет-ресурс [helioviewer.org](http://helioviewer.org), сделать обоснованное предположение об источнике быстрого солнечного ветра на Солнце.
2. По данным наблюдения KBM на коронографе LASCO/C3 и/или инструмента HI космического аппарата STEREO определить скорость распространения коронального выброса масс в межпланетном пространстве. Сделать вывод о возможном влиянии данного KBM на околоземное космическое пространство.
3. По наблюдениям солнечной короны в линиях крайнего ультрафиолета сделать вывод о вероятности наблюдения быстрого солнечного ветра в течении нескольких дней. Проверить правильность сделанных выводов по наблюдениям параметров солнечного ветра.

4. По наблюдениями радиовсплеска второго типа оценить скорость распространения в межпланетном пространстве ударной волны, вызвавшей данный всплеск.
5. Проверить наличие 11-летней периодичности интенсивности космических лучей, используя данные саянского спектрографического комплекса космических лучей. Дать объяснение обнаруженному явлению.
6. Для заданной солнечной вспышки проследить цепочку, связанных с ней гелиофизических явления, начиная от самой вспышки и заканчивая геомагнитными возмущениями. Представить результаты в виде устного доклада.

### Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине осуществляется по окончании дисциплины, в виде зачёта в соответствии с графиком учебного процесса. Проверка наличия конспектов по дисциплине является допуском к зачёту. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий), студент отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### Вопросы для зачета

1. Понятие гелиосферы.
2. Строение гелиосферы.
3. Внутренняя и внешняя гелиосфера
4. Солнечный ветер. Разновидности солнечного ветра.
5. Структура межпланетного магнитного поля. Гелиосферный токовый слой
6. Корональные выбросы масс (КВМ). Межпланетные КВМ.
7. Ударные волны в гелиосфере.
8. Наблюдения короны Солнца в линиях крайнего ультрафиолета.
9. In situ наблюдения гелиосферы.
10. Наблюдения гелиосферных явлений в радиодиапазоне.
11. Влияние гелиосферы на интенсивность космических лучей.
12. Геомагнитные возмущения. Магнитные бури и суббури.
13. Космическая погода. Прогноз космической погоды.
14. Расскажите об известных вам методах прогноза космической погоды.

### Оценочные средства сформированности компетенций

| Наименование компетенции                                                                                                                                                                                          | Индикаторы достижения компетенций                                                                                     | № задания к зачету (или задание) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности; | ИД 1. Способен решать исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области физики.                    | Вопросы 1-13                     |
|                                                                                                                                                                                                                   | ИД 3. Умеет использовать фундаментальные знания профессиональной деятельности для решения конкретных задач.           | Вопросы 6-13                     |
| ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые                                                                                                     | ИД 1. Демонстрирует базовые знания теоретических и экспериментальных разделов физики в области физики солнечно-земных | Вопросы 1-13                     |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                             |              |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| знания теоретических и экспериментальных разделов физики | связей                                                                                                                                                                                                                      |              |
|                                                          | ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.      | Вопросы 6-10 |
|                                                          | ИД 3. Использует современные теоретические и экспериментальные методы, включая методы обработки и анализа данных, при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей | Вопросы 6-13 |

### Критерии оценивания результатов обучения

#### Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если основной материал усвоен, студент приобрел необходимые знания и умения;
- оценка «не зачтено» - если основной материал усвоен недостаточно, студент не приобрел необходимых знаний и умений

#### Оценочные средства, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций, заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

| Результат диагностики сформированности компетенций       | Показатели                                                                                                                                | Критерии                                                                                                                                                                                    | Соответствие / несоответствие      | Зачет / экзамен |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Положительные результаты устного промежуточного контроля | подготовка к устному промежуточному контролю, знание основных тем дисциплины, указанных в Программе оценивания контролируемой компетенции | Дал грамотный и развернутый ответ на вопросы для подготовки по теоретическим вопросам курса<br>Не ответил или ответил неправильно на вопросы для подготовки по теоретическим вопросам курса | Соответствие<br><br>Несоответствие | Зачет           |
| Положительные результаты решения задач                   | Решение предложенных преподавателем задач, знание основных тем дисциплины                                                                 | Положительные результаты решения задач<br><br>Не решил или неправильно решил предложенные задачи                                                                                            | Соответствие<br><br>Несоответствие | Зачет           |
| Положительные результаты зачета                          | Подготовка к зачету и знание вопросов для зачета                                                                                          | Полностью раскрыт вопрос, даны все правильные определения<br><br>Не полностью раскрыт вопрос и (или) даны неверные определения                                                              | Соответствие<br><br>Несоответствие | Зачет           |