



Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Алексеев Максим Михайлович



Рабочая программа дисциплины

**Солнечно-земные связи**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 07.08.2014г. №937)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 ФИЗИКА

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учёным советом вуза от 20 июня 2019 г., протокол УС №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Протокол от 14 05 2019 г. № 03/10

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой д. ф.-м. н., профессор А.В. Ельников



Председатель УМС к.т.н., доцент Тараканов Д.В.

07 06 2019 г. ✓ 06/19



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью освоения дисциплины «Солнечно-земные связи» является знакомство студентов с физическими процессами на Солнце, в магнитосфере, атмосфере и ионосфере Земли, понятиями и физическими основами солнечной и геомагнитной активностями, физическими механизмами воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство и биосферу.
-----	---

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.02
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Линейная алгебра
2.1.2	Молекулярная физика
2.1.3	Экология
2.1.4	Аналитическая геометрия
2.1.5	Механика
2.1.6	Химия
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Методы геофизических исследований
2.2.2	Геофизические методы исследования скважин
2.2.3	Физика горных пород
2.2.4	Физические основы разработки месторождений нефти

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОК-6:** способностью работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия

**ОК-7:** способностью к самоорганизации и самообразованию

**ОПК-1:** способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

**ПК-1:** способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	структуру и основы дисциплины «Солнечно-земные связи», её роль в системе дисциплин естественных наук;
3.1.2	физическую сущность процессов протекающих в системе «Солнце-Земля»;
3.1.3	современные представления о влиянии различных проявлений солнечной активности на состояние околоземного космического пространства.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	выбирать наиболее эффективный алгоритм решения поставленной задачи;
3.2.2	уметь использовать навыки работы с информацией из различных источников для решения профессиональных и социальных задач;
3.2.3	проводить оценочные вычисления основных параметров магнитосферы;
3.2.4	работать в коллективе.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>

3.3.1	методами построения физических моделей реальных явлений и процессов;
3.3.2	навыками поиска необходимой информации из опубликованных источников и Интернета о физических параметрах Земли и состоянии магнитосферы;
3.3.3	методами анализа и интерпретации явлений, обусловленных наличием солнечно-земных связей.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте пакт.	Примечание
<b>Раздел 1. Физика Солнца</b>							
1.1	Солнце как звезда, светимость, вращение. Спектр электромагнитного излучения Солнца. Энергетика Солнца. Механизмы передачи энергии от центра Солнца до фотосферы. Зона лучистого равновесия и конвективная зона. Атмосфера Солнца. Фотосфера, хромосфера и корона. /Лек/	3	8	ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
1.2	Основные параметры структуры радиационных поясов и их вариации во время бурь /Лаб/	3	8	ОК-6 ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
1.3	Физика Солнца /Ср/	3	11	ОК-7 ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 2. Физика магнитосферы</b>							
2.1	Математическое описание геомагнитного поля. Магнитное поле Земли. Происхождение, структура, морфология. Методы регистрации магнитного поля Земли. Магнитосферные возмущения. Магнитные бури, суббури. Индексы геомагнитной активности. /Лек/	3	8	ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
2.2	Построение карт потоков протонов и электронов радиационных поясов /Лаб/	3	8	ОК-6 ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
2.3	/Ср/	3	11	ОК-7 ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 3. Физика ионосферы и верхней атмосферы</b>							

3.1	Основы теории образования ионосферы. Методы исследований ионосферы. Пространственно-временные изменения ионосферы. Высокоширотная ионосфера. Полярные сияния. Нерегулярные явления в ионосфере. Эффекты солнечных вспышек и магнитных бурь. Ионосферные возмущения. /Лек/	3	8	ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
3.2	Энергетические спектры электронов внешнего радиационного пояса и их вариации во время геомагнитных бурь /Лаб/	3	8	ОК-6 ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
3.3	Физика магнитосферы /Ср/	3	11	ОК-7 ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 4. Проявление солнечно-земных связей и их механизмы</b>							
4.1	Изменение орбит спутников. Влияние атмосферы на движение спутников. Влияние солнечной активности на физическое состояние атмосферы Земли. Основные виды солнечной энергии приходящей на Землю и их временные вариации. Проявление солнечной переменности в геофизических параметрах. Возможное влияние солнечной активности на погоду и климат. /Лек/	3	8	ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3	0	Устный опрос
4.2	Вспышечные явления в полярных шапках (солнечные космические лучи) /Лаб/	3	8	ОК-6 ОПК-1 ПК-1	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3	0	Отчеты по лабораторным работам
4.3	Проявление солнечно-земных связей и их механизмы /Ср/	3	11	ОК-7 ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Э1 Э2 Э3	0	Изучение теоретического материала дисциплины, подготовка к лабораторным занятиям
<b>Раздел 5.</b>							
5.1	/Контр.раб./	3	0	ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1	0	
5.2	/Зачёт/	3	0	ОК-6 ОК-7 ОПК-1 ПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Приведены в Приложении 1

### 5.2. Темы письменных работ

Приведены в Приложении 1

### 5.3. Фонд оценочных средств

Приведены в Приложении 1

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

1. Вопросы устного опроса.
2. Темы лабораторных работ.
4. Примерные задания контрольной работы.
5. Вопросы к зачету.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Богословский В. А., Хмелевский В. К.	Геофизика: учебник	Москва: Книжный дом Университет, 2015	15
Л1.2	Кузнецов В.Д.	Солнечно-земная физика	Москва: Физматлит, 2009, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59526">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59526</a>	1
Л1.3	Язев С. А., Сурдин В. Г.	Лекции о Солнечной системе	Москва: Лань, 2011, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=9462">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=9462</a>	1
Л1.4	Захаров В. С., Смирнов В. Б.	Физика Земли: Учебник	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017, <a href="http://znanium.com/go.php?id=635229">http://znanium.com/go.php?id=635229</a>	1

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Трухин В. И., Показеев К. В., Куницын В. Е.	Общая и экологическая геофизика: учебник	Москва: Физматлит, 2005, <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2348">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2348</a>	1
Л2.2	Сун В., Яскелл С., Бабкина Г. В., Соколов Д. Д.	Минимум Маундера и переменные солнечно-земные связи	Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2008, <a href="http://www.iprbookshop.ru/16573">http://www.iprbookshop.ru/16573</a>	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.3	Аманджолова Д. Б., Аптекарь Р. Л., Архангельская И. В., Архангельский А. И., Афанасьев А. Н., Афоница И. В., Богачев С. А., Богомолов А. В., Богомолов В. В., Болдырев С. И., Бугаенко О. И., Буцик Р., Галкин В. И., Глянченко А. С., Голенецкий С. В., Гонюх Д. А., Гусев А. А., Денисов Ю. И., Дмитриев П. Б., Егоров И. А., Житник И. А., Жугжда Ю. Д., Иванов Ю. С., Иванов -Холодный Г. С., Игнатъев А. П., Игнатъев С. П., Ильинский В. Н., Ишков В. Н., Кудела К., Каваносян С. С., Казачевская Т. В., Калмыков П. А., Кар	Солнечно-земная физика. Результаты экспериментов на спутнике КОРОНАС-Ф	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2009, <a href="http://www.iprbookshop.ru/33376">http://www.iprbookshop.ru/33376</a>	1
Л2.4		Солнечно-земная физика: Журнал	Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА-М", 2016, <a href="http://znanium.com/go.php?id=632644">http://znanium.com/go.php?id=632644</a>	1
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Алексеев М. М., Алексеев М. В.	Физика Земли: учебно-методическое пособие	Сургут: Издательский центр СурГУ, 2016	20
Л3.2	Губарев В.Я., Арзамасцев А.Г.	Определение плотности теплового потока солнечного излучения: учебно-методическое пособие	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014, <a href="http://www.iprbookshop.ru/55118.html">http://www.iprbookshop.ru/55118.html</a>	1
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Geophysical Exploration в каталоге ссылок Open Directory Project			
Э2	Сайт американского центра космических данных национальной службы погоды Space Environment Center			
Э3	Мировой центр данных по физике твердой Земли			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Microsoft Office			
6.3.1.2	Справочные информационные базы: «Гарант», «Консультант плюс», «Консультант-регион»			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру			
6.3.2.2	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс			

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: типовой учебной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**



**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА**  
**Приложение к рабочей программе по дисциплине**  
**Солнечно-Земные связи**

Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	03.03.02
	Физика
Направленность (специализация)	Цифровые технологии в геофизике
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Кафедра экспериментальной физики

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

**Типовые вопросы для устного опроса**

Раздел «Физика Солнца»

1. Солнце как звезда, светимость, вращение.
2. Спектр электромагнитного излучения Солнца.
3. Энергетика Солнца.
4. Механизмы передачи энергии от центра Солнца до фотосферы.
5. Зона лучистого равновесия и конвективная зона.
6. Атмосфера Солнца. Фотосфера, хромосфера и корона.

Раздел «Физика магнитосферы»

1. Математическое описание геомагнитного поля.
2. Магнитное поле Земли. Происхождение, структура, морфология.
3. Методы регистрации магнитного поля Земли.
4. Магнитосферные возмущения.
5. Магнитные бури, суббури.
6. Индексы геомагнитной активности.

Раздел «Физика ионосферы и верхней атмосферы»

1. Основы теории образования ионосферы.
2. Методы исследований ионосферы.
3. Пространственно-временные изменения ионосферы.
4. Высокоширотная ионосфера.
5. Полярные сияния.
6. Нерегулярные явления в ионосфере.
7. Эффекты солнечных вспышек и магнитных бурь.
8. Ионосферные возмущения.

Раздел «Проявление солнечно-земных связей и их механизмы»

1. Влияние солнечной активности на физическое состояние атмосферы Земли.
2. Основные виды солнечной энергии приходящей на Землю и их временные вариации.
3. Проявление солнечной переменности в геофизических параметрах.
4. Возможное влияние солнечной активности на погоду и климат.

**Темы лабораторных работ**

Лабораторная работа 1. Основные параметры структуры радиационных поясов и их вариации во время бурь

1. Для различных L-оболочек при фиксированных значениях В построить временной (по UT) ход потоков частиц (отдельно протонов и электронов) по каждому энергетическому каналу.
2. Рассортировать экспериментальные данные по спокойным и возмущённым периодам: периодам с  $K_p < 1_+$  и  $D_{st} < 20$  нТл (спокойные);  $K_p < 4_+$  и  $30 \text{ нТл} < D_{st} < 50$  нТл (слабые бури);  $K_p < 6_+$  и  $50 \text{ нТл} < D_{st} < 100$  нТл (умеренные бури);  $K_p > 6_+$  и  $D_{st} > 100$  нТл (сильные бури).
3. Построить зависимости положения максимума РП от энергии частиц (отдельно для протонов и электронов). Объяснить изменения этих зависимостей во время бурь.

4. Для каждого энергетического канала построить зависимости высокоширотных границ РП протонов и электронов от  $K_p$  и  $D_{st}$ .
5. Для различных  $L$  построить зависимости потоков частиц от магнитного местного времени (MLT), в спокойные периоды и во время бурь. Сделать это для частиц различных энергий (отдельно для протонов и электронов).

Лабораторная работа 2. Построение карт потоков протонов и электронов радиационных поясов

1. Построить двумерные карты изолиний (линий равной интенсивности) потоков частиц на данной высоте (отдельно для протонов и электронов различных энергий) для магнитно-спокойных периодов. В дипольном магнитном поле такие изолинии идут параллельно геомагнитным широтам, а в магнитных аномалиях они замыкаются в концентрические квазиокружности.
2. Сделать тоже самое для разных уровней магнитной активности.
3. Найти на картах изолиний потоков частиц Бразильскую и другие магнитные аномалии. Рассмотреть эффект «дворника» и эффекты высыпания частиц из РП.
4. Провести разделение вариаций потоков частиц на пространственные и временные и объяснить динамику РП во время бурь.

Лабораторная работа 3. Энергетические спектры электронов внешнего радиационного пояса и их вариации во время геомагнитных бурь

1. По данным различных энергетических каналов построить интегральные энергетические спектры  $J(>E)$  электронов на разных  $L$ -оболочках внешнего РП ( $3 < L < 7$ ). Спектры строятся в логарифмическом масштабе по  $J$  и  $E$  (двойной логарифмический масштаб), а также в логарифмическом масштабе по  $J$  и в линейном масштабе по  $E$  (полулогарифмический масштаб).
2. Определить, какая функция лучше описывает электронные спектры. При этом следует иметь в виду, что степенные спектры линейны в двойном логарифмическом масштабе, а экспоненциальные спектры линейны в полулогарифмическом масштабе. На разных  $L$  выделить энергетические интервалы, в которых форма спектров близка к степенной и участок спектра, на котором она близка к экспоненциальной. Найти параметры этих функций (показатель степени для степенной и среднюю энергию для экспоненциальной функции).
3. Построить зависимость от  $L$  (на  $3 < L < 7$ ) границ энергетических интервалов ( $E_b$ ), выделенных в упражнении 2. Если на  $3 < L < 6$  эти границы смещаются в сторону более высоких энергий по закону  $E_b L^3 = \text{const}$ , то мы имеем дело с адиабатическими, в противном случае – с неадиабатическими изменениями спектров.
4. Изучить широтный ход энергетических спектров электронов в фиксированных интервалах географических долгот и местного времени. Построить зависимость параметров интегральных спектров электронов от  $L$  (на  $3 < L < 7$ ).
5. Рассмотреть долготный и суточный ход энергетических спектров электронов и их параметров на разных  $L$  ( $3 < L < 7$ ).
6. Продифференцировать интегральные спектры и построить дифференциальные энергетические спектры электронов. Нанести на эти спектры синхронные показания дифференциальных электронных каналов и провести их нормировку.
7. Изучить вариации спектров во время бурь в разных интервалах широт и долгот. Выделить в этих вариациях адиабатические и неадиабатические эффекты.

Лабораторная работа 4. Вспышечные явления в полярных шапках (солнечные космические лучи)

1. Построить временной ход потоков протонов СКЛ при различных энергетических порогах (от 2 до 60 МэВ) для высокоширотных ( $\lambda > 65^\circ$ ,  $L > 6$ ) участков орбиты ИСЗ.
2. Рассмотреть вариации этого хода во время геомагнитных бурь и солнечных вспышек.
3. Построить зависимости потоков протонов от  $K_p$  и  $D_{st}$  на разных широтах и для различных пороговых энергий частиц.
4. Рассмотреть эффекты заполнения полярных шапок и внешних областей геомагнитной ловушки частицами СКЛ.
5. Установить низкоширотные границы области, в которой наблюдаются значительные повышения потоков протонов СКЛ.
6. Построить зависимость этих границ от пороговой энергии частиц при разных уровнях  $K_p$  и  $D_{st}$ .
7. Построить интегральные и дифференциальные спектры протонов. Аппроксимировать спектры степенной функцией. Рассмотреть, как изменяются показатели степени на разных широтах во время событий заполнения полярных шапок частицами СКЛ.
8. Связать вариации низкоширотных границ области проникновения СКЛ в полярные шапки с возможными изменениями конфигурации магнитосферы и внешней части ловушки во время бурь.
9. Рассмотреть, в каких особенностях вариаций потоков и спектров СКЛ проявляются процессы проникновения и захвата частиц геомагнитной ловушкой. Оценить устойчивость такого захвата.

#### **Типовые варианты заданий для контрольной работы:**

1. Вычислить раствор конуса потерь частиц кольцевого тока на экваторе, считая, что теряются только те частицы, которые достигают ионосферы.
2. Вычислить период дрейфового оборота вокруг Земли частицы с энергией 50 кэВ, находящейся на орбите радиусом  $5 R_E$  в экваториальной плоскости.
3. Вычислить кинетическую энергию кольцевого тока, создающего вариацию  $D_{st} = 10\gamma$
4. Определить число Вольфа по предложенному снимку фотосферы Солнца.
5. Вычислите угловой  $\mu'$  и линейный  $\mu$  масштабы фотографии Солнца приняв  $d' = 32'$ ,  $d = 696 \cdot 10^3$  км.
6. Радиотелескоп диаметром около полукилометра работает в диапазоне сантиметровых волн водородного спектра (21 см). Оценить его разрешающую способность. Сравнить ее с разрешающей способностью оптического телескопа с трехметровым зеркалом.
7. Максимум энергии излучения солнца приходится на длину волны 470 нм. Считая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, определить температуру фотосферы.
8. Излучение Солнца по своему спектральному составу близко к абсолютно черному телу, для которого максимум спектральной испускательной способности приходится на длину волны 0,48 мкм. Оценить температуру поверхности Земли, считая, что поглощательные способности Солнца и Земли равны единице и что Земля находится в состоянии теплового равновесия.
9. В теории магнетизма пользуются понятием магнитного диполя, т.е. двух равных, близко расположенных фиктивных магнитных масс противоположного знака  $-m$  и  $+m$ . Определить магнитный потенциал в точке с координатами  $P(r, \theta)$ , предполагая, что диполь расположен вдоль полярной оси координат, а расстояние между магнитными массами равно  $l$ .

10. Определить первые коэффициенты Гаусса  $g_1^0$ ,  $g_1^1$  и  $h_1^1$  геомагнитного потенциала, если точные координаты магнитного полюса равны  $78,8^\circ$  с.ш. и  $70,9^\circ$  з.д.

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине**

Задание для показателя оценивания дескриптора «Знает»	Вид задания
<p>Типовые вопросы к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общие сведения и строение Солнца: ядро, радиативная и конвективная зоны.</li> <li>2. Солнечная атмосфера: фотосфера, хромосфера и корона.</li> <li>3. Солнечный спектр: рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, видимый свет, инфракрасное излучение. Солнечная постоянная.</li> <li>4. Радиоизлучение Солнца. Понятие медленно меняющаяся и спорадической компонент радиоизлучения.</li> <li>5. Спорадическое радиоизлучение Солнца и его основные типы.</li> <li>6. Солнечные пятна и их магнитные поля. Обнаружение магнитных полей на Солнце и эффект Зеемана.</li> <li>7. Физическая природа солнечных пятен. Активные области на Солнце.</li> <li>8. Солнечные вспышки, их энергетика и классификация.</li> <li>9. Физический механизм солнечной вспышки.</li> <li>10. Понятие солнечной активности, ее основные квазипериоды. Индексы солнечной активности.</li> <li>11. Солнечный ветер, его открытие и основные характеристики.</li> <li>12. Динамическая модели солнечного ветра (модели Паркера).</li> <li>13. Межпланетное магнитное поле.</li> <li>14. Уравнение сохранения импульса для верхней атмосферы. Тепловой ветер на высотах мезосферы.</li> <li>15. Увлечение ионосферной плазмы термосферными ветрами, ионное трение.</li> <li>16. Дрейфы в ионосферной плазме.</li> <li>17. Явление „полной тени” в верхней атмосфере Земли и главный ионосферный провал.</li> <li>18. Рентгеновское и ультрафиолетовое излучения как основной фактор солнечного воздействия на околоземную среду.</li> <li>19. Солнечный ветер с вмороженным магнитным полем как основной фактор солнечного воздействия на околоземную среду.</li> <li>20. Высокэнергичные электроны и протоны как основной фактор солнечного воздействия на околоземную среду.</li> <li>21. Свечение верхней атмосферы. Полярные сияния.</li> <li>22. Радиосияния. Авроральное поглощение радиоволн.</li> <li>23. Ионосферные бури, их связь с магнитными бурями.</li> <li>24. Проявление вспыхивающей активности на высотах</li> </ol>	<p>теоретический</p>

<p>верхней атмосферы и ионосферы.</p> <p>25. Электромагнитный механизм солнечно-земных связей в биосфере.</p> <p>26. Околоземный глобальный резонатор Альвена.</p> <p>27. Околоземный глобальный резонатор Шумана.</p>	
--	--

Задание для показателя оценивания дескриптора «Умеет», «Владеет»	Вид задания
<p>Типовые практические задания к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывод основных формул дипольного магнитного поля.</li> <li>2. Вывод и решение уравнения для формы магнитосферы.</li> <li>3. Равновесие сил газокINETического, магнитного давлений и натяжения силовых линий в хвосте магнитосферы.</li> <li>4. Вывод и решение уравнения для линий тока магнитосферной конвекции с учетом поля утро-вечер и поля коротации.</li> <li>5. Вывод и решение уравнения движения высокоэнергетических частиц с учетом электрического и магнитного дрейфов.</li> <li>6. По данным о потоках построить интегральные энергетические спектры <math>J(&gt;E)</math> протонов на разных L-оболочках внутреннего РП (<math>1.2 &lt; L &lt; 2.5</math>). Спектры строятся в логарифмическом масштабе по J и E и аппроксимируются степенной функцией.</li> <li>7. Построить зависимость от L (на <math>1.2 &lt; L &lt; 2.5</math>) показателя степени интегральных энергетических спектров протонов.</li> <li>8. Изучить широтный ход энергетических спектров протонов в фиксированных интервалах долгот и местного времени. Построить зависимость параметров спектров от L.</li> <li>9. Рассмотреть долготный и суточный ход энергетических спектров протонов и их параметров на разных L (<math>1.2 &lt; L &lt; 2.5</math>).</li> <li>10. Продифференцировать интегральные спектры и построить дифференциальные энергетические спектры протонов. Нанести на эти спектры синхронные показания дифференциальных протонных каналов и провести их нормировку.</li> <li>11. Изучить вариации спектров протонов во время бурь в разных интервалах широт и долгот. Выделить в этих вариациях адиабатические и неадиабатические эффекты.</li> </ol>	<p>практический</p>

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, описание шкал оценивания**

**Этап: проведение текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Схема оценивания правильности ответов на устный опрос:

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Устный опрос	ОПК-1, ПК-1	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.	Аттестован
		Обнаружены пробелы в знаниях основного материала по теме опроса.	Не аттестован

Схема оценивания правильности выполнения лабораторных работ:

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Лабораторная работа	ОК-6; ОПК-1, ПК-1	Выполнены и получены правильные ответы на все задания работы. Корректно и развернуто оформлены решения и результаты работы.	Зачтено
		В решении заданий демонстрируется фрагментарный, разрозненный характер знаний материала, допускаются грубые ошибки в формулировках основных понятий и неспособность использовать полученные знания при решении поставленных задач.	Не зачтено

Схема оценивания правильности выполнения контрольной работы:

Тип задания	Проверяемые компетенции	Критерии оценки	Оценка
Контрольная работа	ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Получен правильный ответ и приводится верное аналитическое решение на одну из предлагаемых задач.	Аттестован
		Ни одна из предложенных задач не решена верно.	Не аттестован

**Этап: проведение промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)**

К зачету допускаются обучающиеся, успешно прошедшие все формы текущего контроля, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Общая оценка выставляется по следующей схеме оценивания:

Задания на зачете	Проверяемые компетенции	Оценка
		Зачтено (Ответы на поставленные вопросы в

Ответ на вопрос билета	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	билете излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.)
		Не зачтено (Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний.)
Решение задачи билета	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Зачтено (Получен правильный ответ и приводится верное аналитическое решение.)
		Не зачтено (Задача решена неверно.)
Защита отчета одного из лабораторных заданий	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Зачтено (Студент демонстрирует понимание рассматриваемой проблемы, эрудицию, аналитические способности. Задания выполнены полностью и верно.)
		Не зачтено (Студент демонстрирует фрагментарный, разрозненный характер знаний материала, допускает грубые ошибки и не способен использовать полученные знания при решении практических задач.)
Общая оценка	ОК-6, ОК-7, ОПК-1, ПК-1	Зачтено (Оценка «зачтено» по всем задания билета.)
		Не зачтено (Оценка «не зачтено» по одному из заданий билета.)