



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

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

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): Б1.В.ДВ.2.2 Физика ближнего космоса

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Тип образовательной программы: академический бакалавриат

Направленность (профиль): «Фундаментальная физика»

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

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

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

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

Иркутск 2017 г.

## Содержание

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля)</b> .....	3
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:</b> .....	3
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):</b> .....	3
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы</b> .....	4
<b>5. Содержание дисциплины (модуля)</b> .....	5
5.1. <i>Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)</i> .....	5
5.2. <i>Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)</i> .....	7
5.3. <i>Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий</i> .....	7
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ</b> .....	8
6.1. <i>План самостоятельной работы студентов</i> .....	9
6.2. <i>Методические указания по организации самостоятельной работы студентов</i> .....	10
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)</b> .....	10
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	11
а) <i>основная литература</i> .....	11
б) <i>дополнительная литература</i> .....	11
в) <i>программное обеспечение</i> .....	12
г) <i>базы данных, информационно-справочные и поисковые системы</i> .....	12
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):</b> .....	12
<b>10. Образовательные технологии:</b> .....	12
<b>11. Оценочные средства (ОС):</b> .....	13
 <b>ПРИЛОЖЕНИЕ: Фонд оценочных средств</b> .....	 17

### 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 03.03.02 Физика, по профилю подготовки «Фундаментальная физика» предназначена для обеспечения курса «Физика ближнего космоса», изучаемого студентами в течение седьмого семестра.

Основная *цель* курса – дать студентам основные представления о плазме ближнего космоса, ее свойствах и методах ее изучения.

Для достижения данной цели поставлены *задачи*:

- изучить основные понятия физики околоземной (магнитосферной) плазмы;
- познакомиться с основными методами исследований, применяемыми в физике околоземной (магнитосферной) плазмы.

### 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:

Дисциплина «Физика ближнего космоса» является профильной дисциплиной базовой части Профессионального цикла программы по направлению 03.03.02 Физика, и изучается студентами в 7-м семестре после освоения базовых дисциплин и физики плазмы.

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

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

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

В результате изучения дисциплины курса «Физика ближнего космоса» студент должен:

#### *Знать:*

- свойства геомагнитного поля;
- основные свойства плазмы солнечного ветра;
- механизмы пересоединения в лобовой области магнитосферы;
- структуру магнитного поля магнитосферы;
- свойства магнитосферной плазмы;
- механизмы и свойства конвекции плазмы;
- механизмы нагрева и ускорения частиц в магнитосферной плазме;

- строение и свойства кольцевого тока;
- глобальную систему электрических токов в магнитосферной плазме;
- свойства продольных токов;
- процессы взаимодействия магнитосферной и ионосферной плазмы;

**Уметь:**

- применять полученные знания для интерпретации физических процессов в космической плазме;
- пользоваться основными формулами физики космической плазмы.

**Владеть, иметь представление**

- о структуре магнитосферы;
- о процессах, происходящих в магнитосфере
- о наземных и космических методах экспериментального исследования околоземной плазмы.

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

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		7			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	84/2.33	84			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18/0.5	18			
Практические занятия (ПЗ)	54/1.5	54			
КСР	12/0.33	12			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	69/1.92	69			
В том числе:	-	-	-	-	-
Реферат (при наличии)					
Решение задач	66/1.83	66			
Подготовка к зачету	3/0.08	3			
<b>Контактная работа (всего)</b>	90/2.53	90,9			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	27/0.75	27			
Общая трудоемкость	часы	180	180		
	зачетные единицы	5	5		

## **5. Содержание дисциплины (модуля)**

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

#### **1. ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ**

- 1.1. Механизм динамо в земном ядре.*
- 1.2. Геомагнитное поле в дипольном приближении.*
- 1.3. Сферический гармонический анализ геомагнитного поля.*

#### **2. СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР**

- 2.1. Физический механизм истечения солнечного ветра.*
- 2.2. Свойства солнечного ветра.*
- 2.3. Межпланетное магнитное поле.*

#### **3. ГЕОМАГНИТНАЯ ПОЛОСТЬ В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ**

- 3.1. Следствие теоремы вмороженности для процесса натекания солнечного ветра на магнитосферу.*
- 3.2. Граница плазма – магнитное поле.*
- 3.3. Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная форма.*
- 3.4. Механическое равновесие хвоста магнитосферы и плазменный слой.*

#### **4. УДАРНАЯ ВОЛНА И ПЕРЕХОДНОЙ СЛОЙ**

- 4.1. Ударные волны в газе и плазме.*
- 4.2. Ударная волна в солнечном ветре, отошедшая от магнитосферы.*
- 4.3. Свойства плазмы и магнитного поля в переходном слое.*

#### **5. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И КОНВЕКЦИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТОСФЕРЕ**

- 5.1. Пересоединение магнитного поля в лобовой области при южном ММП.*
- 5.2. Пересоединение при произвольном направлении ММП.*
- 5.3. Квазивязкое взаимодействие.*
- 5.4. Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.*
- 5.5. Коротация плазмосферы и ее форма.*

#### **6. УСКОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕННОМ СЛОЕ**

- 6.1. Конвекция плазмы в плазменном слое и ее нагрев.*
- 6.2. Расчет мощности нагрева и максимальной энергии частиц.*
- 6.3. Влияние электрического и магнитного дрейфа на движение высокоэнергичных частиц.*

#### **7. КОЛЬЦЕВОЙ ТОК**

- 7.1. Ближняя часть плазменного слоя – кольцевой ток.*
- 7.2. Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.*

7.3. *Ионосферные ионы в кольцевом токе.*

7.4. *Механизмы потерь частиц кольцевого тока.*

7.5. *Магнитное поле кольцевого тока. Формула Паркера – Десслера.*

7.6.  *$D_{st}$  - вариации.*

7.7. *Радиационные пояса.*

## 8. ПРОДОЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТОКИ

8.1. *Возникновение электрического поля в магнитной ловушке.*

8.2. *Продольные электрические поля в магнитосфере.*

8.3. *Продольные токи зон 1 и 2.*

8.4. *Двойной электрический слой и ускорение частиц.*

## 9. ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ

9.1. *Морфология сияний. Авроральный овал.*

9.2. *Механизмы свечения в полярных сияниях.*

9.3. *Диффузные сияния и красные дуги.*

9.4. *Авроральные спокойные дуги.*

## 10. МАГНИТОСФЕРНАЯ СУББУРЯ

10.1. *Усиление конвекции и подготовительная фаза суббури.*

10.2. *Физический механизм пересоединения в хвосте магнитосферы.*

10.3. *Картина суббурового взрыва в магнитосфере. Микросуббури.*

10.4. *Система электрических токов суббури.*

10.5. *Суббурия в полярных сияниях.*

10.4. *Вариации магнитного поля.*

10.5. *Восстановительная фаза суббури.*

10.6. *Реакция магнитосферы на солнечную вспышку.*

10.7. *Космическая погода.*

## 11. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТОСФЕРЫ

11.1. *Глобальная наземная магнитометрическая система ИНТЕРМАГНЕТ.*

11.2. *Локальные магнитометрические сети высокого разрешения.*

11.3. *Радары некогерентного рассеяния.*

11.4. *Методы исследования полярных сияний.*

11.5. *Космические аппараты.*

11.6. *Миссии CLUSTER и THEMIS.*

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

Дисциплина преподаётся на четвертом курсе обучения бакалавров, обеспечиваемых (последующих) дисциплин не имеется.

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

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ	Геомагнитное поле	1	2			6	9
2.	СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР	Солнечный ветер	1	2			6	9
3.	ГЕОМАГНИТНАЯ ПОЛОСТЬ В СОЛНЕЧНОМ ВЕТРЕ	Геомагнитная полость в солнечном ветре	2	4			6	12
4.	УДАРНАЯ ВОЛНА И ПЕРЕХОДНОЙ СЛОЙ	Ударная волна и переходной слой	2	2			6	10
5.	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И КОНВЕКЦИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТОСФЕРЕ	Электрическое поле и конвекция плазмы в магнитосфере	2	12			6	20
6.	УСКОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕННОМ СЛОЕ	Ускорение частиц в плазменном слое	2	8			4	14

7.	КОЛЬЦЕВОЙ ТОК	Кольцевой ток	2	4			6	12
8.	ПРОДОЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТОКИ	Продольные электрические токи	2	4			8	14
9.	ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ	Полярные сияния	2	8			8	18
10.	МАГНИТОСФЕРНАЯ СУББУРЯ	Магнитосферная суббуря	2	8			10	20
11	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТОСФЕРЫ	Экспериментальные методы исследования магнитосферы	2	8			10	20

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

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1.2. Геомагнитное поле в дипольном приближении.	1. Вывод основных формул дипольного магнитного поля.	8	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	ПК1 ОПК3
2.	3.3. Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная форма. 3.4. Механическое равновесие хвоста магнитосферы и плазменный слой.	1. Вывод и решение уравнения для формы магнитосферы. 2. Равновесие сил газокINETического, магнитного давлений и натяжения силовых линий в хвосте магнитосферы.	10	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	
3.	5.4. Электрическое поле утро-вечер и глобаль-	1. Вывод и решение уравнения для линий тока магнитосферной конвекции с учетом	16	Решение задач, контрольная работа, уст-	



	ная картина конвекции. 5.5. Коротация плазмосферы и ее форма.	поля утро-вечер и поля коротации.		ный опрос	
4.	7.2. Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.	1. Вывод и решение уравнения движения высокоэнергичных частиц с учетом электрического и магнитного дрейфов.	12	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	
5.	11.1. Глобальная наземная магнитометрическая система ИНТЕР-МАГНЕТ.	1. Методы обработки и анализа магнитограмм.	8	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	

### 6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Геомагнитное поле в дипольном приближении.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[1]	10
2.	Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная форма.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[1,2]	8
3.	Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[2]	12
4.	Коротация плазмосферы и ее форма.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[2]	12
5.	Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.	- самостоятельное решение задач; - решение домашней задачи; - подготовка к контрольной ра	Решить все задачи	[1,2]	16

		боте			
6.	Все темы	-ответы на контрольные вопросы;	Вопросы для текущего контроля (прилагаются)	Вся рекомендуемая литература	8
7.	Подготовка к зачету				3

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

Теоретические знания студенты получают и закрепляют на практических занятиях, а также при самостоятельном изучении курса по литературным источникам. Полученные знания закрепляются при выполнении контрольной работы

При выполнении контрольной работы обращается особое внимание на выработку у студентов умения пользоваться научно-технической литературой, грамотно выполнять и оформлять документацию.

Решение задач представляет собой главный вид самостоятельной работы студентов. Она включает обработку конспектов с разобранными преподавателем задачами путем систематизации материала, заполнения пропущенных мест, уточнения схем и выделения главных алгоритмов решения однотипных задач. Для этого используются имеющиеся учебно-методические материалы и другая рекомендованная литература.

В конце каждого занятия за самостоятельно решенные задачи выставляются баллы, кроме того проводится разбор типовых ошибок при решении.

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

Рефераты не предусмотрены.

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

### а) основная литература

- 1) Мурзин, В. С. Астрофизика космических лучей [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. С. Мурзин. - Москва : Логос, 2007. - 487 с. ; нет. - (Классический университетский учебник). - Режим доступа: ЭБС "Рукопт". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-98704-171-6
- 2) Синеговский, С. И. Космические нейтрино высоких энергий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С. И. Синеговский. - ЭВК. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2009. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - Неогранич. доступ.

### б) дополнительная литература

- 1) Солнечно-земная физика [Текст] : сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики; ред. Г. А. Жеребцов. - Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1963. - Вып. 24 (137). - 2013. - 88 с. - (1 экз).
- 2) Солнечно-земная физика [Текст] : сб. науч. тр. / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики; ред. Г. А. Жеребцов. - Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1963. - 29 см. Вып. 25 (138). - 2014. - 56 с. - (1 экз).
- 3) Солнечно-земная физика [Текст] : науч. журнал / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики; ред. Г. А. Жеребцов. - М. : Инфра-М, 2014. - 29 см. Т. 1, № 1. - 2015. - 121 с. - (1 экз).
- 4) Солнечно-земная физика : сб. науч. тр./ Рос. акад. наук, Сибирское отд-ние, Ин-т солн.-зем. физики; [ред. Г. А. Жеребцов]. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. - Вып. 17 (130): Статьи подготовлены на основе докладов, представленных на Всероссийской конференции "Солнечно-земная физика", посвященной 50-летию создания ИСЗФ СО РАН. Иркутск, 28 июня - 1 июля 2010 г.. - 2011. - 192 с. - (1 экз).
- 5) Малов, И.Ф. Механизмы космического излучения [Текст] : учеб. пособие / И. Ф. Малов ; Пушчинский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Физ. ин-т им. П. Н. Лебедева, Астрокосм. центр, Пушчинская радиоастроном. обсерватория. - М. : Либроком, 2010. - 158 с. ; 22 см. - Библиогр.: с. 143. - ISBN 978-5-397-01333-8. - (1 экз).
- 6) Комплексная и пылевая плазма. Из лаборатории в космос [Текст] : пер. с англ. / ред.: В. Е. Фортов, Г. Е. Морфилл. - М. : Физматлит, 2012. - 443 с. : ил., цв. ил. ; 24 см. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 439-443. - Пер. изд. : Complex and Dusty Plasmas. From Laboratory to Space. - Boca, 2010. - ISBN 978-5-9221-1432-5. - (1 экз).

*сверено с ЭБС ИГУ*

*в) программное обеспечение*

минимальный набор программ, необходимый для демонстрации презентаций, стандартные средства Windows для доступа в Интернет и чтения электронных версий статей и монографий.

*г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы*

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- В системе образовательного портала ИГУ (<http://educa.isu.ru/>) размещены методические материалы и задания по дисциплине Б1.В.ДВ.1.1 «Физика ближнего космоса».
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- ЭЧЗ «БИБЛИОТЕХ» <HTTPS://ISU.BIBLIOTECH.RU/>
- ЭБС «ЛАНЬ» <HTTP://E.LANBOOK.COM/>
- ЭБС «РУКОНТ» <HTTP://RUCONT.RU>
- ЭБС «АЙБУКС» <HTTP://IBOOKS.RU>
- Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):**

Для проведения практических занятий в качестве демонстрационного оборудования используется меловая доска. Наглядность обеспечивается путем изображения схем, диаграмм и формул с помощью мела. Использование глобальной компьютерной сети позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов и реализовать самостоятельную работу студентов, в ходе которой они могут вычитывать научные статьи по темам курса. На лекциях могут использоваться мультимедийные средства: проектор (CASIO XJ-A241), переносной экран (Classic Solution, T195x195/1MW-LU/B), ноутбук Lenovo B590. На факультете имеется компьютеризированная аудитория, предназначенная для самостоятельной работы.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в области физики ближнего космоса.

**10. Образовательные технологии:**

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение необходимой информации, и ее использование при решении практических задач;
- **практические занятия**, направленные на активизацию познавательной деятельности

студентов и приобретения ими навыков решения практических и проблемных задач;

- **консультации** – еженедельно для всех желающих студентов;
- **самостоятельная внеаудиторная работа** направлена на приобретение навыков самостоятельного решения задач по дисциплине;
- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях в виде самостоятельных работ

## 11. Оценочные средства (ОС):

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

### 11.1. Оценочные средства для входного контроля

Для изучения данного курса студент должен знать основы физики и информатики, уметь пользоваться стандартными поисковыми сервисами сети Интернет. Входной контроль знаний не проводится.

### 11.2. Оценочные средства текущего контроля

Данная дисциплина обеспечивает главным образом формирование профессиональных компетенций (указаны выше) будущих выпускников.

### Пример практического задания

#### ***ЗАДАНИЕ 1 Кольцевой ток и его магнитное поле***

##### **УСТНО:**

1. Движение заряженных частиц в дипольном поле.
2. Механизмы потерь частиц кольцевого тока.
3. Динамика кольцевого тока в течение суббури.

##### **ПИСЬМЕННО:**

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  $D_{st} = 100 \gamma$ .

### Примерный список устных вопросов:

1. Геометрия дипольного магнитного поля.
2. Вековые вариации геомагнитного поля.
3. Параметры солнечного ветра и ММП на орбите Земли.
4. Равновесие динамического давления солнечного ветра и давления магнитного поля магнитосферы на магнитопаузе.
5. Поперечный ток хвоста магнитосферы.
6. Движение частиц в магнитном поле. Магнитный момент частицы, гирочастота и ларморовский радиус.
7. Основные положения теории Спрайтера обтекания магнитосферы.
8. Модель Данжи конвекции плазмы.

9. Электрическое поле в магнитосфере при восточном ММП.
10. Модель конвекции Аксфорда и Хайнса.
11. Дрейф и ускорение частиц плазменного слоя.
12. Движение высокоэнергичных частиц в земной магнитной ловушке.
13. Питч-угловая диффузия и высыпания частиц кольцевого тока.
14. Геокорона горячих нейтральных атомов.
15. Экваториальная депрессия геомагнитного поля.
16. Причина возникновения продольного электрического поля.
17. Торможение высокоэнергичных частиц в атмосфере.
18. Авроральный овал – проекция плазменного слоя.
19. Подготовительная, взрывная и восстановительная фазы суббури.
20. Суббуревая динамика полярных сияний.
21. Суббуревая токовая система и вариации геомагнитного поля.
22. Геомагнитные пульсации.
23. Влияние суббурь на спутниковые системы.
24. Наземные магнитометрические сети.
25. Методы исследования магнитосферы космическими аппаратами.
26. Результаты миссий CLUSTER и THEMIS.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств (ФОС) представлен в приложении.

#### Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Контрольная работа	Геомагнитное поле в дипольном приближении.	ОПК-3
2.	Контрольная работа	Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная форма.	ОПК-3, ПК-1
3.	Контрольная работа	Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.	ОПК-3, ПК-1
	Контрольная работа	Коротация плазмосферы и ее форма.	ОПК-3, ПК-1
	Контрольная работа	Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.	ОПК-3, ПК-1
4.	Зачет	Все разделы	ОПК-3, ПК-1

#### Критерии оценок знаний итогового контроля бакалавров

Оценка степени сформированности компетенций будущего выпускника основывается конкретностью и полнотой ответов бакалавра при выполнении заданий и упражнений итогового контроля знаний. Дополнительные вопросы и их число определяется необходимостью объективной оценкой уровня освоения бакалавром изучаемой дисциплины.

##### Примерный список вопросов к зачёту:

- 1) Механизм динамо в земном ядре.
- 2) Геомагнитное поле в дипольном приближении.

- 3) Сферический гармонический анализ геомагнитного поля.
- 4) Физический механизм истечения солнечного ветра.
- 5) Свойства солнечного ветра. Межпланетное магнитное поле.
- 6) Следствие теоремы вмороженности для процесса натекания солнечного ветра на магнитосферу. Граница плазма – магнитное поле.
- 7) Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная форма.
- 8) Механическое равновесие хвоста магнитосферы и плазменный слой.
- 9) Ударные волны в газе и плазме. Ударная волна в солнечном ветре, отошедшая от магнитосферы.
- 10) Свойства плазмы и магнитного поля в переходном слое.
- 11) Пересоединение магнитного поля в лобовой области при южном ММП. Пересоединение при произвольном направлении ММП.
- 12) Квазивязкое взаимодействие.
- 13) Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.
- 14) Коротация плазмосферы и ее форма.
- 15) Конвекция плазмы в плазменном слое и ее нагрев. Расчет мощности нагрева и максимальной энергии частиц.
- 16) Влияние электрического и магнитного дрейфа на движение высокоэнергичных частиц.
- 17) Ближняя часть плазменного слоя – кольцевой ток. Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.
- 18) Ионосферные ионы в кольцевом токе.
- 19) Механизмы потерь частиц кольцевого тока.
- 20) Магнитное поле кольцевого тока. Формула Паркера – Десслера.  $D_{st}$  - вариации.
- 21) Радиационные пояса.
- 22) Возникновение электрического поля в магнитной ловушке. Продольные электрические поля в магнитосфере.
- 23) Продольные токи зон 1 и 2.
- 24) Двойной электрический слой и ускорение частиц.
- 25) Морфология сияний. Авроральный овал.
- 26) Механизмы свечения в полярных сияниях.
- 27) Диффузные сияния и красные дуги. Авроральные спокойные дуги.
- 28) Усиление конвекции и подготовительная фаза суббури.
- 29) Физический механизм пересоединения в хвосте магнитосферы.

- 30) Картина суббуревого взрыва в магнитосфере. Микросуббури.
- 31) Система электрических токов суббури.
- 32) Суббурия в полярных сияниях.
- 33) Вариации магнитного поля.
- 34) Восстановительная фаза суббури.
- 35) Реакция магнитосферы на солнечную вспышку.
- 36) Космическая погода.
- 37) Глобальная наземная магнитометрическая система ИНТЕРМАГНЕТ. Локальные магнитометрические сети высокого разрешения.
- 38) Радары некогерентного рассеяния.
- 39) Методы исследования полярных сияний.
- 40) Космические аппараты. Миссии CLUSTER и THEMIS.

**Разработчик:**

Климушкин Д.Ю.

доцент, к.ф.-м.н.

Д.Ю., Климушкин

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

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

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