



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФГБОУ ВО «ИГУ»

**Кафедра общей и космической физики**



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан физического факультета

/Н.М. Буднев

“ 17 ” марта 2026 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Наименование дисциплины (модуля):** Б1.В.ДВ.05.02 Физика ближнего космоса

**Направление подготовки:** 03.03.02 Физика

**Направленность (профиль) подготовки:** Фундаментальная физика и физика Космоса

**Квалификация выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Согласовано с УМК:

физического факультета

Протокол № 53 от «17» марта 2026 г.

**Председатель:** д.ф.-м.н., профессор

Н.М. Буднев

**Рекомендовано кафедрой:**

общей и космической физики

**Протокол №** 8

от «16» марта 2026 г.

**Зав.кафедрой** д.ф.-м.н., профессор

Паперный В.Л.

**Иркутск 2026 г.**

## Содержание

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

## I. 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 и физика Космоса» 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.

## II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физика ближнего космоса» является профильной дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 03.03.02 Физика, и изучается студентами в 7-м семестре после освоения базовых дисциплин и физики плазмы.

## III. Требования к результатам освоения дисциплины

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:

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

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

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

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1	ИДК ПК.1.1 Способен проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, используя специализированные знания в области физики и астрофизики	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• свойства геомагнитного поля;</li> <li>• основные свойства плазмы солнечного ветра;</li> <li>• механизмы пересоединения в лобовой области магнитосферы;</li> <li>• структуру магнитного поля магнитосферы;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• свойства магнитосферной плазмы;</li> <li>• механизмы и свойства конвекции плазмы;</li> <li>• механизмы нагрева и ускорения частиц в магнитосферной плазме;</li> <li>• строение и свойства кольцевого тока;</li> <li>• глобальную систему электрических токов в магнитосферной плазме;</li> <li>• свойства продольных токов;</li> <li>• процессы взаимодействия магнитосферной и ионосферной плазмы;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• применять полученные знания для интерпретации физических процессов в космической плазме;</li> <li>• пользоваться основными формулами физики космической плазмы.</li> </ul> <p><b>Владеет и имеет представление:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• о структуре магнитосферы;</li> <li>• о процессах, происходящих в магнитосфере</li> <li>• о наземных и космических методах экспериментального исследования околоземной плазмы.</li> </ul>
--	--	---

#### IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 77 часов контактной работы.

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

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

Форма промежуточной аттестации: зачёт с оценкой.

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

№ п/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Формы текущего кон- троля успеваемости; Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятель- ная работа	
					Лекции	Семинарские/ практические/ лабораторные занятия	Кон- сульта- ции		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>	Раздел 1. ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ	7	15,1	4	6	6	0,1	3	Самостоятельное решение задач по данной теме
<b>2</b>	Раздел 2. СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР	7	16,1	4	6	6	0,1	4	
<b>3</b>	Раздел 3. ГЕОМАГНИТНАЯ ПОЛОСТЬ В СОЛНЕЧ- НОМ ВЕТРЕ	7	12,1	6	4	4	0,1	4	
<b>4</b>	Раздел 4. УДАРНАЯ ВОЛНА И ПЕРЕХОДНОЙ СЛОЙ.	7	12,2	6	4	4	0,2	4	
	Раздел 5. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И КОНВЕКЦИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТОСФЕРЕ	7	12,2	10	4	4	0,2	4	
	Раздел 6. УСКОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕННОМ СЛОЕ	7	18,2	8	6	6	0,2	6	
	Раздел 7. КОЛЬЦЕВОЙ ТОК	7	14,1	6	4	4	0,1	6	
	Контроль		<b>8</b>						Зачёт
	Зачёт								
	<b>Итого часов</b>		<b>108</b>	<b>24</b>	34	34	1	31	

#### 4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное сред-ство	Учебно-методическое обеспечение СР
		Вид самостоятельной работы	Сроки выпол-нения	Трудоемкость (час.)		
6	Все темы	- изучение теоретической части практических заданий; - самостоятельное решение задач по текущей теме	В течение все-го семестра	28	Решение задач	Вся рекомендуемая литература
6	ВСЕ ТЕМЫ	Подготовка к зачету	К концу се-местра	3	Опрос	
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				31		

### 4.3. Содержание учебного материала

Содержание разделов и тем дисциплины

#### 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.*

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

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	1.2. Геомагнитное поле в дипольном приближении.	1. Вывод основных формул дипольного магнитного поля.	6	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	ПК1
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 газодинамического, магнитного давлений и натяжения силовых линий в хвосте магнитосферы.	4	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	
3.	5.4. Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции. 5.5. Коротация плазмосферы и ее форма.	1. Вывод и решение уравнения для линий тока магнитосферной конвекции с учетом поля утро-вечер и поля коротации.	8	Решение задач, контрольная работа, устный 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.	8	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	
5.	11.1. Глобальная наземная магнитометрическая система ИНТЕРМАГНЕТ.	1. Методы обработки и анализа магнитограмм.	8	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	

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

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	ИДК
1.	Геомагнитное поле в дипольном приближении.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[1]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
2.	Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[1,2]	<i>ИДК ПК.1.1</i>

	форма.				
3.	Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[2]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
4.	Коротация плазмосферы и ее форма.	самостоятельное решение задач	Решить задачу	[2]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
5.	Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.	- самостоятельное решение задач; - решение домашней задачи; - подготовка к контрольной работе	Решить все задачи	[1,2]	<i>ИДК ПК.1.1</i>
6.	Все темы	-ответы на контрольные вопросы;	Вопросы для текущего контроля (прилагаются)	Вся рекомендуемая литература	<i>ИДК ПК.1.1</i>
7.	Текущие консультации				
8.	Подготовка к зачету				

#### 4.4. 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.

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

Рефераты и курсовые не предусмотрены.

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

*дополнительная литература*

- 1) Рожанский, В. А. Теория плазмы [Электронный ресурс] / В. А. Рожанский. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Лань, 2012. - 320 с. - ЭБС "Лань". - неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-1233-4.

б) *периодические издания*

- нет.

в) *список авторских методических разработок*

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

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

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU, более 10 полнотекстовых версий научных журналов по тематике курса
- Информационная система доступа к российским физическим журналам и обзорам ВИНТИ (<http://www.viniti.ru>)
- 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>)

## **VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

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

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 походы и исследования в области физики ближнего космоса.

### **6.2. Программное обеспечение:**

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

### **6.3. Технические и электронные средства:**

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

## **VII. 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

## **VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **8.1.1. Оценочные средства для входного контроля**

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

### **8.1.2. Оценочные средства текущего контроля**

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 растрор 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.

### 8.1.3. 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.	ПК-1
2.	Контрольная работа	Механическое равновесие на границе магнитосферы и ее глобальная форма.	ПК-1
3.	Контрольная работа	Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.	ПК-1
	Контрольная работа	Коротация плазмосферы и ее форма.	ПК-1
	Контрольная работа	Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.	ПК-1
4.	Опрос	Все разделы	ПК-1
5.	Зачет	Все разделы	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 зачету:

- 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 суббурного взрыва в магнитосфере. Микросуббури.
- 31) Система электрических токов суббури.
- 32) Суббури 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.

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

1. Какие факторы приводят к дрейфу заряженных частиц вокруг Земли?
  - a) Давление плазмы
  - b) Градиент модуля магнитного поля
  - c) Кривизна силовых линий магнитного поля
  - d) И градиент модуля магнитного поля, и кривизна силовых линий магнитного поля
  
2. Какой слой атмосферы Земли располагается выше всего?
  - a) Стратосфера
  - b) Термосфера
  - c) Мезосфера
  - d) Тропосфера
  
3. Что такое экзосфера
  - a) Слой атмосферы, где можно пренебречь столкновениями частиц
  - b) Слой атмосферы, где градиент температуры направлен в сторону от Земли
  - c) Слой атмосферы, где скорость ветра превышает скорость звука
  - d) Слой атмосферы, где концентрация каждого элемента зависит от высоты своим собственным образом
  
4. При каких условиях в космической плазме развивается неустойчивость Кельвина-Гельмгольца?
  - a) Плазменное давление резко уменьшается с расстоянием от Земли
  - b) В плазме имеется пучок высокоэнергичных частиц
  - c) В плазме имеются два течения с резко различными скоростями по разные стороны границы
  - d) Функция распределения частиц является немаксвелловской
  
5. От чего зависит скорость дрейфа в электрическом поле?
  - a) Только от величины электрического поля
  - b) И от величины электрического поля, и от знака заряда частицы
  - c) Только от величины электрического поля
  - d) И от величины электрического поля, и от знака заряда частицы, и от энергии частицы, и от градиента давления плазмы
  
6. Электрический ток в ионосфере:
  - a) Направлен в сторону электрического поля
  - b) Направлен перпендикулярно к электрическому полю
  - c) Направлен под углом к электрическому полю, не равным  $90^\circ$
  - d) Направление тока не связано с направлением электрического поля

**Разработчик:**

Климушкин Д.Ю.

профессор, д.ф.-м.н.

Д.Ю., Климушкин

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

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
« 16 » марта 2026 г.

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

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