



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



2013 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Код дисциплины Б3.В.ДВ.10

Наименование дисциплины (модуля) **Физика магнитосферы**

Рекомендуется для направления (ий) подготовки специальности (ей)  
**011200.62 – физика, профиль «Солнечно-земная физика»**

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 3 от «12» 12 2013 г.  
Председатель [Signature]

Рекомендовано кафедрой:  
общей и космической физики

Протокол № 3  
От «15» 11 2013 г.

Зав.кафедрой профессор д.ф.-м.н. В.Л. Паперный

[Signature]

Иркутск 2013 г.

## Содержание

<b>1. Цели и задачи дисциплины (модуля) .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП:.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):.....</b>	<b>3</b>
<b>4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Содержание дисциплины (модуля) .....</b>	<b>5</b>
5.1. <i>Содержание разделов и тем дисциплины (модуля) .....</i>	<i>5</i>
5.2. <i>Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями).....</i>	<i>7</i>
5.3. <i>Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий .....</i>	<i>7</i>
<b>6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....</b>	<b>9</b>
<b>7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии).....</b>	<b>10</b>
<b>8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля): .....</b>	<b>10</b>
<i>а) основная литература .....</i>	<i>10</i>
<i>б) дополнительная литература.....</i>	<i>11</i>
<i>в) программное обеспечение пакеты MS Access, Borland Delphi, MS Visual FoxPro. ....</i>	<i>11</i>
<i>г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....</i>	<i>11</i>
<b>9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля): .....</b>	<b>11</b>
<b>10. Образовательные технологии:.....</b>	<b>12</b>
<b>11. Оценочные средства (ОС): .....</b>	<b>12</b>

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

Программа разработана в соответствии с основной образовательной программой по направлению подготовки 011200.62 - «Физика», по профилю подготовки Солнечно-земная физика предназначена для обеспечения курса «Физика магнитосферы», изучаемого студентами в течение восьмого семестра.

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

Для достижения данной цели поставлены *задачи*:

- изучить основные понятия физики магнитосферы;
- познакомиться с основными методами исследований, применяемыми в физике магнитосферы.

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

Дисциплина «Физика магнитосферы» является профильной дисциплиной вариативной части Профессионального цикла программы по направлению 011200.62 – «физика», и изучается студентами в 8-м семестре после освоения большинства курсов общей физики и части курсов теоретической физики.

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

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Физики магнитосферы» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5, ПК-9, ПК-10, ОК-1, ОК-5

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

1. Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями (ОК)**:  
 способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук (ОК-1);  
 способностью выстраивать и реализовывать перспективные линии интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования (ОК-5).
2. Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями (ПК)**:  
*общепрофессиональные*:  
 способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач (ПК-1);  
 способностью применять на практике базовые профессиональные навыки (ПК-2);  
*научно-исследовательские*

способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование (ПК-3);

способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-4);

способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований ( в соответствии с профилем подготовки) (ПК-5);

способностью понимать и применять на практике методы управления в сфере природопользования (ПК-9);

способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований (ПК-10).

В результате изучения дисциплины курса «Физики магнитосферы» студент должен:

***Знать:***

- свойства геомагнитного поля;
- основные свойства 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 магнитосфере;
- строение и свойства кольцевого тока;
- глобальную систему электрических токов в магнитосфере;
- свойства продольных токов;
- процессы магнитосферно-ионосферного взаимодействия;
- пространственно-временную картину магнитосферной суббури;
- физический механизм суббури.

***Уметь:***

- применять полученные знания для интерпретации физических процессов в магнитосфере;
- пользоваться основными формулами физики магнитосферы.

***Владеть, иметь представление***

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

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

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		8			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	42	42			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	6	6			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	30	30			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-				
Расчетно-графические работы	10	10			
Реферат (при наличии)	-				
Решение задач	20	20			
Вид промежуточной аттестации ( <u>зачет</u> , экзамен)					
Общая трудоемкость часы	72	72			
зачетные единицы	2	2			

#### 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 вмерзновенности 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. Суббури 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)

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		2.1.	2.2	2.3	3.1	3.2	3.4			
1.	<b>астрофизика</b>									

### 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	Геомангнитное поле	2	2			4	8

	ПОЛЕ							
2.	СОЛНЕЧ- НЫЙ ВЕТЕР	Солнечный ве- тер	2	2			2	6
3.	ГЕОМАГ- НИТНАЯ ПОЛОСТЬ В СОЛНЕЧ- НОМ ВЕТРЕ	Геомагнитная полость в сол- нечном ветре	2	2			4	8
4.	УДАРНАЯ ВОЛНА И ПЕРЕХОД- НОЙ СЛОЙ	Ударная волна и переходной слой	1	1			2	4
5.	ЭЛЕКТРИ- ЧЕСКОЕ ПОЛЕ И КОНВЕКЦИЯ ПЛАЗМЫ В МАГНИТО- СФЕРЕ	Электрическое поле и конвек- ция плазмы в магнитосфере	2	2			4	8
6.	УСКОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В ПЛАЗМЕН- НОМ СЛОЕ	Ускорение ча- стиц в плаз- менном слое	2	2			2	6
7.	КОЛЬЦЕВОЙ ТОК	Кольцевой ток	1	1			2	4
8.	ПРОДОЛЬ- НЫЕ ЭЛЕК- ТРИЧЕСКИЕ ТОКИ	Продольные электрические токи	1	1			2	4
9.	ПОЛЯРНЫЕ СИЯНИЯ	Полярные сия- ния	1	1			2	4

10.	МАГНИТО-СФЕРНАЯ СУББУРЯ	Магнитосферная суббурия	2	2			4	8
11	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МАГНИТОСФЕРЫ	Экспериментальные методы исследования магнитосферы	2	2			2	6

### 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.	3	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	ПК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-5
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.	3	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	ПК-9 ПК-10 ОК-1
3.	5.4. Электрическое поле утро-вечер и глобальная картина конвекции.	1. Вывод и решение уравнения для линий тока магнитосферной конвекции с учетом поля утро-вечер и поля коротации.	4	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	

	5.5. Коротация плазмосферы и ее форма.				
4.	7.2. Движение частиц кольцевого тока. Кольцевой электрический ток.	1. Вывод и решение уравнения движения высокоэнергичных частиц с учетом электрического и магнитного дрейфов.	4	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	
5.	11.1. Глобальная наземная магнитометрическая система ИНТЕРМАГНЕТ.	1. Методы обработки и анализа магнитограмм.	4	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	

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

Рефераты не предусмотрены.

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

Программой предусмотрено использование современных образовательных технологий: информационные (лекции и презентации в Power Point), проектные (мультимедийные, использование документальных видеоматериалов).

##### а) основная литература

1. Акасофу С.И., Чепмен С. Солнечно-земная физика. Ч.1. – М.: Мир, 1974. – 512 с.
2. Акасофу С.И. Полярные и магнитосферные суббури . – М.: Книга по Требованию, 2012. – 316 с. – ISBN 978-5-458-25671-1.
3. Харгривс Д.К. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи / Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 351 с.
4. Лайонс Л. Уильямс Д. Физика магнитосферы. Количественный подход. – М.: Мир, 1987. – С.155-158.
5. Альвен Г., Фельтхаммар К.-Г. Космическая электродинамика: Основные принципы – М.: Мир, 1967. – 260 с.
6. Данжи Д. Космическая электродинамика. – М.: Госатомиздат, 1961. – 208 с.
7. Исаев С.И., Пудовкин М.И. Полярные сияния и процессы в магнитосфере Земли. – Ленинград: Наука, 1972. – 244 с.
8. Нишида А. Геомагнитный диагноз магнитосферы. – М.: Мир, 1980. – 300 с.
9. Омхольт А. Полярные сияния. – М.: Мир, 1974. – 250 с.

10. Сергеев В.А., Цыганенко Н.А. Магнитосфера Земли. – М.: Наука, 1980. – 174 с.
11. Тверской Б.А. Динамика радиационных поясов Земли. – М.: Наука, 1968. – 233 с.
12. Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмосфера. – М.: 1984. – 190 с.
13. Ляцкий. В.Б., Мальцев Ю.П. Магнитосферно-ионосферные взаимодействия. – М.: Наука, 1983. – 230 с.
14. Магнитосфера Земли. В кн. «Плазменная гелиогеофизика», под ред. Зеленого Л.М. и Веселовского И.С. . – М.: Физматлит, 2008. – 670 с.

*б) дополнительная литература*

1. Беспалов П.А., Трахтенгерц В.И. Альфвеновские мазеры / Горький: ИПФ АН СССР, 1986. – 191 с.
2. Ваньян Л.Л., Бутковская А.И. Магнитотеллурическое зондирование слоистых пород / М.: Недра, 1980.
3. Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы // Успехи физических наук, 1969. – Т. 97. – В. 3. – сс. 453-494М.
4. Редерер Х. Динамика радиации, захваченной геомагнитным полем / М.: Мир, 1972. – 192 с.
5. Физика авроральных явлений. Под ред. Б.Е.Брюнелли и В.Б. Ляцкого / Л.: Наука, 1988. – 422.
6. Шабанский В.П. Явления в околоземном пространстве / М.: Наука, 1972. – 302.
7. Космическая магнитная гидродинамика. Под ред. Э. Приста и А.Худа / М.: Мир, 1995. – 256 с.

*в) программное обеспечение пакеты MS Access, Borland Delphi, MS Visual FoxPro.*

*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>)

Архив научных журналов JSTOR (<http://www.jstor.org>)

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

Методическим оформлением курса является использование современных образовательных технологий: информационных (лекции и презентации в Power Point), проектных (мультимедиа, видео, документальные фильмы), дистанционных. Внедрение глобальной компьютерной сети в образовательный процесс позволяет обеспечить доступность Интернет-ресурсов.

Материалы: научные статьи и монографии из рецензируемых журналов, рассматривающие современные подходы и исследования в физике плазмы.

#### 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):

##### 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

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

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный список вопросов к экзамену:

- 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 вмерзновенности 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 суббурового 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.

**Разработчики:**

  
(подпись)

профессор, д.ф.-м.н.  
(занимаемая должность)

В.А., Мазур  
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ  
«15» 11 2013 г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой  В.Л. Паперный