

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт динамики геосфер Российской академии наук  
(ИДГ РАН)**



УТВЕРЖДАЮ:

Врио директора ИДГ РАН

Ю.И. Зецер

« 19 » 09 2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Магнитосфера Земли»**

**Направление подготовки**

05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ

**Профиль (направленность программы)**

25.00.10 Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

25.00.29 Физика атмосферы и гидросферы

**Квалификация выпускника**

Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения**

Очная

**Вид промежуточного контроля: зачет**

Москва, 2014

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ВО – высшее образование;

УК – универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПК – профессиональные компетенции;

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования

ООП – основная образовательная программа

ЛЗ – лекционное занятие

С – семинары

К – контроль (промежуточная аттестация)

СР – самостоятельная работа обучающихся

О – опрос (собеседование)

ФОС – фонд оценочных средств

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4. Структура и содержание дисциплины.....	5
4.1. Структура дисциплины.....	5
4.2. Содержание разделов дисциплины .....	5
4.3. Тематика аудиторных занятий.....	6
5. Текущая и промежуточная аттестация.....	7
6. Образовательные технологии.....	8
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	8
7.1. Основная литература.....	8
7.2. Дополнительная литература.....	8
7.3. Электронные ресурсы .....	8
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	9

### **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины – получение фундаментальных знаний и возможности их использования в процессе дальнейшего обучения, при прохождении учебных практик, написания научных работ, в своей научной деятельности.

Задачей курса «Магнитосфера Земли» является знакомство аспирантов с физическими процессами в околоземном космическом пространстве, понятиями и физическими основами геофизики, физическими механизмами воздействия солнечных факторов на околоземное космическое пространство.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам вариативной части блока 1 программы аспирантуры.

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачетные единицы (з.е.) или 72 академических часа, в том числе 40 часов аудиторных занятий и 32 часа самостоятельной работы.

Содержание программы «Магнитосфера Земли» разработано с учетом требований ФГОС ВО по направлению подготовки 05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 870, зарегистрировано в Минюсте России 20 августа 2014 г. № 33680.

Дисциплина предназначена для подготовки аспирантов и имеет практико-ориентированный характер. Для изучения дисциплины аспиранту необходимо иметь знания в объеме программ подготовки специалиста в области математики, физики, электродинамики сплошных сред, физики плазмы, численных методов.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины "Магнитосфера Земли" направлен на формирование следующих компетенций:

#### **а) универсальных (УК)**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

#### **б) общепрофессиональных (ОПК)**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в области физики атмосферы и гидросферы с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

#### **в) профессиональных (ПК)**

- знать принципы построения прогностических численных моделей магнитосферы, выполнять критический анализ экспериментальных данных (ПК-1);

- способность выполнять оценку состояния магнитосферы по данным наземных и спутниковых наблюдений (ПК-2);

- владеть навыками работы на многопроцессорных вычислительных системах и программными средствами визуализации результатов расчетов (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспиранты будут

#### **знать:**

строение Земли, дипольную модель геомагнитного поля, образование магнитосферы в поле солнечного ветра, формирование магнитопаузы, пересоединение магнитных силовых линий, роль ударной волны и переходного слоя, внутреннюю структуру магнитосферы, магнитосферную мантию, хвост магнитосферы, полярные каспы, нейтральный слой, плазмосферу, радиационные пояса Земли, магнитосферные токи, понятие геомагнитной активности, магнитные бури и суббури, индексы геомагнитной активности.

**уметь:**

формулировать решаемые задачи, проводить оценочные вычисления основных параметров магнитосферы; выбирать наиболее эффективный алгоритм решения поставленной задачи уметь применять МГД модели при рассмотрении конкретных процессов и явлений в магнитосфере; оценивать развитие магнитных бурь и суббурь, авроральных явлений.

**владеть:**

основными математическими методами решения физических задач; методами обработки экспериментальных данных; навыками работы с основными измерительными приборами и пакетами численной обработки экспериментальных данных; навыками работы на многопроцессорном кластере под ОС UNIX; приемами работы с данными в форматах NetCDF и HDF5; средствами визуализации NCL; методами статистического анализа пространственно-временных данных.

**4. Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины «Магнитосфера Земли» составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа, из которых аудиторная нагрузка составляет 40 часов (лекции - 18 часов, семинары – 20 часов; контроль – 2 часа), самостоятельная работа обучающихся – 32 часа.

**4.1. Структура дисциплины**

Таблица 1

Вид учебной работы	Трудоемкость (ак. час)
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>40</b>
Лекционные занятия (ЛЗ)	18
Семинарские занятия (СЗ)	20
Контроль (промежуточная аттестация) (К)	2
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>32</b>
<b>Всего:</b>	<b>72</b>

**4.2. Содержание разделов дисциплины**

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Трудоемкость (ак.час)			
		всего	очная форма обучения		
			ЛЗ	С	СР
1	Структура магнитосферы	16	4	4	8
2	Геомагнитные пульсации	18	4	6	8
3	Радиоаврора	16	4	4	8
4	Геомагнитная активность	20	6	6	8
	Контроль (промежуточная аттестация)	2			
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>32</b>

### 4.3. Тематика аудиторных занятий

#### Тематика лекционных занятий

Таблица 3

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во (ак. час)	Литература	Форма текущей аттестации*
1	1	Формирование магнитосферы; перенос энергии, вещества и импульса от солнечного ветра в магнитосферу. Электрические поля.	2	О1-О3	О
	2	Структура магнитосферы. Магнитосферная конвекция.	2	О3	О
2	3	Геомагнитные вариации. Связь геомагнитного поля и состояния магнитосферы с параметрами солнечного ветра.	2	О2	О
	4	Частицы и волны в магнитосфере. Геомагнитные пульсации. Низкочастотное излучение.	2	О1, О3	О
3	5	Радиоаврора. Морфология, классификация и механизмы образования.	2	О1, Д1	О
	6	Токовые системы магнитосферы.	2	О3	О
4	7	Полярные сияния. Морфология полярных сияний.	2	О1, Д1	О
	8	Бури, суббури и микросуббури. Морфология. Повторяемость пространственно-временной структуры суббурь и их фазы.	4	О1, Д1	О
Итого:			18		

\* Примечание: О – опрос (собеседование). Формы контроля не являются жесткими и могут быть заменены преподавателем на другую форму контроля в зависимости от контингента обучающихся. Кроме того, на семинарских и самостоятельных занятиях может проводиться работа с нормативными документами, периодическими изданиями специальной российской и зарубежной литературы, материалами конференций и пр., что также оценивается преподавателем.

#### Тематика семинарских занятий

Таблица 4

№ раздела	№ занятия	Наименование	Кол-во (ак. час)	Литература
1	1	Токи во внешней магнитосфере. Электрические поля и токи в плазмосфере.	2	О3
	2	Теория атмосферного динамо.	2	О1
2	3	Движение частиц в электромагнитных полях. Плоские волны в холодной плазме.	2	О1, О3
	4	Спутниковые и наземные наблюдения	4	О2, Д1

		пульсаций, связь их с другими геофизическими явлениями.		
3	5	Спутниковые наблюдения потоков частиц	2	Д1
	6	Спутниковые наблюдения токов в ионосфере	2	Д1
4	7	Дискретные формы, фоновое свечение. Географическое распределение.	2	О1, О3
	8	Механизмы возбуждения основных эмиссий. Магнитосферные возмущения.	4	Д1
Итого:			20	

### 5. Текущая и промежуточная аттестация

Текущая и промежуточная аттестация аспирантов является обязательной и проводится в соответствии с локальным актом ИДГ РАН - Положением о текущей, промежуточной и государственной итоговой аттестации аспирантов ИДГ по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ИДГ РАН и фондом оценочных средств (ФОС).

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса (собеседования) в рамках участия обучающихся в дискуссиях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина - активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров, практических занятий и самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в виде зачета в период зачетно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению) заместителя директора по научной работе. Аспирант допускается к зачету в случае выполнения всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант их отрабатывает.

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок – зачтено/не зачтено.

#### Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачета

Таблица 5

Оценка зачета	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями, знает особенности строения магнитосферы Земли, имеет представление о специфике формирования магнитосферы Земли. Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
<i>не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области магнитосферы Земли. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

## 6. Образовательные технологии

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных технологий по видам работ (лекционные занятия, научно-практические занятия, семинарские занятия, текущий контроль) по расписанию с использованием электронных учебных, методических и контролирующих пособий.

При изложении лекционного материала используются мультимедийные иллюстративные материалы, на практических занятиях проводится демонстрация работы с компьютерными моделями, а также применяются инновационные способы преподавания: метод активных лекций (лекция-гипотеза, лекция-консультация, лекция-дискуссия); метод учебного проектирования и др.

Самостоятельная работа по дисциплине включает самоподготовку к учебным занятиям по учебной литературе и с помощью электронных ресурсов. Индивидуальная работа аспирантов проходит в библиотеке ИДГ РАН, МФТИ, ИФЗ РАН и других библиотеках.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература:

Таблица 7

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания*
О1	V.Botmer, I. Daglis	<a href="#">Space</a> weather – physics and effects	Praxis	2007
О2	I. Daglis	Space Storms and Space Weather Hazards	NATO ASI	2000
О3	W.Liu, M. Fujimoto	The Dynamic magnetosphere	Springer	2011

### 7.2. Дополнительная литература:

Таблица 8

№ п/п	Автор	Наименование	Издательство	Год издания
Д1	A. Brekke	Physics of the Upper Polar Atmosphere	Springer	2013

### 7.3. Электронные (образовательные, информационные, справочные, нормативные и т.п.) ресурсы:

Профессиональные базы данных:

Э1. База данных по геомагнитной активности Университета Киото (Япония). Адрес: <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/wdc/Sec3.html> - индексы геомагнитной активности

Э2. База данных магнитометрических измерений INTERMAGNET ([www.intermagnet.org](http://www.intermagnet.org)) – трехкомпонентные данные магнитовариационных наблюдений на мировой сети станций.

Э3. База данных IMAGE магнитометрических измерений в высоких широтах. ([http://space.fmi.fi/image/beta/?page=user\\_defined](http://space.fmi.fi/image/beta/?page=user_defined))

Э4. База данных радаров когерентного рассеяния Университета им. Джона Гопкинса (США) (<http://superdarn.jhuapl.edu/>)

Э5. База данных MADRIGAL (<http://madrigal.haystack.mit.edu/madrigal/>) Масачусетского технологического института – измерения на радарх некогерентного рассеяния

Э.6. База данных OMNIWeb (<http://omniweb.gsfc.nasa.gov/>) NASA – параметры солнечного ветра и околоземного космического пространства

Информационные справочные системы

а. Система SpaceWiki Университета Оулу (Финляндия)

(<http://www.oulu.fi/physics/research/astronomy-earth-and-space-physics>)

б. Сервер «СиЗиФ» (<http://www.kosmofizika.ru/>) – интернет-справочник по солнечно-земной физике

в. Космическая среда вокруг нас» (<http://www.izmiran.ru/pub/izmiran/space-around-us/>)

Общие ресурсы:

- научная библиотека [eLIBRARY.RU](http://eLIBRARY.RU), более 20 полнотекстовых версий журналов по тематике курса;

- хранилище электронных копий всех издаваемых компанией Springer журналов <http://www.springerlink.com/>;

- электронная библиотека Физтеха <http://lib.mipt.ru/>

- федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>

- библиотека по естественным наукам Российской академии наук <http://benran.ru>

Дополнительные средства обеспечения освоения дисциплины

▪ Электронные версии основной и дополнительной литературы; комплект тестов для проведения текущей аттестации.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

▪ Кабинет (рабочее место аспиранта) с компьютером и периферийными устройствами для выполнения исследовательских лабораторных и расчетно-исследовательских работ, а также прохождения компьютерных тестов.

▪ Студенческая аудитория.

▪ Кабинеты профильных лабораторий

▪ Конференц-зал Института, оснащенный мультимедийным оборудованием

▪ Мультимедийное оборудование. Компьютеры ИДГ РАН.

▪ Свободное программное обеспечение LibreOffice, gnuplot, GCC, Linux

Разработчики:

А.Н. Ляхов, кандидат технических наук,

заведующий лабораторией «Электродинамические процессы в геофизике» ИДГ РАН

«16» 09 2014 г.    
Подпись Ф.И.О.

Рецензенты:

Б.Г. Гаврилов, доктор физико-математических наук,

заведующий лабораторией «Литосферно-ионосферные связи» ИДГ РАН

«17» 09 2014 г.    
Подпись Ф.И.О.

Программа «Магнитосфера Земли» рассмотрена и утверждена Ученым советом ИДГ РАН (Протокол № 3а/14 от 18.09.2014 г.).