

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Полярный геофизический институт»
(ПГИ)**

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора ПГИ
д.ф.-м.н. Б.В. Козелов



«03» октября 2016г.

Протокол Ученого совета
№ 6 от «30» сентября 2016 г.

Рабочая программа по дисциплине

«Динамика плазмы в магнитосфере и ионосфере»

подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре
по направлениям подготовки кадров высшей квалификации

05.06.01 «Науки о Земле»

(профиль 25.00.29 - Физика атмосферы и гидросферы)

16.06.01 «Физико-технические науки и технологии»

(профиль 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы)

Квалификация (степень)

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная, заочная

Апатиты

2016

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Динамика плазмы в магнитосфере и ионосфере» относится к вариативной части ОПОП (дисциплина по выбору аспиранта) и осваивается в течение третьего, четвертого и пятого семестров второго и третьего года аспирантуры по направлениям подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» и 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии». Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные знания и позволяет аспиранту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности.

Целями освоения дисциплины являются:

формирование у аспирантов углубленных теоретических знаний об основных физических явлениях в плазме околоземного космического пространства и методах их описания, представлений о современных актуальных проблемах и методах их решения, формирование у аспирантов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» и 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии».

2. Результаты обучения, определенные в картах компетенции и формируемые по итогам освоения дисциплины

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1	<p><i>З1 (ПК-1)</i> Знать основные направления современных научных исследований в области физики околоземного космического пространства в контексте характеристик современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта</p> <p><i>У1 (ПК-1)</i> Уметь самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики околоземного космического пространства и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.</p> <p><i>В1 (ПК-1)</i> Владеть навыками проведения научных исследований в области физики околоземного космического пространства с учетом характеристик и возможностей современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта.</p>
ПК-2	<p><i>У2 (ПК-2)</i> Уметь свободно применять полученные знания по физике околоземного космического пространства для решения научно-инновационных задач, связанных с влиянием солнечного ветра на структуру магнитосферы, с ускорением частиц в магнитосфере, с неустойчивостями плазмы и их ролью в динамике магнитосферы.</p> <p><i>В2 (ПК-2)</i> Владеть методами описания плазмы в околоземном космическом пространстве.</p>

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 90 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (33 часа занятия лекционного типа, 21 час занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 2 часа

групповые консультации, 34 часа мероприятия промежуточной аттестации (зачет), 54 часа составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Всего	
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации		
<u>Тема 1</u> Структура околоземного космического пространства. Магнитосфера Земли. Методы описания	12	4	2			6	6
<u>Тема 2</u> Геомагнитное поле и заряженные частицы в околоземном пространстве	12	3	3			6	6
<u>Тема 3.</u> Формирование границы магнитосферы	12	3	3			6	6
<u>Тема 4.</u> Магнитосферная конвекция	12	4	2			6	6
<u>Тема 5.</u> Ускорение заряженных частиц в магнитосфере; кольцевой ток	18	6	3			9	9
<u>Тема 6.</u> Движение заряженных частиц в токовых слоях	12	3	3			6	6
<u>Тема 7.</u> Волновые процессы в магнитосфере	18	6	3			9	9
<u>Тема 8.</u> Баланс ионизации и движение заряженных частиц в ионосфере	12	4	2			6	6
Консультация	2				2	2	
Промежуточная аттестация зачет	34					34	
Итого	144	33	21		2	90	54

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде решений и последующей проверки домашних контрольных работ, а также в рамках занятий практического и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на зачете.

4. Образовательные технологии

Занятия по дисциплине проходят в форме лекций и практических занятий, на которых разбирается решение задач, проводятся обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в данной области. Самостоятельная работа включает в себя выполнение домашних заданий и теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы.

При изучении курса используются современные образовательные технологии. Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерное моделирование, разбор конкретных ситуаций, тренинги по решению практических задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Предусматривается участие в семинарах с представителями российских и зарубежных научных организаций.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная проработка лекционного и дополнительного материала, решение домашних заданий с последующей выборочной проверкой навыков решения задач.

Вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

- 1) Магнитогидродинамическое описание плазмы.
- 2) Теорема вмороженности плазмы в магнитное поле.
- 3) Магнитное число Рейнольдса. Уравнение диффузии магнитного поля.
- 4) Дрейфовое описание движения заряженных частиц в неоднородном магнитном поле. Магнитный и электрический дрейф.
- 5) Адиабатические инварианты движения заряженных частиц в геомагнитном поле.
- 6) Геомагнитная ловушка и конус потерь.
- 7) Магнитосферная конвекция. Ускорение заряженных частиц в процессе конвекции.
- 8) Плазмосфера.
- 9) Овал полярных сияний.
- 10) Кольцевой ток.
- 11) Волновые процессы в магнитосфере и их роль в динамике околоземной плазмы.
- 12) Баланс ионизации в ионосфере.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-1: способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

ПК-2 – способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-

инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения аспирантами содержания дисциплины проводится в виде экзамена, на котором определяется:

- уровень усвоения аспирантами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания аспирантами изученного материала;
- способности аспирантов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме. Устная часть зачета заключается в ответе аспирантом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые аспирант должен дать краткий ответ. Практическая часть зачета предусматривает решение одной задачи по разделу курса, отличному от освещенных при ответе на теоретические вопросы.

Критерии оценки

Отметка «зачтено» ставится аспирантам, успешно выполнившим в полном объеме задание научного исследования, если продемонстрированы хотя бы:

- в целом успешное применение навыков поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;
- в целом успешное использование умений: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;
- в целом успешные знания современных способов использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;
- в целом успешное применение навыков: ориентации в источниках и научной литературе; логики и терминологии научного исследования
- в целом успешное применение умений: по обоснованию актуальности, новизны, теоретической и практической значимости исследования, определения методологии исследований, анализа данных и делать достоверные выводы, оппонирования и рецензирования научных работ.
- в целом успешные знания: принципов построения научного исследования, требований к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании либо более высокий уровень знаний, умений и владений.

Отметка «не зачтено» ставится аспиранту, не выполнившему в полном объеме задание научного исследования, если он продемонстрировал:

- фрагментарное применение навыков поиска и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;
- фрагментарное использование умений выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;
- фрагментарное знание современных способов использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности,
- фрагментарное применение навыков: ориентации в источниках и научной литературе; логики и терминологии научного исследования;
- фрагментарное использование умений: по обоснованию актуальности, новизны, теоретической и практической значимости исследования, определения методологии исследований, анализа данных и делать достоверные выводы, оппонирования и рецензирования научных работ;
- фрагментарное знание: принципов построения научного исследования , требований к

оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании; либо вовсе не продемонстрировал соответствующие знания и умения.

6.3. Процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- устные и/или письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающие одну или несколько задач.

По сложности ПКЗ разделяются на простые (стандартные) и комплексные задания. Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия, применяются для оценки умений. Комплексные задания (задания повышенной сложности) требуют поэтапного решения и развернутого ответа с применением нестандартных подходов к решению. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Магнитогидродинамическое описание плазмы. Теорема вмороженности плазмы в магнитное поле.
2. Магнитное число Рейнольдса. Уравнение диффузии магнитного поля.
3. Формирование границы магнитосферы.
4. Движение заряженных частиц в токовом слое
5. Дрейфовое описание движения заряженных частиц в неоднородном магнитном поле. Магнитный и электрический дрейф.
6. Адиабатические инварианты движения заряженных частиц в геомагнитном поле.
7. Геомагнитная ловушка и конус потерь.
8. Магнитосферная конвекция. Ускорение заряженных частиц в процессе конвекции.
9. Плазмосфера.
10. Овал полярных сияний.
11. Кольцевой ток.
12. Основные механизмы образования и потерь заряженных частиц в ионосфере.
13. Основные виды электромагнитных волн в магнитосфере и ионосфере.
14. Понятие о резонансном взаимодействии заряженных частиц с электромагнитными волнами.

Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Для оценки сформированности компетенции ПК-1: способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта

Задача 1.1

Найти среднее ускорение заряженной частицы при движении в нейтральном токовом слое в присутствии слабого постоянного электрического поля.

Задача 1.2

Проанализировать особенности ускорения электронов и ионов в процессе магнитосферной конвекции.

Задача 1.3

Найти радиальное распределение потока выпадающих энергичных заряженных частиц в предположении об изотропной функции распределения в магнитосфере и стационарной конвекции.

Для оценки сформированности компетенции ПК-2 – способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

Задача 2.1

Определить зависимость границы магнитосферы от параметров солнечного ветра.

Задача 2.2

Сравнить особенности взаимодействия электронов и ионов с электромагнитными волнами в магнитосфере.

Задача 2.3

Вычислить увеличение концентрации электронов в ионосфере за счет выпадений энергичных частиц при заданной интенсивности и частоте электромагнитных волн в магнитосфере.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1) Лонгмайр К. Физика плазмы. Элемент. курс. - М.: Атомиздат, 1966.
- 2) Кролл Н. Основы физики плазмы. – М.: Мир, 1975.
- 3) С.-И. Акасофу, С. Чепмен. Солнечно – земная физика, ч. 2, М.: Мир, 1975.
- 4) Л. Лайонс, Д. Уильямс. Физика магнитосферы, М: Мир, 1987.
- 5) А. Нишида, Геомагнитный диагноз магнитосферы, М.: Мир, 1980.
- 6) В. Ю. Трахтенгерц, М. Дж. Райкрофт, Свистовые и альфвеновские циклотронные мазеры в космосе, М.:Физматлит, 2011.

б) дополнительная литература:

- 1) Ч. Кеннел, Следствия магнитосферной конвекции, в сб. Физика магнитосферы, М.: Мир, 1972.
- 2) В.А.Сергеев, Н.А.Цыганенко. Магнитосфера Земли. М., Наука, 1980.
- 3) Introduction to Space Physics, M.Kivelson & C.Russell, ed., Cambridge Press Intern., 1995.
- 4) Плазменная гелиогеофизика (в 2-х т.) / Ред. Л. М. Зеленый. М.: Физматлит, 2008.
- 5) Ратклифф Д. Введение в физику ионосферы и магнитосферы. М.: Мир, 1975.
- 6) Ришбет Г., Гарриот О. Введение в физику ионосферы. М., 1975.

7) М.И.Пудовкин, В.С.Семенов. Теория пересоединения и взаимодействие солнечного ветра с магнитосферой Земли, М.:Наука, 1985.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. - URL: <http://www.elibrary.ru>

2) Антиплагиат [Электронный ресурс]. - <http://www.antiplagiat.ru/>

3) А. Г. Демехов. Страничка курса "Геофизическая электродинамика" (<http://aurora.appl.sci-nnov.ru/home/andrei/teach/ged.html>)

2) А. Г. Демехов. Задачи по курсу "Геофизическая электродинамика" (<http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/66.pdf>)

3) Иллюстрации: Схема земной магнитосферы (<http://galspace.spb.ru/index19.html>)

4) Курсы лекций

- Основы физики космической плазмы (СПбГУ, http://geo.phys.spbu.ru/Education_rus/EDUCATION_BACHELOR/SolarPhysics2.html)
- Основы физики солнца (СПбГУ, http://geo.phys.spbu.ru/Education_rus/EDUCATION_BACHELOR/SolarPhysics3.html)
- Физика магнитосферы (СПбГУ, http://geo.phys.spbu.ru/Education_rus/EDUCATION_MASTER/MagSpher_PhysMagnitSpher_Sem.html)
- Магнитосферные возмущения (СПбГУ, http://geo.phys.spbu.ru/Education_rus/EDUCATION_MASTER/MagSpher_MagnVozmSerg.html)
- Физика высокоширотной ионосферы и полярные сияния (СПбГУ, http://geo.phys.spbu.ru/Education_rus/EDUCATION_MASTER/MagSpher_Ionosph_Kot.html)

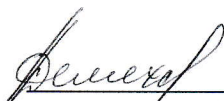
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей аспиранты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлениям подготовки 05.06.01 «Науки о Земле» и 16.06.01 «Физико-технические науки и технологии».

Автор

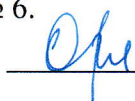


д.ф.-м.н., доц. А. Г. Демехов

Программа одобрена на заседании Ученого совета ПГИ

от « 30 » сентября 2016 года, протокол № 6.

Ученый секретарь



к.ф.-м.н. К. Г. Орлов