

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)



УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИСЗФ СО РАН
А.В. Медведев
8 апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Д.Э.2 Физика магнитосферы

Научная специальность 1.3.4 Радиофизика

Иркутск 2022

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал
доктор физико-математических наук

В.В. Мишин

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

Дисциплина «Физика магнитосферы» входит в образовательный компонент основной профессиональной образовательной программы по научной специальности 1.3.4. Радиофизика.

Дисциплина является элективной для обучающихся в аспирантуре по научной специальности 1.3.4. Радиофизика

Знания и умения, приобретаемые аспирантами после изучения дисциплины, будут использоваться для решения научных задач, и направлены на подготовку к сдаче кандидатского экзамена и к дальнейшей научной работе.

2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Физика магнитосферы» является получение фундаментальных знаний и возможности их использования в процессе дальнейшего обучения, при прохождении практик, написания научных работ, в своей научной деятельности.

Задачами дисциплины «Физика магнитосферы» является:

- Получение и освоение современных знаний о структуре околоземного космического пространства.
- Знакомство аспирантов с физическими механизмами воздействия солнечных факторов на магнитосферу Земли, контролирующих ее состояние и определяющих ее изменчивость.
- Теоретическая подготовка аспирантов к решению научных задач

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Знать:

- дипольную модель геомагнитного поля;
- солнечный ветер: основные параметры в спокойное и возмущенное время, его роль в формировании магнитосферы Земли;
- роль ударной волны и переходного слоя, формирование магнитопаузы,
- открытую модель магнитосферы, пересоединение магнитных силовых линий,
- закрытую модель магнитосферы, формирование вихрей магнитосферной конвекции механизмом квазивязкого взаимодействия;
- структуру внешней магнитосферы: пограничные слои, полярные каспы, хвост магнитосферы: плазменный слой, нейтральный слой;
- структуру внутренней магнитосферы: плазмосфера, кольцевой ток, радиационные пояса Земли;
- понятие геомагнитной активности, индексы геомагнитной активности;
- длиннопериодные геомагнитные вариации - бури и суббури, их фазы и основные процессы, протекающие в ионосфере и магнитосфере;
- короткопериодные колебания геомагнитного поля – геомагнитные пульсации, регулярные и иррегулярные, коротко- и длиннопериодные, дневные и ночные, их применение для таймирования суббури;
- ОНЧ-колебания, их основные виды и механизмы генерации;
- электрические поля и токи в системе магнитосфера-ионосфера, проводимость ионосферы и ее роль в динамике электрических полей и токов;
- основные типы воздействий космической погоды на живые организмы и технику в космических аппаратах и на Земле

Уметь

- формулировать решаемые задачи;
- количественно оценивать основные характеристики основных параметров магнитосферы;

- использовать математические знания для решения задач физики магнитосферы;
- проводить первичную обработку экспериментальных данных;

Владеть:

- основными математическими методами решения физических задач;
- методами обработки экспериментальных данных;
- навыками работы с основными измерительными приборами и пакетами численной обработки экспериментальных данных.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	18/0,5
В том числе:	
Лекции	18/0,5
Семинары	
Самостоятельная работа (всего)	90/2,5
Вид промежуточной аттестации	зачет
Контактная работа (всего)	18/0,5
Общая трудоёмкость (часы/зачетные единицы)	108/ 3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов и темы дисциплины

Раздел 1. Основные понятия физики магнитосферной плазмы.

Тема 1. Основные понятия плазмы, движение отдельных частиц, дрейфовое приближение, основные типы дрейфовых движений в магнитосфере; приближение магнитной гидродинамики и ее роль в описании процессов в околоземном космическом пространстве.

Тема 2. Солнечный ветер в спокойное и возмущенное время: основные параметры плазмы и межпланетного магнитного поля (ММП), секторная структура ММП и механизм ее формирования, основные системы координат, применяемые в солнечно-земной физике.

Раздел 2. Магнитосфера Земли, ее структура и динамика в возмущенное время

Тема 1. Структура магнитосферы.

Тема 2. Геомагнитная активность. Длиннопериодные вариации геомагнитного поля: магнитосферные бури и суббури.

Тема 3. Электрические поля и токи в системе магнитосфера- ионосфера.

Тема 4. Короткопериодные колебания геомагнитного поля, МГД волны; основные типы плазменных неустойчивостей, их роль в механизмах генерации геомагнитных пульсаций и основных процессов в магнитосфере во время бурь и суббурь.

Раздел 3. Космическая погода-основные последствия солнечных бурь на Земле

Тема 1. Основные типы воздействия солнечного ветра после солнечных вспышек на живые организмы и аппаратуру на космических аппаратах.

Тема 2. Основные последствия супербурь на Земле.

5.2. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия		СРС	Форма контроля
			Лекции	Практические занятия		
1	Основные понятия физики магнитосферной плазмы	22	4		18	зачет
2	Магнитосфера Земли, ее структура и динамика в возмущенное время	70	12		58	зачет
3	Космическая погода-основные последствия солнечных бурь на Земле	16	2		14	зачет
Итого (часы)		108	18		90	
Итого (з.е.)		3	0,5		2,5	

5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик	№ № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин
1	Подготовка к сдаче и сдача кандидатского экзамена	Разделы 1-3
2	Исследовательская практика	Разделы 1-3

5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	Основные понятия физики магнитосферной плазмы	лекция	4	устный опрос
2.	Магнитосфера Земли, ее структура и динамика в возмущенное время	лекция	12	устный опрос
3.	Космическая погода-основные последствия солнечных бурь на Земле	лекция	2	устный опрос

5.5. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Данный вид занятий не предусмотрен

5.4. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Рекомендуемая литература	Всего часов
1	Основные понятия плазмы, движение отдельных частиц,	Конспектирование и выделение главных	основная литература: 1,9-	10

	дрейфовое приближение, основные типы дрейфовых движений в магнитосфере; приближение магнитной гидродинамики и ее роль в описании процессов в околоземном космическом пространстве.	тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме. Расчет характерных значений gyro и плазменных частот, дебаевского и ларморовского радиусов в околоземном космическом пространстве	11; дополнительная литература: 1,4,7,11-13.	
1	Солнечный ветер в спокойное и возмущенное время: основные параметры плазмы и межпланетного магнитного поля (ММП), секторная структура ММП и механизм ее формирования, основные системы координат, применяемые в солнечно-земной физике	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме.	основная литература: 1,9; дополнительная литература: 7	8
2	Структура магнитосферы.	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме. Решение 5 задач по физике магнитосферы	основная литература: 1-3, 7-9,11; дополнительная литература: 7, 9-13	16
2	Геомагнитная активность. Длиннопериодные вариации геомагнитного поля: магнитосферные бури и суббури.	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме.	основная литература: 2,5, 6, 8-12; дополнительная литература: 2,3, 5-8, 12,14	14
2	Электрические поля и токи в системе магнитосферно-ионосфера.	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме.	основная литература: 2, 5, 8,11; дополнительная литература: 2,3, 5,6, 10	16
2	Короткопериодные колебания геомагнитного поля (геомагнитные пульсации), МГД волны и основные типы плазменных неустойчивостей, их роль в механизмах генерации геомагнитных пульсаций и основных процессов в магнитосфере во время бурь	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме.	основная литература: 4, 6, 9; дополнительная литература: 14	12

	и суббурь.			
3	Основные типы воздействия солнечного ветра после солнечных вспышек на живые организмы, аппаратуру на космических аппаратах.	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме.	основная литература: 10; дополнительная литература: 14	7
3	Основные последствия супербурь на Земле.	Конспектирование и выделение главных тезисов по теме, формулирование проблемных вопросов по теме.	основная литература: 10; дополнительная литература: 14	7

Методические указания по организации самостоятельной работы аспирантов

Каждый вид самостоятельной работы направлен на закрепление и углубление знаний, полученных во время аудиторных занятий.

1) Работа с конспектами лекций

Студент повторяет содержание лекции, используя материалы конспекта, в случае необходимости дополняет их информацией из рекомендуемой и дополнительной литературы.

2) Работа с литературой

Студент осваивает материал, предназначенный для самостоятельного изучения, используя рекомендуемую и дополнительную литературу, составляет подробный конспект темы, анализирует, формулирует проблемные вопросы по теме

3) Решение задач

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1. Альвен, Г. К. Г. Фельтхаммар. Космическая электродинамика. Основные принципы: пер. с англ. М. Мир, 1967. 260 с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
2. С. И. Акасофу, С. Чепмен; Солнечно-земная физика : ч.2 / Пер. с англ. под ред. Г.М. Никольского. М. Мир, 1975. 512 с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
3. Шабанский В.П., Явления в околоземном пространстве. М., «Наука», 1972.	2 экз.
4. Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. М.: Наука, 1973.	2 экз.
5. Пудовкин, М. И. О. М. Распопов, Н. Г. Клейменова. Возмущения электромагнитного поля Земли, Ч.1. Полярные магнитные возмущения. Л. Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. 220с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
6. Пудовкин, М. И. О. М. Распопов, Н. Г. Клейменова. Возмущения электромагнитного поля. Ч.2. Короткопериодические колебания геомагнитного поля / М. И. Пудовкин, Л. Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. 271 с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
7. В. А. Сергеев, Н. А. Цыганенко. Магнитосфера Земли = The Earth's magnetosphere М. Наука, 1980. 174 с.	4 экз.

8. Мальцев, Ю. П. Лекции по магнитосферно-ионосферной физике. - Апатиты : КНЦ, 1995. 125 с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
9. Плазменная Гелиогеофизика, Под ред. Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского, М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 1 том, 672с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
10. Плазменная Гелиогеофизика, Под ред. Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского, М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 2 том, 560с	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
11. В.А. Сергеев Лекции по физике магнитосферы. СПбГУ.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ

6.2.Дополнительная литература

Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. М.: Атомиздат. 1968. 287 с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
2. Акасофу С. И. Полярные и магнитосферные суббури: пер. с англ.- М. : Мир, 1971. - 317 с	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
3. Мишин, В. М. Спокойные геомагнитные вариации и токи в магнитосфере : монография /; отв. ред. В. Е. Степанов ; АН СССР, СО, СибИЗМИР . - Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1976. 207 с.	2 экз.
4. Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З.. Физика плазмы для физиков. М. Атомиздат. 1979. 165 с	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
5. Ляцкий В. Б. Токовые системы магнитосферно - ионосферных возмущений. Л. Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. 200 с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
6. Базаржапов А. Д., М. И. Матвеев, В. М. Мишин ; Геомагнитные вариации и бури / отв. ред. Е. А. Пономарев ; АН СССР, СО, СибИЗМИР . - Новосибирск : Наука, 1979. 248 с.	2 экз.
7. Коваленко В.А. Солнечный ветер. М.: Наука, 1983.	4 экз.
8. Пономарев Е.А. Механизмы магнитосферных суббурь. М.: Наука, 1985.	4 экз.
9. Лайонс Л., Д.Уильямс. Физика магнитосферы. М.; Мир. 1987.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
10. Kamide Y., W. Baumjohann. - Magnetosphere - Ionosphere Coupling [Electronic resource] /Berlin ; Heidelberg : Springer - Verlag, 1993. - 175 p	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
11. Parks G.K., Physics of Space Plasmas. Introduction, Westview Press., 2nd edition, 2004	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
12. Плазменная Гелиогеофизика, Под ред. Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского, М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 1 том, 672с.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
13. Плазменная Гелиогеофизика, Под ред. Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского, М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008, 2 том, 560с	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
14. Веселовский, А. П., И. П. Кропоткин. Физика межпланетного и околоземного пространства. М.: Университетская книга, 2010. - 116 с.	ЭБ(http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
15. Heikkila W.J. Earth`s Magnetosphere formed by the low - latitude boundary layers. Elsevier, 2011.	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ
16. Лазутин Л.Л. Мировые и полярные магнитные бури. М., 2012	ЭБ (http://irbis.iszf.irk.ru): неограниченный доступ

6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- База данных наблюдений отдела физики околоземного космического пространства ИСЗФ СО РАН (<http://dep1.iszf.irk.ru/>)
- Архив наблюдений геофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН (<http://atmos.iszf.irk.ru/>)
- Научная база данных Scopus (<https://www.scopus.com>)
- Научные данные (материалы) издательства Cambridge University Press (<http://www.cambridge.org>)

6.4. Информационные, информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>
- Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>
- Журналы Американского физического общества <http://publish.aps.org/>
- научная электронная библиотека + Российский Индекс Научного Цитирования <https://elibrary.ru>
- Международный каталог и поисковая система по публикациям в области астрофизики http://adsabs.harvard.edu/abstract_service.html
- Международная система индексирования публикаций Web of Science <http://webofknowledge.com>
- Научные ресурсы зарубежного издательства Elsevier B.V. – Freedom Collection (<https://www.elsevier.com>)

6.5. Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

№	Наименование программного продукта	Кол-во	Обоснование для пользования ПО (Лицензия, Договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи лицензии	Срок действия права пользования
1	Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level	3	Номер Лицензии Microsoft 47790919	30.01.2009	бессрочно
2	Microsoft Windows Professional 7 Russian OPEN 1 License No Level Legalization Get Genuine	5	Номер Лицензии Microsoft 47771806	06.12.2010	бессрочно
3	7-Zip	1	Свободно распространяется на условиях лицензии GNU LGPL		бессрочно
4	Adobe Acrobat Reader DC	1	Лицензионное соглашение на программное обеспечение Adobe.		бессрочно

5	Mozilla Firefox	1	Свободно распространяется на условиях тройной лицензии Mozilla (MPL/GPL/LGPL).		бессрочно
6	VLC Media player	1	Свободно распространяется на условиях лицензии GNU GPL		бессрочно
7	Операционная система Ubuntu	6	свободная лицензия		бессрочно
8	Дистрибутив Python Anaconda	6	свободная лицензия		бессрочно
9	Офисный пакет Libre Office	6	свободная лицензия		бессрочно

7. Образовательные технологии

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Творческие задания в форме изложения проблемного материала;
- Групповые оценки и взаимооценки: а именно рецензирование аспирантами выступлений друг друга.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Самостоятельная работа включает в себя:

- формулирование проблемных вопросов в результате самостоятельного изучения темы с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;
- конспектирование;
- решение задач по физике магнитосферы, заданных преподавателем.

При необходимости, в процессе работы над заданием, аспирант может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для обучения имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием.

9. Контроль качества освоения программы аспирантуры

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Планируемые результаты освоения дисциплины

Знать

- современные представления о структуре магнитосферы в целом, об основных ее областях, включая радиационные пояса, плазмосферу, плазменный и нейтральный слои, доли хвоста;
- современные методы исследования магнитосферы и её поведения в различных геофизических условиях;
- основные теоретические представления о строении магнитосферы.

Уметь

- применить современные знания о строении и свойствах магнитосферы для понимания геофизических явлений в околоземном космическом пространстве;
- проводить качественный анализ магнитосферных данных на основе теоретических и эмпирических моделей
- количественно оценить влияние того или иного процесса на общую картину поведения магнитосферы.

Владеть

- базовой терминологией для описания характеристик магнитосферы;
- методами обработки экспериментальных данных;
- навыками работы с научной информацией в области магнитосферных исследований;
- основными математическими методами решения задач магнитосферы.

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости аспиранта, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра. Текущий контроль знаний обучающихся организован как: 1) устный групповой опрос для повторения и закрепления главных тезисов тем, формулирования и обсуждения проблемных вопросов; 2) представления решений задач, заданных преподавателем. После освоения материала раздела учащиеся готовят коллективное сообщение по освещению основных и проблемных вопросов.

Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений аспиранта.

Объектами оценивания выступают:

- Учебная дисциплина - активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- Степень усвоения теоретических знаний.

Оценочные средства для оценки текущей успеваемости аспирантов

Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Раздел/Тема	ОС	Содержание задания
Основные понятия физики магнитосферной плазмы	собеседование	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу.
Магнитосфера Земли, ее структура и динамика в возмущенное время	собеседование	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу
Космическая погода-основные последствия солнечных бурь на Земле	собеседование	Составить и обсудить на занятии проблемные вопросы по изученному разделу

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине осуществляется по окончании дисциплины, в виде **зачета** в соответствии с графиком учебного процесса. Проверка наличия конспектов и решения задач по дисциплине является допуском к зачету. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий), аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для зачета

Раздел 1. Структура верхней атмосферы

1. Радиусы Дебая и циклотронный, плазменная частота и гирочастота. Квазинейтральность, пределы применимости магнитной гидродинамики.
2. Дрейфы частиц в магнитосфере. Скорость дрейфа, адиабатические инварианты: продольный и магнитный момент. В чем отличие дрейфа в скрещенных полях \mathbf{E} и \mathbf{B} от остальных? Как зависит энергия захваченных частиц от радиального расстояния от Земли?
3. Вмороженность плазмы, понятие силовой трубки и как с ее помощью можно объяснить формирование границы магнитосферы?
4. Солнечный ветер, основные параметры в спокойное и возмущенное время, направление скорости и ММП, как формируется спиральная структура ММП?
5. Основные системы координат, применяемые в солнечно-земной физике
6. МГД разрывы, в чем главное отличие тангенциального и контактного разрывов от ударного и вращательного? Закон распыливания разрывов в зависимости от времени.

Раздел 2. Магнитосфера Земли, ее структура и динамика в возмущенное время

1. Как пересоединение превращает тангенциальный разрыв во вращательный? На каких погранслоях магнитосферы реализуются тангенциальный и вращательный разрывы и где конкретно? Какой тип разрыва на магнитопаузе объясняет модель Чепмена-Ферраро?
2. Магнитосферная конвекция. Открытая (Данжи) и закрытая модели (Аксфорда-Хайнса) магнитосферы, их относительный вклад в разность электрических потенциалов на полярной шапке.
3. Проводимость ионосферной плазмы, 3 типа, их соотношение в области E. На каких высотах реализуется динамо эффект? Какой ток переносят электроны, а какой ионы – Педерсена или Холла? Какой из них создает магнитный эффект под ионосферой высоких широт, а какой Джоулев нагрев?
4. Кинематическая модель обтекания магнитосферы Спрайтера, Алксне. При какой ориентации ММП магнитное поле в магнитослое становится максимальным, при какой минимальным? Какая асимметрия утро-вечер в распределении магнитного поля в магнитослое реализуется при средней спиральной ориентации ММП?
5. Геомагнитные вариации, индексы геомагнитной активности K_p , A_E (A_L, A_I), Dst
6. Строение магнитосферы внутренней и внешней. Схема магнитосферной конвекции, плазмосфера, радиационные пояса, кольцевой ток, плазменный слой, нейтральный слой. Их изменения с ростом геомагнитной активности.
7. Продольные токи, их связь с градиентами теплового давления и завихренностью на границах магнитосферы и плазменного слоя, с выплесками электронов в ионосфере и полярными сияниями.
8. Основные фазы развития суббури, суббури в полярных сияниях. Как расположен овал полярных сияний?
9. Явления в хвосте магнитосферы во время подготовительной фазы суббури, динамика плазменного и нейтрального слоев.

10. Явления в хвосте магнитосферы во время взрывной фазы суббури. Динамика частичного кольцевого тока, восточного и западного электроджетов. Диполизация и механизмы формирования западного электроджета. Какое соотношение направлений скорости конвекции и тока Холла в ионосфере?
11. Магнитосферные бури, ее фазы. Какие токи вносят основной вклад в Dst-вариацию? Насыщение токов в хвосте и соотношение вклада токов в хвосте и кольцевого тока в Dst-вариацию.
12. Насыщение радиуса подсолнечной точки магнитопаузы, площади полярной шапки и переносимого через нее в ионосферу магнитного потока магнитосферы в зависимости от южной компоненты ММП и динамического давления солнечного ветра.
13. Три типа МГД волн в однородной плазме. Их дисперсионные уравнения и фазовые скорости. Какие параметры в них возмущаются?
14. Механизм пучковой неустойчивости в плазме.
15. Механизм неустойчивости Кельвина-Гельмгольца.
16. Механизм неустойчивости Рэлея-Тейлора.
17. Регулярные и иррегулярные геомагнитные пульсации. Какие из них наблюдаются во время начала взрывной фазы суббурь?

Раздел 3. Космическая погода-основные последствия солнечных бурь на Земле

1. Основные типы воздействия солнечного ветра после солнечных вспышек на живые организмы и аппаратуру на космических аппаратах.
2. Основные последствия супербурь на Земле.

Задачи: №№ 1-4- к разделу 1, остальные – к разделу 2.

- 1) Найти положения точек либрации, в которых уравниваются силы гравитационного притяжения Земли и: а) Солнца, б) Луны.
- 2) Рассчитать значение L-оболочки геостационарной орбиты.
- 3) Рассчитать значения гирочастот и плазменной частот электронов и протонов, их гирорадиусов в ионосфере, магнитосфере, солнечном ветре и в солнечной короне для характерных параметров сред, приведенных в таблице.
- 4) Найти значения плотности плазмы солнечного ветра в спокойных и возмущенных условиях, когда доля альфа частиц изменяется от 5% до 20% после вспышек на Солнце, считая, что концентрация протонов не изменяется и составляет $n=5 \text{ см}^{-3}$.
- 5) Значения скорости солнечного ветра $v=400 \text{ км/с}$ и его плотности $n=5 \text{ см}^{-3}$, найти положение подсолнечной точки магнитопаузы (расстояние r_0 до центра Земли), считая значение поля на границе равным двойному полю земного диполя и пренебрегая наличием межпланетного магнитного поля.
- 6) Оценить смещение положения подсолнечной точки магнитопаузы Δr относительно положения, найденного в предыдущей задаче, при появлении магнитного поля в солнечном ветре, считая последнее много меньшим геомагнитного.
- 7) Во сколько раз нужно увеличить суммарное динамическое и магнитное давление солнечного ветра, чтобы уменьшить расстояние до подсолнечной точки магнитопаузы в 2 раза?
- 8) Считая, что межпланетное электрическое поле полностью проникает через «открытую» магнитопаузу, для след. Параметров солнечного ветра: $V_{\text{св}}=400 \text{ км/с}$; $B_{\text{св}}=5 \text{ нТ}$ найти:
 - а) значение L наиболее удаленной точки сепаратрисы – вечернего выступа плазмопаузы в 18 LT
 - б) длину «линии пересоединения» в солнечном ветре для разности потенциалов через полярную шапку $\Delta\varphi = 20 \text{ кВ}$.
- 9) Считая, что магнитное поле солнечного ветра направлено по отношению к поверхности головной ударной волны по нормали на утренней стороне и по касательной на вечерней стороне оценить соотношение значений внешнего магнитного давления в магнитослое на утреннем и вечернем флангах магнитосферы.
- 10) Аппроксимируя кольцевой ток тонким

кольцом радиуса $r = 6R_E$, найти величину тока в нем во время сильной магнитосферной бури 20.11.2003, когда величина Dst вариации (понижение геомагнитного поля на экваторе) достигло значения $Dst = -480$ нТ.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, если основной материал усвоен, аспирант приобрел необходимые знания и умения;
- оценка «не зачтено» - если основной материал усвоен недостаточно, аспирант не приобрел необходимых знаний и умений.