



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.5.2

Наименование дисциплины (модуля) **Физика ионосферы**

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

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 35 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

1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы.....	5
5. Содержание дисциплины (модуля)	5
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>
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.....	9
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	10
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	10
<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>
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	12
10. Образовательные технологии	12
11. Оценочные средства (ОС)	12

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 ионосферы», изучаемого студентами в течение восьмого семестра.

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

Для достижения данной цели поставлены *задачи*:

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

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП:

Дисциплина «Физика ионосферы» является дисциплиной вариативной части Профессионального (специального) 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 ионосферы» 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 ионосферы» студент должен:

Знать:

- общие сведения о нейтральной атмосфере Земли;
- общие сведения об ионизирующем излучении Солнца;
- основные закономерности процессов, происходящих в ионосфере;
- основные о строении ионосферы;
- механизмы возникновения электрических полей и токов в ионосфере;
- основные сведения о распространении радиоволн в ионосфере;
- основные методы экспериментального изучения ионосферы.

Уметь:

- применять полученные знания для интерпретации физических процессов в ионосфере;
- пользоваться основными формулами физики ионосферы.

Владеть, иметь представление

- о процессах, происходящих в ионосфере
- о структуре ионосферы;
- об электрических полях и токах в ионосфере;
- о радиофизических и иных методах экспериментального исследования ионосферы.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)	40	40			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)					
КСР	4	4			
Самостоятельная работа (всего)	32	32			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)	-				
Расчетно-графические работы	6	6			
Реферат (при наличии)	-				
Решение задач	26	26			
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. НЕЙТРАЛЬНАЯ АТМОСФЕРА

1.1. *Общее строение верхней атмосферы. Атмосферные слои. Энергетический баланс в атмосферных слоях.*

1.2. *Гидростатическое равновесие атмосферы и его устойчивость.*

1.3. *Диффузионное равновесие атмосферы.*

1.4. *Ветры в атмосфере. Ветры в тропосфере, геострофический ветер в средней атмосфере, термический ветер в верхней атмосфере.*

1.5. *Колебания в атмосфере. Приливы, внутренние гравитационные и акустические волны.*

2. ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ И КОРПУСКУЛЯРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ
 - 2.1. Радиативная и ударная ионизация атомов и молекул. Диссоциация молекул. Сечение поглощения, ионизации и диссоциации.
 - 2.2. Спектр электромагнитного излучения Солнца. Ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма – излучения Солнца.
 - 2.3. Корпускулярное ионизирующее излучение Солнца.
 - 2.4. Высыпания высокоэнергичных частиц из магнитосферы.
 - 2.5. Ионизация космическими лучами.
3. ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ИОНОСФЕРЕ
 - 3.1. Ионизация и диссоциация. Чепменовская функция ионообразования.
 - 3.2. Скорость ионообразования корпускулярным излучением.
 - 3.3. Рекомбинация. Чепменовские α и β - слои. Двухступенчатая рекомбинация.
 - 3.4. Фотохимия ионосферы.
 - 3.5. Диффузия плазмы в ионосфере.
 - 3.6. Тепловой баланс. Кинетика сверхтепловых электронов.
4. СТРУКТУРА ИОНОСФЕРНЫХ СЛОЕВ.
 - 4.1. Скорость ионообразования в ионосфере.
 - 4.2. Рекомбинация в ионосфере. E и $F1$ - слои.
 - 4.3. Диффузия в ионосфере и $F2$ - слой.
 - 4.4. D - слой.
5. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ВАРИАЦИИ ИОНОСФЕРЫ
 - 5.1. Полярная ионосфера.
 - 5.2. Авроральная и субавроральная ионосфера, полярные сияния.
 - 5.2. Экваториальная ионосфера.
 - 5.3. Суточные и сезонные вариации ионосферы. Зимняя аномалия.
 - 5.4. Ионосферные эффекты магнитосферных бурь.
 - 5.5. Численные модели ионосферы
6. ИОНОСФЕРА И ПЛАЗМОСФЕРА
 - 6.1. Геомагнитное поле, магнитное сопряжение.
 - 6.2. Диффузионное равновесие ионосферы и плазмосферы.
7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОЛЯ И ТОКИ В ИОНОСФЕРЕ
 - 7.1. Проводимость ионосферной плазмы.
 - 7.2. Интегральная проводимость.
 - 7.3. Механизм ионосферного динамо.

7.4. S_q - вариации

7.5. Полярные электроджеты.

7.6. Экваториальная электроструя.

8. ДВИЖЕНИЯ В ИОНОСФЕРЕ

8.1. Дрейф в электрическом поле, полярные конвективные ячейки.

8.2. Полярный ветер

8.3. Перемещающиеся ионосферные возмущения

9. ГИДРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ В ИОНОСФЕРЕ

9.1. Уравнения гидромагнитных колебаний ионосферной плазмы.

9.2. МГД – волновод в слое F_2 .

9.3. Ионосферный альфвеновский резонатор.

9.4. Ионосферные проявления магнитосферных гидромагнитных волн.

9.5. Магнитотеллурическое зондирование.

10. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ.

10.1. Радиозондирование ионосферы.

10.2. Метод некогерентного рассеяния.

10.3. JPS – томография.

10.3. Оптические методы.

10.4. Магнитометрические методы.

10.5. Баллоны, ракеты, спутники.

10.6. Активные эксперименты в ионосфере.

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)							
		2.2.	2.3	2.4					
1.	астрофизика								

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.	НЕЙТРАЛЬНАЯ АТМО-	Нейтральная атмосфера	2	2			2	6

	СФЕРА							
2.	ИОНИЗИ- РУЮЩЕЕ ЭЛЕКТРО- МАГНИТНОЕ И КОРПУС- КУЛЯРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ.	Ионизирующее электромаг- нитное и кор- пускулярное излучение.	2	2			2	6
3.	ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕ- СКИЕ ПРО- ЦЕССЫ В ИОНОСФЕРЕ	Основные фи- зические про- цессы в ионо- сфере	2	2			6	10
4.	СТРУКТУРА ИОНОСФЕР- НЫХ СЛОЕВ.	Структура ионосферных слоев.	1	1			2	4
5.	ПРОСТРАН- СТВЕННЫЕ И ВРЕМЕН- НЫЕ ВАРИ- АЦИИ ИОНОСФЕ- РЫ	Простран- ственные и временные ва- риации ионо- сферы	2	2			2	6
6.	ИОНОСФЕРА И ПЛАЗМО- СФЕРА	Ионосфера и плазмосфера	2	2			2	6
7.	ЭЛЕКТРИ- ЧЕСКИЕ ПОЛЯ И ТО- КИ В ИОНО- СФЕРЕ	Электрические поля и токи в ионосфере	2	2			4	8
8.	ДВИЖЕНИЯ В ИОНО- СФЕРЕ	Движения в ионосфере	2	2			2	6
9.	ГИДРОМАГ- НИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ	Гидромагнит- ные колебания в ионосфере	1	1			4	6

	В ИОНОСФЕРЕ							
10.	ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ	Экспериментальные методы исследования ионосферы	2	2			6	10

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. Гидростатическое равновесие атмосферы и его устойчивость.	1. Исследование гидродинамического равновесия в политропических моделях атмосферы. 2. Вывод критерия Рэлея - Тейлора	3	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	ПК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-5 ПК-9 ПК-10 ОК-1 ОК-5
2.	3.1. Ионизация и диссоциация. Чепменовская функция ионообразования.	1. Исследование чепменовской функции ионообразования 2. Вычисление амбиполярное электрического поля диффузии плазмы в ионосфере.	3	Решение задач, контрольная работа, устный опрос	
3.	7.1. Проводимость ионосферной	1. Вычисление проводимости частично ионизированной плазмы в магнитном поле. 2. Вычисление интегральной проводимости ионосферного слоя.	4	Решение задач, контрольная работа	

	плазмы. 7.2. Интегральная проводимость.			та, устный опрос	
4.	9.1. Уравнения гидромагнитных колебаний ионосферной плазмы.	1. Анализ гидромагнитных колебаний замагниченной плазмы. 2. Гидромагнитные резонаторы и волноводы	4		
5.	10.1. Радиозондирование ионосферы. 10.2. Метод некогерентного рассеяния. 10.3. JPS – томография.	1. Обработка и анализ ионограмм. 2. Обработка данных некогерентного рассеяния. 3. Анализ движений ионосферы по данным полного электронного содержания	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. Харгривс Д.К. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи / Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 351 с.

3. Брюннели Б.Е. Физика ионосферы. – М.: Книга по Требованию, 2012. 527 с. – ISBN 978-5-458-31270-7.
4. Гершман Б.Н. Динамика ионосферной плазмы. – М.: Наука, 1974. – 256 с.
5. Жеребцов Г.А., Мизун Ю.Г., Мингалев В.С. Физические процессы в полярной ионосфере. – М.: Наука, 1988. – 231, [1] с.: ил. – Библиогр.: с. 427-422. – ISBN 5-02-000727-7.
6. Кринберг И.А., Тащилин А.В. Ионосфера и плазмосфера. – М.: 1984. – 240 с.
7. Ляцкий В.Б., Мальцев Ю.П. Магнитосферно-ионосферные взаимодействия – М.: Наука, 1983. – 312 с.
8. Деминов М.Г. Ионосфера Земли. В кн. «Плазменная гелиогеофизика», под ред. Зеленого Л.М. и Веселовского И.С. – М.6 Физматлит, 2008. – 288 с.

б) дополнительная литература

1. Гершман Б.Н. Явление F^+ - рассеяния в ионосфере / Э.С. Казимировский, В.Д. Кокоуров, Н.А. Чернобровкина. – М.: Наука. 1984. – 412 с.
2. Колесник А.Г., Голиков И.А., Чернышев В.И. Математические модели ионосферы / Томск: МГП «РАСКО», 1993. – 270 с.
3. Кринберг И.А. Кинетика электронов в ионосфере и плазмосфере Земли / М.: Наука, 1978. – 234 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 походы 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 *Скорость ионообразования в ионосфере*

УСТНО:

1. Основные процессы ионообразования в ионосфере.
2. Электромагнитное ионизирующее излучение Солнца.
3. Корпускулярное ионизирующее излучение.

4. Чепменовская функция ионообразования.

ПИСЬМЕННО:

1. Оценить скорость ионообразования в максимуме чепменовского слоя для характерных значений мощности солнечного УФ-излучения и высотного профиля плотности нейтральной атмосферы и сечения поглощения атомарного кислорода.
2. Оценить различие в скорости ионообразования в полдень зимнего и летнего солнцестояния на широте Иркутска. Учесть различие зимнего и летнего высотных профилей плотности атмосферы.
3. Учитывая сферичность Земли, оценить высоту максимума чепменовского слоя в момент заката (восхода) Солнца.

Примерный список устных вопросов:

1. Характеристика атмосферных слоев – тропосферы, стратосферы, мезосферы и термосферы.
2. Барометрическая формула.
3. Распределение парциальных концентраций в гетеросфере.
4. Роль силы Кориолиса и горизонтальных градиентов давления в механизме глобальной ветровой системы.
5. Физический механизм атмосферных приливов.
6. АГВ и ВГВ в изотермической атмосфере.
7. Электромагнитное ионизирующее излучение Солнца.
8. Корпускулярное ионизирующее излучение.
9. Основные процессы ионообразования в ионосфере.
10. Чепменовская функция ионообразования.
11. Механизмы рекомбинации на разных уровнях ионосферы.
12. Диффузия ионов в ионосфере.
13. Диффузионное равновесие ионосферы и плазмосферы.
14. Продольная, педерсеновская и холловская проводимость ионосферы.
15. Генерация электрического поля и токов движением нейтральной атмосферы.
16. Конвекция плазмы в ионосфере.
17. Основные ионосферные электроджеты.
18. Геомагнитные вариации по спокойным дням.
19. Гидромагнитные волны в ионосфере.

20. Ионосферно-магнитосферные связи.
21. Ионнограммы.
22. Физические основы метода некогерентного рассеяния.
23. Мониторинг ПЭС с помощью систем ГЛОНАСС и GPS/
24. Глобальная сеть ИНТЕРМАГНЕТ.
25. Эксперименты по нагреву ионосферы электромагнитным излучением.

11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Примерный список вопросов к экзамену:

- 1) Общее строение верхней атмосферы. Атмосферные слои. Энергетический баланс в атмосферных слоях.
- 2) Гидростатическое равновесие атмосферы и его устойчивость.
- 3) Диффузионное равновесие атмосферы.
- 4) Ветры в атмосфере. Ветры в тропосфере, геострофический ветер в средней атмосфере, термический ветер в верхней атмосфере.
- 5) Колебания в атмосфере. Приливы, внутренние гравитационные и акустические волны.
- 6) Радиативная и ударная ионизация атомов и молекул. Диссоциация молекул. Сечение поглощения, ионизации и диссоциации.
- 7) Спектр электромагнитного излучения Солнца. Ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма – излучения Солнца.
- 8) Корпускулярное ионизирующее излучение Солнца.
- 9) Высыпания высокоэнергичных частиц из магнитосферы.
- 10) Ионизация космическими лучами.
- 11) Ионизация и диссоциация. Чепменовская функция ионообразования.
- 12) Скорость ионообразования корпускулярным излучением.
- 13) Рекомбинация. Чепменовские α и β - слои. Двухступенчатая рекомбинация.
- 14) Фотохимия ионосферы.
- 15) Диффузия плазмы в ионосфере.
- 16) Тепловой баланс. Кинетика сверхтепловых электронов.
- 17) Скорость ионообразования в ионосфере.
- 18) Рекомбинация в ионосфере. E и $F1$ - слои.
- 19) Диффузия в ионосфере и $F2$ - слой.
- 20) D - слой.
- 21) Полярная ионосфера.
- 22) Авроральная и субавроральная ионосфера, полярные сияния.
- 23) Экваториальная ионосфера.
- 24) Суточные и сезонные вариации ионосферы. Зимняя аномалия.

- 25) Ионосферные эффекты магнитосферных бурь.
- 26) Численные модели ионосферы.
- 27) Геомагнитное поле, магнитное сопряжение.
- 28) Диффузионное равновесие ионосферы и плазмосферы.
- 29) Проводимость ионосферной плазмы.
- 30) Интегральная проводимость.
- 31) Механизм ионосферного динамо.
- 32) S_q - вариации.
- 33) Полярные электроджеты.
- 34) Экваториальная электроструя.
- 35) Дрейф в электрическом поле, полярные конвективные ячейки.
- 36) Полярный ветер.
- 37) Перемещающиеся ионосферные возмущения.
- 38) Уравнения гидромагнитных колебаний ионосферной плазмы.
- 39) МГД – волновод в слое $F2$.
- 40) Ионосферный альфвеновский резонатор.
- 41) Ионосферные проявления магнитосферных гидромагнитных волн.
- 42) Магнитотеллурическое зондирование.
- 43) Радиозондирование ионосферы.
- 44) Метод некогерентного рассеяния.
- 45) JPS – томография.
- 46) Оптические методы.
- 47) Магнитометрические методы.
- 48) Баллоны, ракеты, спутники.
- 49) Активные эксперименты в ионосфере.

Разработчики:

Мазур
(подпись)

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

В.А., Мазур
(инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры общей и космической физики ИГУ
«5» 11 2013 г.

Протокол № 3 Зав.кафедрой Мазур