

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Радиофизические методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса М2.ДВ.2

Направление подготовки: 011800.68 - Радиофизика

Профиль подготовки: Квантовая радиофизика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Хуторова О.Г.

**Рецензент(ы):**

Тептин Г.М.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Акчурин А. Д.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 664814

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Хуторова О.Г. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Olga.Khutorova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Сформировать представления о современных методах исследования атмосферы с учетом физики протекающих процессов, взаимодействии атмосферы и ионосферы с космосом.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.68 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина - М2.ДВ.2

Входные курсы: Физика, Генерация и распространение радиоволн, Распространение радиоволн в средах со случайными неоднородностями, Радиоизмерения и анализ случайных процессов, Численные методы и математическое моделирование.

Требования к знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей) - знания молекулярной физики, термодинамики, механики сплошных сред, радиофизики и распространения радиоволн, статистической радиофизики, оптики; умение эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование, умение пользоваться современными методами обработки результатов радиоизмерений.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение
ОК-5 (общекультурные компетенции)	способностью выдвигать новые идеи
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач по исследованиям атмосферы, ионосферы и космоса
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способностью к ведению документации по научно-исследовательской работе (смет, заявок на материалы, оборудование) с учетом существующих требований и форм отчетности

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью к подготовке и проведению лабораторных и семинарских занятий (включая участие в разработке учебно-методических пособий), к руководству научной работой студентов младших курсов и школьников в области физики и радиофизики

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

физику процессов в атмосфере, ионосфере и космосе;

2. должен уметь:

анализировать экспериментальные результаты и грамотно их представлять.

3. должен владеть:

методами дистанционного зондирования атмосферы и ионосферы.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания и умения на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Цели и назначение курса.	3	1	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Строение и состав атмосферы	3	2	2	0	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.	3	3	2	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Динамика атмосферы	3	4	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Ионосфера	3	5	2	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса	3	5 -17	4	0	14	научный доклад отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	зачет
	Итого			14	0	14	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Введение. Цели и назначение курса.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Введение. Цели и назначение курса. Происхождение Земли. Земля и космос.

### Тема 2. Строение и состав атмосферы

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Состав атмосферы, основные газы. Малые газовые составляющие атмосферы, их роль в фотохимии атмосферы и формировании климата Земли. Аэрозоль, его роль в атмосферных процессах, методы исследования. Стратификация атмосферы. Строение и физика нижней атмосферы (тропосферы) Земли. Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера) Строение и физика верхней атмосферы (ионосфера, магнитосфера). Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы

### Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Физика Солнца. Основные световые характеристики Солнца. Спектры излучения Земли и Солнца. Солнечная активность. Радиационный баланс атмосферы. Атмосферная радиация. Ослабление электромагнитных волн в атмосфере. Оптическая толщина атмосферы. Рассеяние электромагнитных волн в атмосфере. Тепловой спектр Земли. Альbedo Земли. Тепловой баланс атмосферы.

### Тема 4. Динамика атмосферы

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Уравнения гидротермодинамики атмосферы. Общая циркуляция атмосферы, методы исследования Турбулентность в нижней и средней атмосфере Акустико-гравитационные волны в нижней и средней атмосфере. Мезомасштабные атмосферные процессы. Волны Россби в нижней и средней атмосфере. Волны Кельвина. Квазидвухлетняя цикличность.

### Тема 5. Ионосфера

#### *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Строение и физика верхней атмосферы (ионосфера, магнитосфера). Состав ионосферы, строение, механизмы образования, влияние на распространение радиоволн. Связь с солнечной активностью. Сезонные и суточные процессы. Динамика ионосферы.

### Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы. Лидарные исследования  
 Радиометрические исследования Акустическое зондирование пограничного слоя  
 Радиозондовые измерения Спутниковые исследования атмосферы

**лабораторная работа (14 часа(ов)):**

Темы работ Основы работы спутниковых навигационных систем Орбиты спутников ГЛОНАСС  
 и GPS Расчет радиотрасс Оценка общего электронного содержания ионосферы Рефракция  
 радиоволн в нейтральной атмосфере

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Цели и назначение курса.	3	1	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Строение и состав атмосферы	3	2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.	3	3	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Динамика атмосферы	3	4	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
5.	Тема 5. Ионосфера	3	5	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса	3	5 -17	Анализ результатов лабораторных работ, подготовка отчета	6	отчет
				Изучение материала по теме "Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса", подготовка к научно	28	научный доклад
Итого					44	

**5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Активные и интерактивные формы проведения занятий (работа с реальными приемниками сигналов ГЛОНАСС и GPS, выполнение и защита заданий практических работ, разбор конкретных ситуаций, объяснение результатов реального физического эксперимента)

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**



## **Тема 1. Введение. Цели и назначение курса.**

устный опрос , примерные вопросы:

Введение. Цели и назначение курса. Происхождение Земли. Земля и космос. Магнитное поле Земли. Радиационные пояса Земли.

## **Тема 2. Строение и состав атмосферы**

устный опрос , примерные вопросы:

Строение и физика нижней атмосферы (тропосферы) Земли. Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера) Строение и физика верхней атмосферы (ионосфера, магнитосфера)) Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы Состав атмосферы, основные газы. Малые газовые составляющие атмосферы, их роль в фотохимии атмосферы и формировании климата Земли. Аэрозоль, его роль в атмосферных процессах, методы исследования.

## **Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основные световые характеристики Солнца. Спектральное распределение солнечной энергии. Ослабление электромагнитных волн в атмосфере. Оптическая толщина атмосферы. Рассеяние электромагнитных волн в атмосфере. Тепловой спектр Земли. Альbedo Земли. Тепловой баланс атмосферы.

## **Тема 4. Динамика атмосферы**

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнения гидротермодинамики атмосферы. Общая циркуляция атмосферы, методы исследования Турбулентность в нижней и средней атмосфере Акустико-гравитационные волны в нижней и средней атмосфере. Мезомасштабные атмосферные процессы. Волны Россби в нижней и средней атмосфере. Волны Кельвина. Квазидвухлетняя цикличность.

## **Тема 5. Ионосфера**

устный опрос , примерные вопросы:

Ионосфера: состав, строение, механизмы образования, влияние на распространение радиоволн.

## **Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса**

научный доклад , примерные вопросы:

Обсуждение подготовленных докладов, темы: Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы. Лидарные исследования Радиометрические исследования Акустическое зондирование пограничного слоя Радиозондовые измерения Спутниковые исследования атмосферы

отчет , примерные вопросы:

Защита отчета по лабораторной работе, темы: Основы работы спутниковых навигационных систем Орбиты спутников ГЛОНАСС и GPS Расчет радиотрасс Оценка общего электронного содержания ионосферы Рефракция радиоволн в нейтральной атмосфере

## **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Компетенции, указанные в п.3 программы нарабатываются путем изучения литературы, посещения лекций, подготовки научного доклада и выполнения лабораторных работ, данных преподавателем.

Самостоятельная работа студентов включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература, использование ресурсов интернета);
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к сдаче зачета по изучаемой дисциплине.

Самостоятельная работа обеспечивается дополнительно ЭОР "Физика атмосферы"  
<http://tulpar.kfu.ru/course/view.php?id=1152>

Научный доклад готовится студентом по заданной теме. В рамках задания студент изучает источники и формулирует актуальные на данный момент темы, которые нужно обсудить для того, чтобы приобрести уверенность в вопросах радиофизических методов исследования ат-мосферы, ионосферы и космоса.

Лабораторная работа, заданная преподавателем выполняется на в лаборатории каф. радио-астрономии с использованием программно-аппаратного комплекса мониторинга атмосферы, после выполнения студент оформляет отчет. Отчет должен содержать цель работы, задачу ра-боты, решение этой задачи и выводы.

темы:

Основы работы спутниковых навигационных систем.

Орбиты спутников ГЛОНАСС и GPS

Расчет радиотрасс

Оценка общего электронного содержания ионосферы

Рефракция радиоволн в нейтральной атмосфере

Общее количество баллов - 100

Работа в семестре - 50

Посещаемость и активная работа на занятиях - 10

Выполнение лабораторных работ - 40 (3 работы)

Зачет - 50 б

1. Строение атмосферы. Ближний и дальний космос их воздействие на атмосферу Земли.
2. Магнитное поле Земли. Радиационные пояса.
3. Состав атмосферы, основные газы.
4. Малые газовые составляющие атмосферы, их источники и роль в атмосферных процессах.
5. Аэрозоль, его источники и роль в атмосферных процессах.
6. Водяной пар в атмосфере. Законы статики. Адиабатические процессы
7. Основные световые характеристики Солнца. Спектральное распределение солнечной энергии.
8. Ослабление электромагнитных волн в атмосфере. Оптическая толщина атмосферы.
9. Рассеяние электромагнитных волн в атмосфере.
10. Тепловой спектр Земли. Альbedo Земли.
11. Тепловой баланс атмосферы.
12. Мировой океан и его взаимодействие с атмосферой
13. Круговорот воды. Испарение, облака, осадки.
14. Общая циркуляция, основные силы, действующие в атмосфере
15. Уравнения гидротермодинамики атмосферы.
16. Масштабы атмосферных процессов.
17. Динамика нижней атмосферы (тропосферы) Земли.
18. Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы
19. Динамика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера)
20. Турбулентность в атмосфере
21. Акустико-гравитационные волны в атмосфере.
22. Планетарные волны в атмосфере.
23. Изменение климата, естественные причины
24. Изменение климата, антропогенное воздействие



25. Ионосфера: состав, строение, механизмы образования, влияние на распространение радиоволн
26. Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы.
27. Лидарные исследования
28. Радиометрические исследования
29. Акустическое зондирование пограничного слоя
30. Радиозондовые измерения
31. Спутниковые исследования атмосферы

### **7.1. Основная литература:**

- Спутниковый мониторинг Земли, Захаров, Александр Иванович;Яковлев, Олег Изосимович;Смирнов, Владимир Михайлович, 2013г.
- Спутниковый мониторинг Земли, Яковлев, Олег Изосимович;Павельев, Александр Геннадьевич;Матюгов, Станислав Сергеевич, 2010г.
2. Хуторова О.Г. Радиофизические методы исследования атмосферы и ионосферы. [Электронный ресурс] - Казань:2011.- 48 с.  
[http://kpfu.ru//staff\\_files/F2065088399/Laboratornye.pdf](http://kpfu.ru//staff_files/F2065088399/Laboratornye.pdf) Эл. ресурс

### **7.2. Дополнительная литература:**

- Теория общей циркуляции атмосферы, Переведенцев, Юрий Петрович;Мохов , Игорь Иванович;Елисеев, Алексей Викторович, 2013г.
- Волновые процессы в приземной атмосфере по синхронным измерениям примесей и метеопараметров, Хуторова, Ольга Германовна, 2005г.
- Привалов, В. Е., Фотиади, А. Э., Шеманин, В. Г. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы: учеб. пособие. Москва: Лань. 2013  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5851](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5851) Эл. ресурс

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

- The International GNSS Service - <http://igscb.jpl.nasa.gov/>
- Институт космических исследований - <http://www.iki.rssi.ru/>
- сайт кафедры радиоастрономии - <http://old.ksu.ru/f6/k12/index.php>
- сайт НАСА - <http://nasa.gov/>
- сайт проф. Хуторовой О.Г. - <http://old.kpfu.ru/f6/index.php?id=12&idm=2&num=29>
- сайт Росгидромета о погоде и климате - <http://www.global-climate-change.ru>

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Радиофизические методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный зал с выходом в Интернет

Лабораторная установка для измерения и анализу радиосигналов ГЛОНАСС и GPS

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.68 "Радиофизика" и магистерской программе Квантовая радиофизика .

Автор(ы):

Хуторова О.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Тептин Г.М. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.