

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талюцкий Д.А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

### Программа дисциплины

Физика атмосферы, ионосферы и космоса Б1.В.ДВ.11

Направление подготовки: 03.03.03 - Радиофизика

Профиль подготовки: Специальные радиотехнические системы

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Хуторова О.Г.

**Рецензент(ы):**

Корчагин Г.Е.

**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 655317

Казань

2017

## 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. (профессор) Хуторова О.Г. Кафедра радиоастрономии Отделение радиофизики и информационных систем ,  
Olga.Khutorova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Сформировать современные представления об атмосфере, как среде распространения радиоволн 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 " Б1.В.ДВ.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.03 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Цикл (раздел) ООП, к которому относится данная дисциплина - Б3.ДВ6

Желательные входные курсы: Генерация и распространение радиоволн, Распространение радиоволн в средах со случайными неоднородностями, Радиоизмерения и анализ случайных процессов

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; 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-12 (общекультурные компетенции)	способностью к правильному использованию общенаучной и специальной терминологии
ОК-14 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области информатики и современных информационных технологий, программными средствами и навыками работы в компьютерных сетях, использованию баз данных и ресурсов Интернет
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью к владению компьютером на уровне опытного пользователя, применению информационных технологий для решения задач в области радиотехники, радиоэлектроники и радиофизики (в соответствии с профилизацией)

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к профессиональному развитию и саморазвитию в области радиофизики и электроники

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

и понимать взаимосвязь процессов в атмосфере, ионосфере и космосе.

2. должен уметь:

ориентироваться в вопросах дистанционного зондирования атмосферы и ионосферы, анализировать экспериментальные результаты и грамотно их представлять.

3. должен владеть:

сведениями о физических процессах в атмосфере и ионосфере.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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.	7	1-2	4	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Строение и состав атмосферы	7	3-4	4	0	0	Устный опрос
3.	Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.	7	5-6	4	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	
4.	Тема 4. Динамика атмосферы	7	7-8	4	0	0	Устный опрос
5.	Тема 5. Ионосфера	7	9-10	4	0	0	Устный опрос
6.	Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса	7	1-18	4	0	36	Контрольная работа Отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			24	0	36	

## 4.2 Содержание дисциплины

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

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Введение. Цели и назначение курса.

### Тема 2. Строение и состав атмосферы

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Строение и состав 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 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.

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Физика Солнца и атмосферная радиация. 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

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Динамика атмосферы. 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.

### Тема 5. Ионосфера

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

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

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

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса

#### **лабораторная работа (36 часа(ов)):**

Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса. Темы лабораторных работ: 1. Основы работы спутниковых навигационных систем 2. Оценка общего электронного содержания ионосферы по GPS измерениям 3. Расчет влагосодержания атмосферы по GPS измерениям 4. Ослабление дециметровых радиоволн в 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.	7	1-2	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
2.	Тема 2. Строение и состав атмосферы	7	3-4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Физика Солнца и атмосферная радиация.	7	5-6	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
4.	Тема 4. Динамика атмосферы	7	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
5.	Тема 5. Ионосфера	7	9-10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса	7	1-18	подготовка к контрольной работе	16	контрольная работа
				подготовка к отчету	18	отчет
Итого					48	

#### 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 лабораторных 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. Ближний и дальний космос их воздействие на атмосферу Земли. Магнитное поле Земли. Радиационные пояса.

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

устный опрос , примерные вопросы:

Строение и состав атмосферы. Главные газы. Малые газы. Взвешенные частицы. Стратификация атмосферы. Состав атмосферы, основные газы. Малые газовые составляющие атмосферы, их источники и роль в атмосферных процессах. Аэрозоль, его источники и роль в атмосферных процессах. Водяной пар в атмосфере. Круговорот воды. Испарение, облака, осадки. Законы статики. Адиабатические процессы.



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

устный опрос , примерные вопросы:

Физика Солнца. Спектры излучения Земли и Солнца. Солнечная активность. 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. Мировой океан и его взаимодействие с атмосферой.

### **Тема 4. Динамика атмосферы**

устный опрос , примерные вопросы:

Уравнения гидротермодинамики атмосферы. Общая циркуляция атмосферы, методы исследования. Масштабы атмосферных процессов. Динамика нижней атмосферы (тропосферы) Земли. Особенности пограничного и приземного слоя атмосферы Динамика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера). Турбулентность в атмосфере. Акустико-гравитационные волны в атмосфере. Планетарные волны в атмосфере. Изменение климата, естественное и антропогенное воздействие.

### **Тема 5. Ионосфера**

устный опрос , примерные вопросы:

Строение и физика верхней атмосферы (ионосфера, магнитосфера). Ионосфера: состав, строение, механизмы образования, влияние на распространение радиоволн. Динамика ионосферы.

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

контрольная работа , примерные вопросы:

Излучение, как источник информации об объектах при дистанционном зондировании  
Вертикальное и наклонное радиозондирование ионосферы. Лидарные исследования  
Радиометрические исследования Акустическое зондирование пограничного слоя  
Радиозондовые измерения Спутниковые исследования атмосферы Радиотелескопы  
Дистанционное зондирование Земли авиационными средствами Дистанционное зондирование Земли (поверхности) космическими средствами

отчет , примерные вопросы:

Методы исследования атмосферы, ионосферы и космоса. Темы лабораторных работ: 1. Основы работы спутниковых навигационных систем 2. Оценка общего электронного содержания ионосферы по GPS измерениям 3. Расчет влагосодержания атмосферы по GPS измерениям 4. Ослабление дециметровых радиоволн в атмосфере

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету:

Компетенции, указанные в п.3 программы нарабатываются путем изучения литературы, посещения лекций, участия в дискуссии, выполнения лабораторных работ, данных преподавателем.

Лабораторная работа, заданная преподавателем выполняется в лаборатории каф. радиоастрономии, после выполнения студент оформляет отчет. Отчет должен содержать цель работы, задачу работы, решение этой задачи и выводы.

Темы лабораторных работ:

1. Основы работы спутниковых навигационных систем
2. Оценка общего электронного содержания ионосферы по GPS измерениям
3. Расчет влагосодержания атмосферы по GPS измерениям
4. Ослабление дециметровых радиоволн в атмосфере

Общее количество баллов - 100

Работа в семестре - 50

Посещаемость и активная работа на занятиях - 10

Выполнение лабораторных работ - 40 баллов (3 работы)

Зачет - 50 б

Вопросы к зачету

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

### 7.1. Основная литература:

1. Физика Земли : учебник / В.С. Захаров, В.Б. Смирнов. ? М. : ИНФРА-М, 2017. ? 328 с. ?  
<http://znanium.com/bookread2.php?book=635229>
2. Переведенцев Ю. П., Мохов И. И., Елисеев А. В., Теория общей циркуляции атмосферы. [Электронный ресурс] - Казань: 2014.  
<http://vufind.kpfu.ru/opac/Record/RU05CLSL05CEOR05C310309>
3. Хуторова, О.Г. Физика атмосферы. [Электронный ресурс] - Казань: 2014.-  
<http://edu.kpfu.ru/course/view.php?id=838>

### 7.2. Дополнительная литература:



1. 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)
2. Хуторова О.Г. Радиофизические методы исследования атмосферы и ионосферы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] - Казань:2011.- 48 с.  
[http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1414978674/Laboratornye.pdf?p\\_random=127107](http://shelly.kpfu.ru/e-ksu/docs/F1414978674/Laboratornye.pdf?p_random=127107)
3. Низамеев А. Р., Тептин Г. М, Хуторова О. Г, Спутниковая радиотомография тропосферы: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] - Казань: 2015.  
[http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22176/06\\_45\\_001013.pdf](http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22176/06_45_001013.pdf)

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

The International GNSS Service - <http://igsceb.jpl.nasa.gov/>

Институт космических исследований - <http://www.iki.rssi.ru/>

сайт NASA - <http://nasa.gov/>

сайт кафедры радиоастрономии - <http://old.ksu.ru/f6/k12/index.php>

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 "Физика атмосферы, ионосферы и космоса" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный зал, мультимедийный проектор

Лабораторная установка для измерения и анализу радиосигналов ГЛОНАСС и GPS

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 03.03.03 "Радиофизика" и профилю подготовки Специальные радиотехнические системы .

Автор(ы):

Хуторова О.Г. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Корчагин Г.Е. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.