

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

## МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.04 – Гидрометеорология**

Направленность (профиль):  
«Гидрометеорология»

Квалификация:  
**Бакалавр**

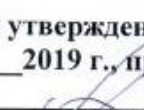
Форма обучения  
**Очная**

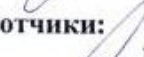

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Гидрометеорология»

  
Абанников В.Н.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
14 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
30 05 2019 г., протокол № 9  
Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:  
 Кузнецов А.Д.  
 Саенко А.Г.

Санкт-Петербург 2019

Составили:

Кузнецов А.Д. – профессор кафедры экспериментальной физики атмосферы

Саенко А.Г. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы

© А.Д. Кузнецов, А.Г.Саенко, 2019.

© РГГМУ, 2019.

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Методы зондирования окружающей среды» – подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных принципов построения и функционирования основных информационно-измерительных систем, используемых для зондирования атмосферы, способов обработки и анализа информации о физическом состоянии атмосферы.

Основные задачи дисциплины «Методы зондирования окружающей среды» связаны с освоением студентами:

- теории основных методов измерений метеорологических величин в свободной атмосфере;
- навыков необходимыми для выполнения зондирования окружающей среды, обработки данных измерений и анализа полученной информации о физическом состоянии атмосферы;
- теоретических принципов, лежащих в основе методов зондирования свободной атмосферы.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Методы зондирования окружающей среды» для направления подготовки 05.03.04 – Гидрометеорология, профиль «Гидрометеорология» относится к обязательным дисциплинам вариативной части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:

- «Физика», «Вычислительная математика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Геофизика», «Картография», «Топография», «Физическая метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация информационно-измерительных метеорологических систем», «Методы наблюдения и анализа в гидрометеорологии».

Параллельно с дисциплиной «Методы зондирования окружающей среды» изучаются:

- «Метеорология и климатология», «Автоматизированные методы обработки гидрометеорологической информации», «Динамическая метеорология», «Метрология, стандартизация и сертификация информационно-измерительных метеорологических систем», «Обработка и представление спутниковой информации средствами геоинформационных систем».

Дисциплина «Методы зондирования окружающей среды» является базовой для освоения дисциплин:

- «Космическая метеорология», «Метеорологическое обеспечение народного хозяйства», «Методы и средства контроля загрязнения атмосферы», «Метеорологическое обеспечение полётов» и др.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик
ОПК-6	Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением

	информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>ПК-1</b>	Владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств
<b>ПК-2</b>	Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Методы зондирования окружающей среды» обучающийся должен:

Знать:

- физические основы функционирования систем зондирования атмосферы, основные физические величины, характеризующие эффективность их функционирования;
- принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков;
- методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем;
- принципы обработки данных от информационно-измерительных систем, используемых для аэрологического зондирования атмосферы.

Уметь:

- проводить зондирование атмосферы;
- обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;
- эксплуатировать информационно-измерительную технику, используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы.

Владеть:

- методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России;
- методикой расчета основных метеорологических параметров по данным аэрологического и радиометеорологического зондирования атмосферы;
- методикой контроля качества зондирования.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Методы зондирования окружающей среды» сведены в таблице.

## Соответствие уровней освоения компетенций планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	2019 г. набора	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180 часов</b>	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>70</b>	
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	
лабораторные занятия	<b>42</b>	
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>110</b>	
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	

#### 4.1.Содержание разделов дисциплины

Очное обучение  
2019 г. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме час	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар, Лаб. работ. Практич	Самост. работа				
1.	Классификация методов зондирования атмосферы	5	2	0	2	Вопросы по разделу	-	ОПК-5	
2.	Оптические методы ветрового зондирования	5	2	4	2	Вопросы по разделу перед практической работой	1	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2	
3.	Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы	5	2	10	6	Вопросы по разделу перед практической работой	1	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2	
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	4	0	6	Вопросы по разделу перед практической работой	1	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2	

5.	Специальные виды зондирования атмосферы	5	2	0	8	Вопросы по разделу	1	ОПК-6 ПК-1
6.	Ракетное зондирование	5	2	0	8	Вопросы по разделу, письменный контроль (тестирование)	1	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2
7.	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	6	4	12	20	Вопросы по разделу перед практической работой	1	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2
8.	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций	6	4	16	26	Вопросы по разделу перед практической работой	1	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2
9.	Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы	6	2	0	16	Вопросы по разделу	-	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2
10.	Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы	6	2	0	10	Вопросы по разделу, защита рефератов	-	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1 ПК-2
11.	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	6	2	0	6	Вопросы по разделу.	1	ОПК-6 ПК-1
	<b>ИТОГО</b>		<b>28</b>	<b>42</b>	<b>110</b>		<b>8</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена					<b>180 часов</b>			

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **4.2.1 Классификация методов зондирования атмосферы**

Предмет и задачи дисциплины. Методы зондирования атмосферы. Аэрологическая информация о вертикальных профилях метеорологических величин в атмосфере и ее практическое значение. Особенности измерения основных метеорологических величин в свободной атмосфере Основные этапы развития методов зондирования окружающей.

### **4.2.2 Оптические методы ветрового зондирования**

Однопунктные шаропилотные наблюдения. Вертикальная скорость шаров-пилотов. Приборы и методика проведения наблюдений. Графический и аналитический метод обработки данных шаропилотных наблюдений. Базисные шаропилотные наблюдения.

### **4.2.3 Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы**

Виды радиоветровых наблюдений. Направленные свойства антенн и виды радиолокационного обзора пространства. Методы определения угловых координат и дальности до объектов в атмосфере. Эффективная площадь рассеяния. Основные элементы и принцип работы импульсных радиолокационных станций. Технические и тактические характеристики импульсных радиолокационных станций. Основное уравнение дальности радиолокационного сопровождения точечной цели. Уравнение радиолокации с активным ответом..

### **4.2.4 Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы**

Аэрологические радиозонды и аэрологические радиолокационные станции. Методика обработка информации, получаемой с помощью информационно-измерительных аэрологических систем.

Система зондирования аэрологического вычислительного комплекса (АВК-1) радиозонд МРЗ. Принцип работы и технические характеристики радиолокационного комплекса. Принцип работы МРЗ-3А.

Система зондирования микроэлектронный аэрологический радиолокатор (МАРЛ-А). Технические характеристики радиолокационного комплекса.

### **4.2.5 Специальные виды зондирования атмосферы**

Задачи и особенности специальных видов зондирования по измерению характеристик состояния атмосферы.

Измерение длинноволновых потоков излучения в атмосфере. Актинометрические радиозонды, особенности их устройства и работы. Актинометрическое зондирование атмосферы.

Измерение общего содержания и концентрации озона. Озонозонды, особенности их устройства и работы. Измерение вертикального распределения концентрации озона в атмосфере. Озонометрическое радиозондирование атмосферы

### **4.2.6 Ракетное зондирование**



Ракетное зондирование атмосферы, его специфика. Метеорологические ракеты. Особенности измерения метеорологических величин при проведении ракетного зондирования.

#### **4.2.7 Физические основы дистанционных методов зондирования атмосферы**

Взаимодействие электромагнитных волн с различными средами.. Радиофизические характеристики атмосферы Земли. Радиорефракция, её виды и методы учета.

#### **4.2.8 Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций**

Эффективная площадь рассеяния облаков. Отражаемость метеорологических объектов. Одноволновый и двухволновый методы радиолокационного зондирования атмосферы.

Процесс радиолокационного зондирования с помощью некогерентных метеорологических радиолокационных станций (МРЛ). Технические и тактические характеристики некогерентных МРЛ. Обработка, представление и интерпретация данных некогерентных МРЛ.

Физические основы когерентных метеорологических радиолокационных измерений. Виды доплеровских метеорологических радиолокационных станций (ДМРЛ).

#### **4.2.9 Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы**

Поляризационные параметры электромагнитных волн. Поляризация электромагнитной волны при отражении от гидрометеорных частиц. Определение агрегатного состояния облаков по поляризации отражённого радиосигнала

#### **4.2.10 Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы**

Радиотепловое излучение, его характеристики. Принципы построения радиометров. Использование радиотеплового излучения для получения метеорологической информации..

#### **4.2.11 Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы**

Основные направления совершенствования аэрологических информационно-измерительных систем наземного и космического базирования.

### **4.3.Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание**

2019 г. набора

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Изучение аэрологических теодолитов.	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
2	2	Обработка данных шаропилотных наблюдений графическим методом.	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
3	2	Обработка данных шаропилотных	Обработка	ОПК-1 ОПК-6

		наблюдений аналитическим методом	данных зондирования	ПК-1, ПК-2
4	3	Обработки данных радиовеетрового зондирования атмосферы	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
5	4	Обработки данных комплексного температурно-ветрового зондирования	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
6	7	Расчет показателя преломления радиоволн	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
7	7	Расчет предельной дальности обнаружения объектов	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
8	7	Анализ основного уравнения радиолокации метеорологических объектов	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2
9	8	Обработка радиолокационных наблюдений за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	Обработка данных зондирования	ОПК-1 ОПК-6 ПК-1, ПК-2

#### **4.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

##### **5.1. Текущий контроль**

5.1.1. Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и ответами на следующей лекции.

5.1.2. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

5.1.3. Защита рефератов по результатам прохождения дежурства.

##### **а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля**

###### **Вопросы на лекции:**

1. Как классифицируются методы зондирования атмосферы.
2. Как определяется скорость и направление ветра при однопунктных шаро-пилотных наблюдениях.
3. Какие основные недостатки однопунктных шаропилотных наблюдений.
4. Чем отличаются однопунктные и базисные шаропилотные наблюдения.
5. Каковы критерии годности аэрологических теодолитов к работе.
6. В чем заключается суть ориентировки теодолитов по буссоли и по «мире».
7. С какой целью определяют азимут и вертикальный угол «миры».
8. Какая система координат используется при обработки данных однопунктных шаропилотных наблюдений.
9. Какие существуют методы обработки данных шаропилотного зондирования атмосферы.
10. Какие блоки содержат отечественные радиозонды.
11. Методика определения угловых координат при радиозондировании атмосферы.

12. Методика определения наклонной дальности аэрологическим радиолокатором.
13. Датчики отечественных радиозондов.
14. Виды специального зондирования атмосферы.
15. Особенности измерения метеорологических величин при ракетном зондировании атмосферы.
16. Особенности распространения электромагнитных волн в идеальной диэлектрике и полупроводящей среде.
17. Физические основы метеорологической радиолокации облаков и осадков.
18. Какие отличия в поляризации электромагнитной волны при отражении от водяной и ледяной частицы.

### **Образцы вопросов для тестирования студентов.**

1. Базисные и однопунктные шаропилотные наблюдения отличаются между собой:
  1. Методом определения угловых координат шаропилота
  2. Методом определения высоты шаропилота
  3. Методом представления данных измерений
  4. Методом учета рефракции
2. При размере отражающего объекта много меньше длины волны падающего электромагнитного излучения происходит:
  1. Зеркальное отражение
  2. Резонансное переизлучение
  3. Диффузионное рассеяние
  4. Дифракция

### **б) Примерные темы рефератов, докладов**

1. Назначение, принцип действия и устройство системы аэрологического зондирования АВК-1.
2. Назначение, принцип действия и устройство системы аэрологического зондирования РПМК-1.
3. Назначение, принцип действия и устройство аэрологического радиозонда МРЗ-3а.
4. Порядок проведения предполетной проверки радиозонда на стенде КИПАС.
5. Назначение, принцип действия и устройство метеорологического радиолокатора МРЛ-5.
6. Порядок получения первичной радиометеорологической информации в срочном режиме работы радиолокатора.
7. Порядок получения первичной радиометеорологической информации в режиме штормоповещения работы радиолокатора.
8. Назначение, принцип действия и устройство системы автоматизированного получения радиометеорологической информации «Метеоячейка».

При подготовке доклада студент должен составить возможно более полное описание раскрывающее соответствующую тему, пользуясь литературой и рекомендуемыми интернет-источниками. Обязательны ссылки на литературные источники.

Защита работы происходит в виде собеседования преподавателя и студента по теме доклада

Если работа выполнена достаточно полно, тема подробно раскрыта, и при собеседовании проявляются собственные аргументированные суждения студента по соответствующей теме, такая работа оценивается на **ОТЛИЧНО**.

Если работа выполнена достаточно полно, тема раскрыта, но полное понимание темы у студента отсутствует, такая работа оценивается на **ХОРОШО**.

Если работа выполнена самостоятельно, но недостаточно полно, тема раскрыта не полностью, понимание темы у студента отсутствует, такая работа оценивается на **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**.

## **5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы**

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, основную и дополнительную литературу.

## **5.3. Промежуточный контроль: экзамен**

Контроль по результатам 5-го учебного семестра – зачет, по результатам 6-го учебного семестра – экзамен.

Зачет и экзамен проходят в устной форме.

При сдаче зачета обучающимся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, выбранные случайным образом.

При сдаче экзамена обучающимся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета.

### **Перечень вопросов к зачету**

1. Перечислите основные погрешности шаропилотных наблюдений.
2. В чем состоит сущность графического метода обработки шаропилотных наблюдений?
3. В чем состоит сущность аналитического метода обработки шаропилотных наблюдений?
4. Какие существуют радиометоды определения ветра в свободной атмосфере?
5. В чем суть радиотеодолитных наблюдений за ветром?
6. В чем суть радиолокационных наблюдений за ветром?
7. Поясните принципы работы информационно-измерительной системы.
8. Поясните принцип действия радиотелеметрической системы.
9. Какие системы радиозондирования атмосферы применяются на аэрологической сети России.
10. Как и какими датчиками измеряется температура радиозондом?
11. Как и какими датчиками измеряется влажность радиозондом?
12. Что положено в основу критерия выбора особых точек. Как осуществляется выбор особых точек.
13. Как устроен актинометрический радиозонд.
14. Как работает озонозонд?
15. Как измеряется длинноволновая радиация радиозондом?
16. Как учитывается радиорефракция при обработке данных радиозондирования атмосферы?
17. Какие метеорологические величины измеряются при ракетном зондировании атмосферы.
18. Какими датчиками измеряется давление при ракетном зондировании.

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Аэрология и радиометеорология. Предмет, задачи и методы получения информации о состоянии атмосферы.
2. Шаропилотные и радиозондовые оболочки. Газы для их наполнения.
3. Подъемная сила и вертикальная скорость шара пилота.
4. Практические методы определения вертикальной скорости шара пилота.
5. Аэрологические теодолиты. Проверка теодолитов.

6. Производство шаропилотных наблюдений. Графический метод обработки результатов.
7. Аналитический метод обработки шаропилотных наблюдений.
8. Базисные шаропилотные наблюдения.
9. Методы радиоветровых наблюдений.
10. Антенны направленного действия и их характеристики.
11. Радиолокационный обзор пространства.
12. Измерение угловых координат объектов.
  - а. Амплитудный метод измерения угловых координат объектов.
  - б. Фазовый метод измерения угловых координат объектов.
13. Измерение дальности до объектов.
  - а. Амплитудный метод измерения дальности до объектов.
  - б. Фазовый метод измерения дальности до объектов.
  - в. Частотный метод измерения дальности до объектов.
14. Импульсные РЛС и их характеристики.
15. Отражение и рассеяние электромагнитных волн.
16. Эффективная площадь рассеяния.
17. Простейшие радиолокационные цели.
  - а. Эффективная площадь рассеяния плоской идеально проводящей пластины.
  - б. Эффективная площадь рассеяния идеально проводящей большой сферы.
  - в. Эффективная площадь рассеяния полуволнового вибратора.
  - г. Эффективная площадь рассеяния уголкового отражателя.
18. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения точечной цели.
19. Уравнение РЛС с активным ответом.
20. Система аэрологического зондирования АВК-1 “Титан”, РПМК-1. Принцип действия, устройство и характеристики.
21. Система аэрологического зондирования МАРЛ-А. Принцип действия, устройство и характеристики.
22. Радиозонды типа МРЗ-3а, устройство, принцип действия и технические характеристики.
23. Актинометрические радиозонды АРЗ-ЦАО, АРЗ-2. Назначение и устройство.
24. Озонзонды. Методы измерения озона в атмосфере.
25. Ракетное зондирование атмосферы, его специфика.
26. Особенности измерения давления, температуры и других метеорологических величин при ракетном зондировании.
  - а. Измерение температуры при ракетном зондировании.
  - б. Измерение давления при ракетном зондировании.
27. Электромагнитные волны и их распространение в разных средах.
  - а. Распространение в однородном диэлектрике.
  - б. Распространение в полупроводящей среде.
28. Радиофизические характеристики атмосферы и их связь с метеопараметрами.
  - а. Безоблачная атмосфера.
  - б. Гидрометеорные частицы.
  - в. Атмосферные образования.
29. Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция.
30. Методы учета радиорефракции.
  - а. Метод эквивалентного радиуса Земли.
  - б. Метод приведенного коэффициента преломления.
31. Ослабляющие свойства атмосферы.
  - а. Ослабление в газах атмосферы.
  - б. Ослабление гидрометеорами.
  - в. Ослабление в дожде.
  - г. Ослабление в облаках и туманах.
  - д. Ослабление в граде и снеге.

32. Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами.
33. Эффективная площадь рассеяния облаков и осадков.
34. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения облаков и осадков.
35. Потенциал метеорологических РЛС.
36. Радиолокационная отражаемость облаков и осадков.
37. Двухволновой метод определения града
38. Соотношение между когерентным и некогерентным рассеянием.
39. Особенности импульсных метеорологических радиолокаторов.
40. Контроль метеорологического потенциала радиолокатора.
41. Измерение мощности отраженных сигналов.
42. Получение метеорологической информации с помощью РЛС.
43. Критерии опасных явлений погоды.
  - а. Критерии грозоопасности.
  - б. Критерии градоопасности.
  - в. Критерии опасных явлений для доплеровских и поляризационных МРЛ.
44. Особенности метеорологических доплеровских радиолокаторов.
45. Доплеровские РЛС.
  - а. Когерентные РЛС с непрерывным излучением.
  - б. Когерентно-импульсные РЛС.
  - в. Псевдокогерентно-импульсные РЛС.
46. Связь спектра доплеровских частот со скоростями движения рассеивающих частиц.
47. Поляризационные параметры электромагнитных волн.
48. Поляризация радиолокационных сигналов отраженных гидрометеороными частицами.
49. Определение величины сигнала отраженного от частицы эллипсоидальной формы.
50. Поляризация радиолокационных сигналов отраженных от облаков и осадков.
51. Радиотепловое излучение и его характеристики.
52. Радиотепловое излучение атмосферы.
53. Принципы построения радиометров. Применение радиометров для получения метеорологической информации.
54. Устройство радиометров.
  - а. Компенсационный приёмник.
  - б. Корреляционный приёмник.
  - в. Модуляционный приёмник.

### Образцы билетов к экзамену

---

#### Экзаменационный билет № 1

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет  
**Кафедра Экспериментальной физики атмосферы**  
**Курс Методы зондирования окружающей среды**

1. Аэрологические теодолиты, основы устройства и производство наблюдений.
2. Электромагнитные волны и их распространение в полупроводящей среде.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Д. Кузнецов

---

## Экзаменационный билет № 17

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет  
**Кафедра Экспериментальной физики атмосферы**  
**Курс Методы зондирования окружающей среды**

1. Радиозонды типа МРЗ-3а, основы устройства и принцип работы.
2. Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами. Эффективная площадь рассеяния облаков и осадков.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Д. Кузнецов

---

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### а) Основная литература:

1. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девогач; ред. М. И. Ботов. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 394 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492976>
2. Осипов Ю.Г., Саенко А.Г. Руководство к лабораторным работам «Система зондирования «Радиопеленгационный метеорологический комплекс (РПМК-1) – МРЗ-3а»» // СПб.: РГГМУ, 2012, 52с.

##### б) дополнительная литература:

1. Киселев В.Н., Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). – СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504195606.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf)
2. Рудианов Г.В., Осипов Ю.Г., Саенко А.Г., Дядюра А.В. Устройство и эксплуатация радиопеленгационного метеорологического комплекса РПМК-1. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2012. – 168 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/rid\\_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf)
3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-090594.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf)
4. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-213155119.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf)
5. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.
6. Автоматизированные метеорологические радиолокационные комплексы «Метеоячейка» / Под ред. Н.В. Бочарникова, А.С. Солонина // СПб.: Гидрометеиздат, 2007
7. Бердышев, В. П. Радиолокационные системы [Электронный ресурс]: учебник / В. П. Бердышев, Е. Н. Гарин, А. Н. Фомин [и др.]; под общ. ред. В. П. Бердышева. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. - 400 с. URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442536>
8. Осипов Ю. Г., Герасимова Н. В., Дядюра А. В. Устройство и принцип действия аэрологической информационно-измерительной системы «Улыбка». Учебное пособие по дисциплине Методы зондирования окружающей среды. - СПб; РГГМУ, 2009 -60 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417150541.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417150541.pdf)

##### в) интернет-ресурсы:

1. Электронный ресурс – Официальный сайт Всемирной метеорологической организации – URL: [http://www.wmo.int/pages/index\\_ru.html](http://www.wmo.int/pages/index_ru.html)

2. Электронный ресурс – Сайт Главной геофизической обсерватории – URL: <http://voeikovmgo.ru>
3. Электронный ресурс – Сайт Центральной аэрологической обсерватории – URL: <http://www.cao-rhms.ru>
4. Электронный ресурс – Центральная аэрологическая обсерватория, данные ракетного зондирования атмосферы – URL: <http://www.aerology.org/ru/rocket-measurements/blog>
5. Электронный ресурс – Гидрометцентр России фактические данные – URL: <http://www.meteoinfo.ru/pogoda>
6. Электронный ресурс – Данные метеорологических радиолокаторов – URL: <http://meteoinfo.by/radar/?q=RUSP>
7. Электронный ресурс – Текущие аэрологические данные в кодировке КН-04 и аэрологические диаграммы – URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html>
8. Электронный ресурс – МЕТЕОКЛУБ: независимое сообщество любителей метеорологии (Европа и Азия) – URL: <http://meteoclub.ru/>
9. Электронный ресурс – Данные аэрологического зондирования атмосферы – URL: <http://flymeteo.org/menu/zond.php>

#### г) программное обеспечение

windows 7 47049971 18.06.2010  
 office 2013 62398416 11.09.2013  
 windows 7 66233003 24.12.2015  
 Office 2010 49671955 01.02.2012  
 ABBYY FineReader 10 Corporate Edition AF10-3U1P05-102  
 Adobe Premiere Pro CS5 5.0 WIN AOO License IE (65051466)  
 windows 7 48130165 21.02.2011  
 office 2010 49671955 01.02.2012

#### д) профессиональные базы данных

не используются

#### е) информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znanium.com>

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Вид учебных занятий

### Организация деятельности студента

#### Лекции

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет



- Лабораторные занятия** Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.  
Работа с конспектом лекций, подготовка к выполнению лабораторных и практических работ, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.  
Подготовка специальной рабочей тетради для лабораторных работ.  
Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.
- Подготовка к зачету и экзамену** При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и экзамену и т.д.

### 8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-11	<p><u>информационные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций,</li> <li>2. проведение практических работ с использованием слайд-презентаций,</li> <li>3. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты</li> <li>4. проведение компьютерного тестирования</li> <li>5. работа с базами данных</li> </ol> <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. интерактивное взаимодействие педагога и студента</li> <li>2. сочетание индивидуального и коллективного обучения</li> <li>3. обработка данных зондирования</li> <li>4. проведение дежурств</li> <li>5. использование деятельностного подхода</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</li> <li>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></li> <li>3. Электронно-библиотечная система Знаниум <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a></li> <li>4. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL <a href="http://moodle.rshu.ru">http://moodle.rshu.ru</a></li> <li>5. Данные аэрологического зондирования атмосферы <a href="http://flymeteo.org/menu/zond.php">http://flymeteo.org/menu/zond.php</a></li> <li>6. Текущие аэрологические данные в кодировке КН-04 и аэрологические диаграммы <a href="http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html">http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html</a></li> </ol>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная меловой доской и компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации.
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.
6. **Учебная лаборатория метеорологической информационно-измерительной техники (МИИТ)** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная комплектом измерительной аппаратуры и метеорологическими приборами.
7. **Учебная лаборатория автоматической обработки результатов метеорологических измерений (АОРМИ)** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
8. **Помещение для технического обслуживания и хранения информационно-измерительной техники** – укомплектовано специализированной мебелью, оборудованием лаборатории МИИТ

## **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.