

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Прикладная метеорология

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП



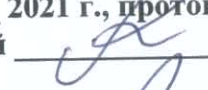
Волобуева О. В.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

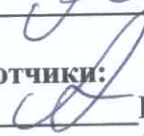
Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ

13 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
11 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:

 Кузнецов А.Д.
Саенко - Саенко А.Г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – 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.

Задачи:

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

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Методы зондирования окружающей среды» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Прикладная метеорология относится вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина изучается в 5 семестре.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Информатика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Геофизика», «Картография и топография», «Физика атмосферы, океана и вод суши», «Основы применения электротехнических устройств в гидрометеорологии», «Метрология, стандартизация и сертификация информационно-измерительных метеорологических систем», «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

Дисциплина «Методы зондирования окружающей среды» является базовой для изучения следующих дисциплин: «Авиационная метеорология», «Специальные методы и средства зондирования окружающей среды», «Практическая метеорология», «Космическая метеорология» и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-1, ПК-3.

Таблица 1.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1 Способен формировать и использовать геофизические базы данных в профессиональной деятельности	ПК-1.1 Формирует базы данных, в том числе данные наблюдений, экспериментальных данных и результатов моделирования.	<u>Знать:</u> • методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем; • принципы обработки данных от информационно-измерительных

		систем, используемых для аэрологического зондирования атмосферы. <u>Уметь:</u> • обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы; <u>Владеть:</u> • методикой расчета основных метеорологических параметров по данным аэрологического и радиометеорологического зондирования атмосферы;
ПК-3 Способен применять современные методы и средства мониторинга состояния атмосферы	ПК-3.1. Применяет современные методы и средства получения гидрометеорологической информации с наземной метеорологической сети, включая аэрологическую, актинометрическую, агрометеорологическую и др., а также спутниковую и радиолокационную. ПК-3.2. Обрабатывает, дешифрирует и интерпретирует полученную метеорологическую информацию.	<u>Знать:</u> • 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; <u>Уметь:</u> • проводить зондирование атмосферы; • эксплуатировать информационно-измерительную технику, используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы. <u>Владеть:</u> • методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России; • методикой контроля качества зондирования.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения 2021 год набора	Заочная форма обучения 2021 год набора
Объем дисциплины	108	

Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:	-	
лекции	14	6
занятия семинарского типа:		
лабораторные занятия	28	6
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	96
Вид промежуточной аттестации	экзамен	

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения
2021 год набора

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1.	Классификация методов зондирования атмосферы	5	1		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
2.	Оптические методы ветрового зондирования	5	1	8	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед лабораторной работой	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
3.	Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы	5	1	4	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед практической работой	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	2	5	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.

						практической работой. Защита реферата.		
5.	Специальные виды зондирования атмосферы	5	1		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
6.	Ракетное зондирование	5	1		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Тестовый контроль.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
7.	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	6	2	7	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед лабораторной работой	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
8.	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций	5	2	4	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед лабораторной работой.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
9.	Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы	5	1		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
10.	Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы	5	1		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Защита реферата.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
11.	Перспективы развития информационно- измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	5	1		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
	ИТОГО	-	14	28	66	-	-	-

Таблица 4.

Структура дисциплины для заочной формы обучения
2021 год набора

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1.	Классификация методов зондирования атмосферы	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
2.	Оптические методы ветрового зондирования	5	-	2	6	Вопросы по разделу перед сдачей отчета по лабораторной работе	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
3.	Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы	5	2	-	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
5.	Специальные виды зондирования атмосферы	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
6.	Ракетное зондирование	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
7.	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	6	2	2	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед сдачей отчета по лабораторной работе	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
8.	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций	5	2	2	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед сдачей отчета по лабораторной работе	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.

9.	Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
10.	Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-3	ПК-3.1. ПК-3.2.
11.	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	5	-	-	6	Тестовый контроль.	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1. ПК-3.1. ПК-3.2.
ИТОГО		-	6	6	96	-	-	-

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1 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 измерение основных метеорологических величин в свободной атмосфере Основные этапы развития методов зондирования окружающей.

4.3.2 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.

4.3.3 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.

4.3.4 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-ЗА.

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

4.3.5 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

4.3.6 Ракетное зондирование

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

4.3.7 Физические основы дистанционных методов зондирования атмосферы

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

4.3.8 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).

4.3.9 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.

4.3.10 Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы

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

4.3.11 Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы

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

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения
2021 год набора

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
2	Изучение аэрологических теодолитов.	2
2	Обработка данных шаропилотных наблюдений графическим методом.	3
2	Обработка данных шаропилотных наблюдений аналитическим методом	3
3	Обработки данных радиоветрового зондирования атмосферы	4
4	Обработки данных комплексного температурно-ветрового зондирования	5
7	Расчет показателя преломления радиоволн	2
7	Расчет предельной дальности обнаружения объектов	2
7	Анализ основного уравнения радиолокации метеорологических объектов	3
8	Обработка радиолокационных наблюдений за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	4

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения
2021 год набора

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
2	Обработка данных шаропилотных наблюдений графическим и аналитическим методом.	2
7	Анализ основного уравнения радиолокации метеорологических объектов	2
8	Обработка радиолокационных наблюдений за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. Дополнительно к лекционным и лабораторным занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы для очной формы обучения

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	7
Ответы на вопросы на лекциях	7
Выполнение лабораторных работ (9 работы по 4 балла)	36
Доклад о результатах выполненной лабораторной работы (всего 9 доклада по 2 балла)	18
Итоговая аттестация	32
ИТОГО	100

6.2. Промежуточная аттестация

Форма итоговой аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения **экзамена**: устно по билетам. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета. Полный комплект экзаменационных билетов охватывает все разделы дисциплины.

Таблица 8.

Бальная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
отлично	86-100
хорошо	76-85
удовлетворительно	61-75
неудовлетворительно	0-60

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-1

1. Практические методы определения вертикальной скорости шара пилота.
2. Производство шаропилотных наблюдений. Графический метод обработки результатов.
3. Аналитический метод обработки шаропилотных наблюдений.
4. Базисные шаропилотные наблюдения.
5. Отражение и рассеяние электромагнитных волн.
6. Импульсные РЛС и их характеристики.

7. Система аэрологического зондирования АВК-1 “Титан”, РПМК-1. Принцип действия, устройство и характеристики.
8. Система аэрологического зондирования МАРЛ-А. Принцип действия, устройство и характеристики.
9. Радиозонды типа МРЗ-3а, устройство, принцип действия и технические характеристики.
10. Актинометрические радиозонды АРЗ-ЦАО, АРЗ-2. Назначение и устройство.
11. Озонозонды. Методы измерения озона в атмосфере.
12. Двухволновой метод определения града
13. Получение метеорологической информации с помощью РЛС.
14. Потенциал метеорологических РЛС.
15. Радиолокационная отражаемость облаков и осадков.
16. Особенности импульсных метеорологических радиолокаторов.

ПК-3

1. Аэрология и радиометеорология. Предмет, задачи и методы получения информации о состоянии атмосферы.
2. Шаропилотные и радиозондовые оболочки. Газы для их наполнения.
3. Подъёмная сила и вертикальная скорость шара пилота.
4. Аэрологические теодолиты. Проверка теодолитов.
5. Методы радиовеетровых наблюдений.
6. Антенны направленного действия и их характеристики.
7. Радиолокационный обзор пространства.
8. Измерение угловых координат объектов.
 - а. Амплитудный метод измерения угловых координат объектов.
 - б. Фазовый метод измерения угловых координат объектов.
9. 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.
10. Эффективная площадь рассеяния.
11. 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.
12. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения точечной цели.
13. Уравнение РЛС с активным ответом.
14. Ракетное зондирование атмосферы, его специфика.
15. Особенности измерения давления, температуры и других метеорологических величин при ракетном зондировании.
 - а. Измерение температуры при ракетном зондировании.
 - б. Измерение давления при ракетном зондировании.
16. Электромагнитные волны и их распространение в разных средах.
 - а. Распространение в однородном диэлектрике.
 - б. Распространение в полупроводящей среде.
17. Радиофизические характеристики атмосферы и их связь с метеопараметрами.
 - а. Безоблачная атмосфера.
 - б. Гидрометеорные частицы.
 - в. Атмосферные образования.
18. Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция.
19. Методы учета радиорефракции.

- а. Метод эквивалентного радиуса Земли.
- б. Метод приведенного коэффициента преломления.
- 20. 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.
- 21. Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами.
- 22. Эффективная площадь рассеяния облаков и осадков.
- 23. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения облаков и осадков.
- 24. Соотношение между когерентным и некогерентным рассеянием.
- 25. Контроль метеорологического потенциала радиолокатора.
- 26. Измерение мощности отраженных сигналов.
- 27. Критерии опасных явлений погоды.
 - а. Критерии грозоопасности.
 - б. Критерии градоопасности.
 - в. Критерии опасных явлений для доплеровских и поляризационных МРЛ.
- 28. Особенности метеорологических доплеровских радиолокаторов.
- 29. Доплеровские РЛС.
 - а. Когерентные РЛС с непрерывным излучением.
 - б. Когерентно-импульсные РЛС.
 - в. Псевдокогерентно-импульсные РЛС.
- 30. Связь спектра доплеровских частот со скоростями движения рассеивающих частиц.
- 31. Поляризационные параметры электромагнитных волн.
- 32. Поляризация радиолокационных сигналов отраженных гидрометеорными частицами.
- 33. Определение величины сигнала отраженного от частицы эллипсоидальной формы.
- 34. Поляризация радиолокационных сигналов отраженных от облаков и осадков.
- 35. Радиотепловое излучение и его характеристики.
- 36. Радиотепловое излучение атмосферы.
- 37. Принципы построения радиометров. Применение радиометров для получения метеорологической информации.
- 38. Устройство радиометров.
 - а. Компенсационный приёмник.
 - б. Корреляционный приёмник.
 - в. Модуляционный приёмник.

Образец экзаменационного билета

Экзаменационный билет № 5

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Дисциплина 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)

Практических заданий к экзамену не предусмотрено.

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Методы зондирования окружающей среды».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Ботов, М. И. Введение в теорию радиолокационных систем [Электронный ресурс]: монография / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; 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. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_788c0df961514e338b03006314fd3159.pdf

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
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
3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. 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
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. Солониной // СПб.: Гидрометеиздат, 2007. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515154150.pdf
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
9. Брылёв Г. Б., Гашина С. Б., Низдойминова Г. Л. Радиолокационные характеристики облаков и осадков. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 230 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-217124726.pdf

10. Довиак Р., Зрнич Д. Доплеровские радиолокаторы и метеорологические наблюдения. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 512 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090573.pdf
11. Жуков В.Ю., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Интерпретация данных доплеровских метеорологических радиолокаторов. Учебное пособие. – СПб.: РГГМУ, 2018. – 119 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_17c393cf864348ff9e06116da58cbd84.pdf
12. Степаненко В. Д. Радиолокация в метеорологии (радиометеорология). – Л.; Гидрометеорологическое издательство, 1965. – 350 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-218121250.pdf
13. Радиолокационные измерения осадков. Под редакцией А. М. Боровикова и В. В. Костарёва. – Л.; Гидрометеорологическое издательство, 1967. – 144 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090586.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс – Официальный сайт Всемирной метеорологической организации – URL: 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>

8.3. Перечень профессиональных баз данных

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

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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.