

Министерство образования и науки 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

05.03.05 – Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль)
Авиационная метеорология

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Авиационная метеорология»

Неёлова Л.О.

Утверждаю
Председатель УМС И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
15 февраля 2018 г., протокол № 6
Зав. кафедрой Кузнецов А.Д.

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

Санкт-Петербург 2018

Составили:

Кузнецов А.Д. – профессор кафедры экспериментальной физики атмосферы

Саенко А.Г. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы

© А.Д. Кузнецов, А.Г.Саенко, 2018.

© РГГМУ, 2018.

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 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль «Авиационная метеорология» относится к обязательным дисциплинам вариативной части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:

- «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Математика (теория вероятности и статистика)», «Геофизика», «Инженерная графика», «Физика атмосферы», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Механика жидкости и газа (гидродинамика)», «Методы и средства гидрометеорологических измерений».

Параллельно с дисциплиной «Методы зондирования окружающей среды» изучаются:

- «Климатология», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Динамическая метеорология», «Геоинформационные системы», «Мезометеорология и наукастинг», «Синоптическая метеорология».

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

- «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Метеорологическое обеспечение полётов», «Информационное обеспечение авиационных метеорологических подразделений», «Аппаратурные средства метеорологического обеспечения авиации».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	Способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, систематизации профессиональных знаний и умений, а также закономерностей исторического, экономического и общественно-политического развития.
ОПК-2	Способность к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, участию по внедрении результатов исследований и

	разработок.
ПК-2	Способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения.
ППК-1	Умение решать, реализовывать на практике и анализировать результаты решения гидрометеорологических задач
ППК-2	Умение пользоваться метеорологическими кодами профессиональной терминологией и формами отчетности
ППК-3	Способность производить гидрометеорологические наблюдения и контроль работы сети, подбирать приборы и методы наблюдений для решения конкретных задач

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 компетенц ии	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Второй этап (уровень) ОК-1	Владеть: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников	Не владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников	Слабо владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников	Хорошо владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников	Свободно владеет: - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников
	Уметь: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	Не умеет: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	Затрудняется: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	Хорошо умеет: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию	Отлично умеет: критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию
	Знать: - наиболее значимые открытия и изобретения	Не знает: - наиболее значимые открытия и изобретения	Плохо знает: - наиболее значимые открытия и изобретения	Хорошо знает: - наиболее значимые открытия и изобретения	Отлично знает: - наиболее значимые открытия и изобретения
Второй этап (уровень) ОПК-2	Владеть: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России;	Не владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России;	Слабо владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России;	Хорошо владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России;	Уверенно владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России;
	Уметь: - проводить зондирование атмосферы; - обрабатывать информацию о физическом состоянии атмосферы;	Не умеет: - проводить зондирование атмосферы; - обрабатывать информацию о физическом состоянии атмосферы;	Затрудняется: - проводить зондирование атмосферы; - обрабатывать информацию о физическом состоянии атмосферы;	Хорошо умеет: - проводить зондирование атмосферы; - обрабатывать информацию о физическом состоянии атмосферы;	Отлично умеет: - проводить зондирование атмосферы; - обрабатывать информацию о физическом состоянии атмосферы;
	Знать: - правила техники безопасности и	Не знает: - правила техники безопасности и	Плохо знает: - правила техники безопасности и	Хорошо знает: - правила техники безопасности и	Отлично знает: - правила техники безопасности и

	радиометеорологического зондирования атмосферы;	радиометеорологического зондирования атмосферы;	радиометеорологического зондирования атмосферы;	радиометеорологического зондирования атмосферы;	радиометеорологического зондирования атмосферы;
	Уметь: - методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем;	Не умеет: - методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем;	Слабо умеет: - методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем;	Хорошо умеет: - методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем;	Отлично умеет: - методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем;
	Знать: - физические основы функционирования систем зондирования атмосферы;	Не знает: - физические основы функционирования систем зондирования атмосферы;	Плохо знает: - физические основы функционирования систем зондирования атмосферы;	Хорошо знает: - физические основы функционирования систем зондирования атмосферы;	Отлично знает: - физические основы функционирования систем зондирования атмосферы;
Второй этап (уровень) ППК-2	Владеть: - профессиональной терминологией	Не владеет: - профессиональной терминологией	Слабо владеет: - профессиональной терминологией	Хорошо владеет: - профессиональной терминологией	Уверенно владеет: - профессиональной терминологией
	Уметь: - кодировать данные аэрологического и температурно-ветрового зондирования;	Не умеет: - кодировать данные аэрологического и температурно-ветрового зондирования;	Затрудняется: - кодировать данные аэрологического и температурно-ветрового зондирования;	Хорошо умеет: - кодировать данные аэрологического и температурно-ветрового зондирования;	Отлично умеет: - кодировать данные аэрологического и температурно-ветрового зондирования;
	Знать: - метеорологические коды, используемые для передачи данных дистанционного зондирования;	Не знает: - метеорологические коды, используемые для передачи данных дистанционного зондирования;	Плохо знает: - метеорологические коды, используемые для передачи данных дистанционного зондирования;	Хорошо знает: - метеорологические коды, используемые для передачи данных дистанционного зондирования;	Отлично знает: - метеорологические коды, используемые для передачи данных дистанционного зондирования;
Второй этап (уровень) ППК-3	Владеть: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России; - методикой контроля качества зондирования;	Не владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России; - методикой контроля качества зондирования;	Слабо владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России; - методикой контроля качества зондирования;	Хорошо владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России; - методикой контроля качества зондирования;	Уверенно владеет: - методикой зондирования атмосферы применяемой на метеорологических станциях России; - методикой контроля качества зондирования;
	Уметь: - эксплуатировать информационно-измерительную технику,	Не умеет: - эксплуатировать информационно-измерительную технику,	Затрудняется: - эксплуатировать информационно-измерительную технику,	Хорошо умеет: - эксплуатировать информационно-измерительную технику,	Отлично умеет: - эксплуатировать информационно-измерительную технику,

	используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы;	используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы;	используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы;	используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы;	используемую в оперативной практике для зондирования атмосферы;
	Знать: - принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования систем зондирования атмосферы;	Не знает: - принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования систем зондирования атмосферы;	Плохо знает: - принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования систем зондирования атмосферы;	Хорошо знает: - принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования систем зондирования атмосферы;	Отлично знает: - принципы построения и функционирования метеорологических измерительных приборов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; - основные физические величины, характеризующие эффективность функционирования систем зондирования атмосферы;

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	2015 г. набора	2016, 2017, 2018 гг. набора
Общая трудоёмкость дисциплины	180 часов	
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	130	80
в том числе:		
лекции	32	32
практические занятия	32	16
лабораторные занятия	66	32
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	86	136
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	

4.1.Содержание разделов дисциплины

Очное обучение 2015 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 Лаборат. Практики	Самост. работа			
1	Классификация методов зондирования атмосферы	5	2	-	2	Вопросы на лекции.	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
2	Оптические методы ветрового зондирования	5	2	14	6	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	4	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
3.	Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы	5	4	16	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по	2	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3

						лабораторной работе		
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	4	24	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	4	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
5.	Специальные виды зондирования атмосферы	5	4	-	4	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ППК-1 ППК-3
6	Ракетное зондирование	5	2	-	4	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ППК-1 ППК-3
7	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	6	4	22	9	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОК-1 ОПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
8.	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций	6	6	22	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
9.	Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы	6	2	-	2	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
10	Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы	6	2	-	2	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
11	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	6	-	-	2	Вопросы на лекции.	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
	ИТОГО		32	98	59		20	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена						216 часов		

(27 часов)

2016, 2017, 2018 гг. 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	-	2	Вопросы на лекции.	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
2	Оптические методы ветрового зондирования	5	2	4	6	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	4	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
3.	Радиотехнические методы ветрового зондирования атмосферы	5	4	10	20	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	4	12	24	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	4	ОПК-2 ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
5.	Специальные виды зондирования атмосферы	5	4	-	6	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ППК-1 ППК-3
6	Ракетное зондирование	5	2	-	6	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ППК-1 ППК-3
7	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	6	4	12	19	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОК-1 ОПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
8.	Зондирование	6	6	10	20	Вопросы на	3	ОПК-2

	атмосферы с помощью некогерентных и когерентных метеорологических радиолокационных станций					лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе		ПК-2 ППК-1 ППК-2 ППК-3
9.	Использование поляризационных свойств электромагнитных волн для зондирования атмосферы	6	2	-	2	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
10	Использование радиотеплового излучения для зондирования атмосферы	6	2	-	2	Вопросы на лекции	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	6	-	-	2	Вопросы на лекции.	2	ОК-1 ПК-2 ППК-1 ППК-2
	ИТОГО		32	48	109		20	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета и экзамена (27 часов)						216 часов		

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Изучение аэрологических теодолитов.	Обработка данных зондирования	ППК-2, ППК-3
2	2	Обработка данных шаропилотных наблюдений графическим методом.	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ППК-1, ППК-2, ППК-3
3	2	Обработка данных шаропилотных наблюдений аналитическим методом	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ППК-1, ППК-2, ППК-3
4	3	Обработки данных радиоветрового зондирования атмосферы	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ППК-1, ППК-2, ППК-3
5	4	Комплексное температурно-ветровое зондирование атмосферы	Дежурство на учебной аэрологической станции	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
6	4	Обработки данных комплексного температурно-ветрового зондирования	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ППК-1, ППК-2, ППК-3
7	4	Комплексное температурно-ветровое зондирование атмосферы	Дежурство на учебной аэрологической станции	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
8	7	Расчет показателя преломления радиоволн	Обработка данных зондирования	ОК-1, ПК-2, ППК-1, ППК-2
9	7	Расчет предельной дальности обнаружения объектов	Обработка данных зондирования	ОК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6
10	7	Анализ основного уравнения радиолокации метеорологических объектов	Обработка данных	ОК-1, ПК-2, ППК-1, ППК-2

			зондирования	
11	8	Радиолокационные наблюдения за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	Дежурство на учебной радиолокационной станции	ОПК-2, ПК-2 ППК-1, ППК-2, ППК-3
12	8	Обработка радиолокационных наблюдений за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ПК-2 ППК-1, ППК-2, ППК-3
13	8	Радиолокационные наблюдения за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	Дежурство на учебной радиолокационной станции	ОПК-2, ПК-2 ППК-1, ППК-2, ППК-3

4.3. Дежурства на учебной аэрологической и радиолокационной станциях

Учебным планом в рамках практических занятий предусмотрено проведение дежурств на учебной аэрологической и радиолокационной станциях. В каждом семестре по два дежурства. Всего на третьем курсе – 4 дежурства. Бригада -2 человека. По четыре часа на бригаду.

Целью дежурств является закрепление теоретических знаний по курсу «Методы зондирования окружающей среды» и приобретение практических навыков при производстве температурно-ветрового зондирования и при радиолокационных наблюдениях за облаками, осадками и связанными с ними явлениями. При этом необходимо понимание способов обработки и анализа информации о физическом состоянии свободной атмосферы с использованием автоматизированных систем обработки метеорологической информации.

Основные задачи дежурства связаны с освоением студентами:

- теории современных методов измерений метеорологических величин в свободной атмосфере;
- навыков работы с аппаратурой, используемой в оперативной практике;
- принципов функционирования радио- телеметрических систем зондирования.

В результате выполнения дежурств на аэрологической станции и метеорологическом радиолокаторе у обучающихся формируются следующие умения и навыки:

- способность к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок.
- умение анализировать и интерпретировать массивы гидрометеорологической информации, выполнять мониторинг состояния атмосферы в реальном времени, в том числе с использованием радиолокационных наблюдений.
- способность применять стандартные методы для обработки, контроля качества и анализа ошибок от различных источников входных данных, данных ручных и автоматических наблюдений и зондирования, данных от радиолокаторов и спутников.
- способность знать и понимать принципы производства метеорологических наблюдений в свободной атмосфере в оперативном режиме; подбора и стандартизации приборов и методов наблюдений.

4.3.1. Содержание разделов дежурства

Комплексное температурно-ветровое зондирование атмосферы (первое дежурство)

В период проведения дежурств на учебной аэрологической станции студенты должны освоить следующие виды работ:

- изучить инструкцию по технике безопасности;
- ознакомиться с приборами и оборудованием учебной аэрологической станции;
- изучить основные характеристики, правила эксплуатации станции;
- включить станцию, подготовить её к работе, провести функциональный контроль;
- подготовить радиозонд, проверить его технические характеристики;
- провести контрольную выдержку радиозонда;
- определить годность радиозонда;
- выполнить имитацию выпуска радиозонда;
- провести выключение станции;
- провести ручную обработку данных температурно-ветрового зондирования по имеющимся материалам.

Комплексное температурно-ветровое зондирование атмосферы (второе дежурство)

В период проведения дежурств на учебной аэрологической станции студенты должны освоить следующие виды работ:

- включить систему, подготовить её к работе, провести функциональный контроль;
- подготовить радиозонд МРЗ-3;
- провести контрольную выдержку радиозонда на воздухе перед выпуском;
- подготовить оболочку, наполнить её водородом;
- провести выпуск радиозонда и обеспечить его сопровождение с помощью системы;
- провести автоматизированную обработку данных комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы;
- провести выключение системы;
- провести комплексный контроль полученных данных, проанализировать телеграмму по коду КН-04;
- по данным зондирования построить аэрологическую диаграмму;
- провести совместный анализ данных аэрологического зондирования и синоптических карт.

Метеорологическое радиолокационное исследование облаков и связанных с ними явлений с помощью МРЛ-5 (третье дежурство)

В период проведения дежурств на метеорологическом радиолокаторе студенты должны освоить следующие виды работ:

- изучить инструкцию по технике безопасности;
- изучить основные характеристики, устройство и правила эксплуатации МРЛ-5;
- изучить основные характеристики, устройство и правила эксплуатации системы автоматизированной обработки АМРК “Метеоячейка”;
- изучить правила производства наблюдений на МРЛ-5 и обработки получаемой информации;
- изучить работу системы АМРК “Метеоячейка”;
- включить МРЛ-5 и подготовить её к работе;
- включить АМРК “Метеоячейка” и подготовить её к работе;
- провести выключение АМРК “Метеоячейка” и МРЛ-5.

Метеорологическое радиолокационное исследование облаков и связанных с ними явлений с помощью МРЛ-5 (четвёртое дежурство)

В период проведения дежурств на метеорологическом радиолокаторе студенты должны освоить следующие виды работ:

- включить МРЛ-5 и АМПК “Метеоячейка” и подготовить их к работе;
- получить первичную информацию, произвести её обработку ручным способом;
- составить телеграмму по коду RADOB4
- выполнить автоматизированное получение и обработку радиометеорологической информации с помощью АМПК “Метеоячейка”;
- провести выключение АМПК “Метеоячейка” и МРЛ-5;
- сопоставить данные ручной и автоматизированной обработки;
- провести совместный анализ синоптических карт, спутниковой информации и данных наблюдений на МРЛ-5.

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 идеальном 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) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Темы рефератов по дежурству на учебной аэрологической станции:

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 написании реферата студент должен составить возможно полное описание раскрывающее соответствующую тему, пользуясь литературой и рекомендуемыми интернет-источниками.. Обязательны ссылки на литературные источники. Описание должно быть составлено своими словами, с избеганием прямого «скачивания», что сразу же будет замечено при проверке.

В конце работы обязательно приводится список используемой литературы.

Защита реферата происходит в виде собеседования преподавателя и студента по теме реферата.

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**.

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

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 однопунктных 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 озонзонд?
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 радиовеетровых 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. Озонозонды. 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 гидрометеорными 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. Владимиров, В.М. Дистанционное зондирование Земли [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. М. Владимиров, Д. Д. Дмитриев, О. А. Дубровская [и др.] ; ред. В. М. Владимиров. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. – 196 с. - ISBN 978-5-7638-3084-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>
3. 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://elibrshu.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://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf
3. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf
4. Васильев А.В., Кузнецов А.Д., Мельникова И.Н. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса // Изд. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб, 2008.- 133с.
5. Зайцева Н.А. Аэрология. // Л.; Гидрометеиздат, 1990, 221с.
6. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf
7. Автоматизированные метеорологические радиолокационные комплексы «Метеоячейка» / Под ред. Н.В. Бочарникова, А.С. Солонина // СПб.: Гидрометеиздат, 2007

в) интернет-ресурсы:

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>

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 (темы №1-11)

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов (раздел 7.2), 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 и практические занятия (темы №2, 3, 4, 7, 8)	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 1-10	<u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, 2. проведение практических работ с использованием слайд-презентаций, 3. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 4. проведение компьютерного тестирования 5. работа с базами данных <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. обработка данных зондирования 4. проведение дежурств 5. использование деятельностного подхода	1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Электронно-библиотечная система Знаниум http://znanium.com 4. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL http://moodle.rshu.ru 5. Данные аэрологического зондирования атмосферы http://flymeteo.org/menu/zond.php 6. Текущие аэрологические данные в кодировке КН-04 и аэрологические диаграммы http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html

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 аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, доской, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитории 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.