

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗОНДИРОВАНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Прикладная метеорология

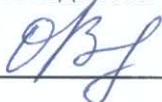
Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП



Волобуева О. В.

Председатель УМС



И.И. Палкин

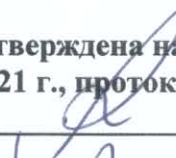
Рекомендована решением

Учебно-методического совета РГГМУ

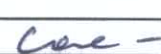
13 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

11 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:

Кузнецов А.Д.

Саенко А.Г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основных принципов конструирования и функционирования доплеровских метеорологических радиолокаторов, способов обработки и анализа информации о состоянии атмосферы, правила эксплуатации и необходимой техники безопасности.

Задачи:

- освоение теории современных, а также перспективных методов измерений метеорологических величин с помощью радиолокаторов;
- получение навыков методов обработки сигналов, получаемых доплеровскими радиолокационными станциями;
- понимание перспектив развития современной метеорологической радиолокационной измерительной техники.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Специальные методы и средства зондирования окружающей среды» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Прикладная гидрометеорология относится вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина изучается в 6 семестре.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Информатика», «Физика атмосферы, океана и вод суши», «Метрология, стандартизация и сертификация информационно-измерительных метеорологических систем», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Методы зондирования окружающей среды».

Дисциплина «Специальные методы и средства зондирования окружающей среды» является базовой для изучения следующих дисциплин: «Метеорологическое обеспечение полетов», «Практическая метеорология», «Метеорологическое обеспечение народного хозяйства» и др.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-2, ПК-3, ПК-5.

Таблица 1.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности	ПК-2.1. Осуществляет анализ явлений и процессов, происходящих в природной среде, на основе данных наблюдений, экспериментальных и модельных данных.	<u>Знать:</u> • физические основы функционирования доплеровских метеорологических радиолокаторов, основные физические величины, характеризующие их эффективность функционирования; • принципы построения и

		функционирования метеорологических радиолокаторов, основные их блоки и взаимодействие этих блоков; <u>Уметь:</u> • проводить оперативные гидрометеорологические измерения; • эксплуатировать современную радиолокационную технику; <u>Владеть:</u> • методикой определения и расчета основных приборных параметров; • методикой эксплуатации современной метеорологической измерительной техники; •
ПК-3 Способен применять современные методы и средства мониторинга состояния атмосферы	ПК-3.2. Обрабатывает, дешифрирует и интерпретирует полученную метеорологическую информацию.	<u>Знать:</u> • методы проведения наблюдений атмосферных параметров с использованием современной измерительной аппаратуры; • основные принципы функционирования автоматизированных систем обработки радиолокационной информации; • методику построения схем и алгоритмов; <u>Уметь:</u> • выполнять комплексную научно-исследовательскую работу; • анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ; <u>Владеть:</u> • методами интерпретации данных; • навыками самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой.
ПК-5 Способен систематизировать метеорологическую информацию, полученную различными способами	ПК-5.2 Оценивает качество полученной метеорологической информации.	<u>Знать:</u> • перспективные направления развития метеорологических радиолокаторов; • научные монографии, обзоры литературы, базы данных сети Интернет, основные статьи в главных международных журналах и в отечественной научной периодике; <u>Уметь:</u> • обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы;

		Владеть: • методикой подготовки научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований; • навыками работы с электронными базами данных.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 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	72	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28	8
в том числе:	-	
лекции	14	4
занятия семинарского типа:		
лабораторные занятия	14	4
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	44	64
Вид промежуточной аттестации	зачёт	

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	Электромагнитные волны и их распространение в атмосфере.	6	2	2	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.

						Вопросы по разделу перед лабораторной работой		
2	Принципы метеорологической радиолокации	6	2	4	5	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед лабораторной работой	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
3.	Доплеровские спектры сигналов от метеорообъектов	6	2		6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
4.	Особенности применения доплеровских рлс в метеорологических исследованиях	6	2	3	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед практической работой.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
5.	Радиолокационные измерение жидких осадков	6	1	3	6	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед лабораторной работой	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
6	Исследование воздушных потоков, градовых облаков и связанных с ними явлений с помощью доплеровских радиолокаторов.	6	2	2	5	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед лабораторной работой	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
7	Измерение параметров турбулентности	6	2		5	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
8	Отражение в безоблачной турбулентной атмосфере	6	1		5	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
	ИТОГО	-	14	14	44	-	-	-

Таблица 4.

Структура дисциплины для заочной формы обучения
2021 год набора

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Электромагнитные волны и их распространение в атмосфере.	4	-	-	8	Итоговый контроль	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
2	Принципы метеорологической радиолокации	4	-	-	8	Итоговый контроль	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
3.	Доплеровские спектры сигналов от метеорообъектов	4	-	-	8	Итоговый контроль	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
4.	Особенности применения доплеровских рлс в метеорологических исследованиях	4	2	-	8	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме.	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
5.	Радиолокационные измерение жидких осадков	4	-	2	8	Вопросы по разделу перед сдачей отчета по лабораторной работой	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
6	Исследование воздушных потоков, градовых облаков и связанных с ними явлений с помощью доплеровских радиолокаторов.	4	2	2	8	Вопросы на лекции по рассматриваемой теме. Вопросы по разделу перед сдачей отчета по лабораторной работой	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
7	Измерение параметров турбулентности	4	-	-	8	Итоговый контроль	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
8	Отражение в безоблачной турбулентной атмосфере	4	-	-	8	Итоговый контроль	ПК-2 ПК-3 ПК-5	ПК-2.1. ПК-3.2. ПК-5.2.
	ИТОГО	-	4	4	64	-	-	-

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1 Электромагнитные волны и их распространение в атмосфере.

Диапазоны электромагнитных волн используемых в метеорологической радиолокации. Пути распространения волн. Радиорефракция. Показатель преломления воздуха.

4.3.2. Принципы метеорологической радиолокации.

Электромагнитный луч. Коэффициент усиления антенны радиолокатора. Эффективная площадь рассеяния цели. Доплеровский сдвиг частоты. Ослабление радиоволн вносимое дождём, облачными каплями, снегом. Ослабление в газах. Уравнение радиолокации.

4.3.3. Доплеровские спектры сигналов от метеорообъектов.

Доплеровский спектр метеосигналов и его связь с полями отражаемости и радиальной скорости. Ширина спектра скоростей, сдвиг ветра и турбулентность. Обработка радиолокационного сигнала. Оценка мощности отражённого сигнала.

4.3.4. Особенности применения доплеровских РЛС в метеорологических исследованиях.

Неопределённость в измерении дальности. Неопределённость измерения скорости. Когерентность эхосигналов. Методы расширения диапазона однозначных измерений дальности и скорости. Методы уменьшения времени сбора данных. Обнаружение слабых метеосигналов.

4.3.5. Радиолокационное измерение жидких осадков.

Распределение капель дождя по размерам. Установившаяся скорость падения капель. Интенсивность дождя, отражаемость, ослабление и водность. Оценка интенсивности дождя по измерению одного параметра. Оценка интенсивности дождя по измерениям двух параметров. Измерение распределения капель по размерам оп доплеровскому спектру.

4.3.6 Исследование воздушных потоков, градовых облаков и связанных с ними явлений с помощью доплеровских радиолокаторов.

Структура грозовых облаков. Наблюдения с помощью двух доплеровских радиолокаторов. Измерение скорости воздушного потока однородного в горизонтальной плоскости с помощью одного доплеровского радиолокатора. Воздушный поток не однородный в горизонтальной плоскости. Метеорологические явления наблюдаемые с помощью одного доплеровского радиолокатора.

4.3.7 Измерение параметров турбулентности.

Спектр турбулентности и функция корреляции. Пространственные спектры скоростей в точке осреднённые по разрешаемому объёму. Ширина доплеровского спектра и скорость диссипации турбулентной энергии. Ширина доплеровского спектра в грозах.

4.3.8 Отражение в безоблачной турбулентной атмосфере.

Отражение, преломление и рассеяние радиоволн на неоднородностях атмосферы. Наблюдение радиоэха в ясном небе. Наблюдения за ветром, волнами и турбулентностью в безоблачной атмосфере.

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
1	Расчёт показателя преломления радиоволн в атмосфере. Расчёт рефракции в атмосфере.	2
2	Расчёт эффективной отражающей поверхности метеорологической цели.	2
2	Анализ основного уравнения радиолокации метеорологических целей.	2
4	Автоматизированная обработка доплеровской радиолокационной информации системой Meteor 50DX - Метеоячейка	3
5	Формирование радиолокационного отражения от градового облака.	3
6	Применение теории распознавания образов для диагноза опасных явлений погоды	2

Таблица 6.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения
2021 год набора

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
5	Формирование радиолокационного отражения от градового облака.	2
6	Применение теории распознавания образов для диагноза опасных явлений погоды	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 (6 работы по 4 балла)	24
Доклад о результатах выполненной лабораторной работы (всего 6 доклада по 2 балла)	12
Промежуточная аттестация	50
ИТОГО	100

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачёт**.

Форма проведения **зачёта**: устно по билетам. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета.

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 50 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	50-100
Незачтено	0-49

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ПК-2

1. Радиорефракция в атмосфере. Виды рефракции, их влияние на дальность действия радиосистем.
2. Особенности распространения электромагнитных волн в среде идеального диэлектрика.
3. Особенности распространения электромагнитных волн в полупроводящей среде.
4. Эффективная площадь рассеяния объёмно распределённой цели.
5. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения облаков и осадков.

ПК-3

1. Метеорологические факторы влияющие на коэффициент преломления радиоволн в атмосфере.
2. Ослабление радиоволн вносимое дождём, снегом, градом.
3. Ослабление радиоволн газами атмосферы.
4. Законы распределения капель дождей по размерам.

5. Опасные явления погоды определяемые доплеровскими радиолокационными станциями.

ПК-5

1. Параметры характеризующие направленные свойства радиолокационных антенн.
2. Связь доплеровского спектра частот со спектром скоростей отражающих частиц.
3. Связь радиолокационной отражаемости с интенсивностью выпадающих осадков.
4. Методы устранения неоднозначности в определении дальности и скорости доплеровскими методами.

Образец билета

Билет № 5

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Дисциплина Специальные методы и средства зондирования окружающей среды

1. Особенности распространения электромагнитных волн в среде идеального диэлектрика.
2. Опасные явления погоды определяемые доплеровскими радиолокационными станциями.

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 рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины «Специальные методы и средства зондирования окружающей среды».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Киселев В.Н, Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). // СПб.: РГГМУ, 2004, 428с. URL: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf
2. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Том I: Научно-методические основы / Под ред. А.С. Солонина // СПб.: Наука, 2010. 311 с.
3. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Том II: Вопросы практического применения радиолокационной метеорологической информации / Под ред. А.С. Солонина // СПб.: Наука, 2010. 517 с.
4. 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 URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506009>

Дополнительная литература

1. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. // Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. URL: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf
2. Зайцева Н.А. Аэрология. // Л.; Гидрометеиздат, 1990, 221с.
3. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.
4. Руководство по производству наблюдений и применению информации с неавтоматизированных радиолокаторов МРЛ-1, МРЛ-2 и МРЛ-5. // Л.; Гидрометеиздат, 1993, 359с.
5. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. // Л.; Гидрометеиздат, 1980, 232с.
6. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf
7. Автоматизированные метеорологические радиолокационные комплексы «Метеоячейка» / Под ред. Н.В. Бочарникова, А.С. Солонина // СПб.: Гидрометеиздат, 2007. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-515154150.pdf
8. 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>
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
14. Дивинский Л. И. Формирование радиолокационного отражения от облака. Учебное пособие. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2006 – 27 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-410194958.pdf
15. Дивинский Л. И. Формирование изображения облака на индикаторах метеорологической радиолокационной станции. – СПб.: изд. РГГМУ, 2006 – 53 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-410194843.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 – Гидрометцентр России. Данные радарных наблюдений – URL: <http://meteoinfo.ru/radanim>

5. Электронный ресурс – Данные метеорологических радиолокаторов – URL: <http://meteoinfo.by/radar/?q=RUSP>

6. Электронный ресурс – МЕТЕОКЛУБ: независимое сообщество любителей метеорологии (Европа и Азия) – URL: <http://meteoclub.ru/>

7. 5. Метеорологическое оборудование фирмы Vaisala - URL: <http://www.vaisala.ru>

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, мультимедийной техникой, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная 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. Учебные аудитории лаборатории МИИТ - оборудованные специализированной информационно-измерительной метеорологической техникой и измерительной аппаратурой, для проверки работоспособности, проведения регламентных работ, ремонтных работ, калибровке и настройке метеорологических измерительных приборов, в том числе:
 - Метеорологический радиолокатор МРЛ-5.
 - Доплеровский метеорологический радиолокатор Meteor 50DX.
 - Автоматизированный метеорологический радиолокационный комплекс «Метеоячейка».
 - Учебный макет метеорологического радиолокатора МРЛ-2
 - Измерительная электронная аппаратура – тестеры, генераторы, частотомеры, осциллографы, ампервольтметры для проверки работоспособности, проведения регламентных работ, ремонтных работ, калибровке и настройке метеорологических измерительных приборов.
7. Комплект переносного мультимедийного оборудования и экран, используемые для чтения лекций с презентациями в малых аудиториях.

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.