

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):  
**Прикладная метеорология**

Квалификация:  
**Бакалавр**

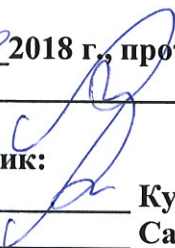
Форма обучения  
**Очная/Заочная**

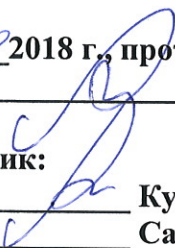
Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 Фокичева А.А.

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.

Автор-разработчик:  
Сое  Кузнецов А.Д.  
Саенко А.Г.

Санкт-Петербург 2018

Составили:

Кузнецов А.Д. – профессор кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

Саенко А.Г. – доцент кафедры экспериментальной физики атмосферы Российского государственного гидрометеорологического университета.

© 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 – Прикладная метеорология относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

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 сверхкраткосрочные прогнозы», «Синоптическая метеорология».

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

- «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Метеорологическое обеспечение полётов», «Атмосферное электричество», «Физика облаков».

## 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.
ОК-2	Способность решать стандартные профессиональные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом требований информационной безопасности.
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 внедрению результатов исследований и разработок.
<b>ОПК-3</b>	Способность анализировать и интерпретировать данные натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования.
<b>ОПК-5</b>	Готовность к освоению новой техники, новых методов и новых технологий.
<b>ППК-3</b>	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 методов зондирования атмосферы, принципы функционирования измерительной техники и направления развития метеорологической измерительной техники;
- принципы обработки данных от информационно-измерительных систем, используемых для аэрологического зондирования атмосферы;
- методы проведения аэрологического зондирования атмосферы с использованием современных информационно-измерительных систем.

**Уметь:**

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

**Владеть:**

- методикой обработки данных аэрологического и радиометеорологического зондирования атмосферы;
- методикой интерпретации данных, полученных в результате аэрологического и радиометеорологического зондирования атмосферы;
- методикой организации аэрологического зондирования атмосферы.

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

Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

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



#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	2015 г. набора	2016, 2017, 2018 гг. набора	2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180 часов</b>		
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>24</b>
в том числе:			
лекции	<b>50</b>	<b>32</b>	<b>10</b>
практические занятия		<b>16</b>	<b>-</b>
лабораторные занятия	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>14</b>
семинарские занятия	<b>-</b>	<b>-</b>	
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>80</b>	<b>82</b>	<b>156</b>
в том числе:			
курсовая работа		<b>-</b>	<b>-</b>
контрольная работа		<b>-</b>	<b>+</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>зачет/экзамен</b>		<b>экзамен</b>

#### 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. Практич.	Самост. работа			
1	Окружающая среда. Классификация методов метеорологических измерений	5	2	0	0	Вопросы на лекции.	1	ОК-1 ОК-2
2	Оптические методы аэрологического ветрового зондирования	5	4	6	6	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3

						по лабораторной работе		
3.	Радиотехнический метод аэрологического зондирования атмосферы.	5	12	10	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	1	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	6	12	12	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
5.	Аэростатное, ракетное и спутниковое зондирование атмосферы	5	4	0	0	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
6	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	5	8	8	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
7	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных (доплеровских) метеорологических радиолокационных станций	6	6	10	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
8.	Физические основы пассивных методов дистанционного зондирования атмосферы	6	4	4	4	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3



9.	Лидарное аэрологическое зондирование атмосферы.	6	2	0	3	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
10	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	6	2	0	0	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ППК-3
<b>ИТОГО</b>			<b>50</b>	<b>50</b>	<b>53</b>		<b>20</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета и экзамена (27 часа)						<b>180 часов</b>		

**Очное обучение**  
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 Лабора- т. Практи- ки	Самост. работа			
1	Окружающая среда. Классификация методов метеорологических измерений	5	2	0	0	Вопросы на лекции.	1	ОК-1 ОК-2
2	Оптические методы аэрологического ветрового зондирования	5	2	6	6	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
3.	Радиотехнический метод аэрологического зондирования атмосферы.	5	6	10+4	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной	1	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3

						работе		
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	2	12+4	12	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
5.	Аэростатное, ракетное и спутниковое зондирование атмосферы	5	2	0	0	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
6	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	5	4	8	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
7	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных (доплеровских) метеорологических радиолокационных станций	6	6	10+8	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
8.	Физические основы пассивных методов дистанционного зондирования атмосферы	6	4	4	4	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	2	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
9.	Лидарное аэрологическое зондирование атмосферы.	6	2	0	3	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	3	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
10	Перспективы развития	6	2	0	0	Вопросы на лекции, опрос	2	ППК-3

	информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы					перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе		
	<b>ИТОГО</b>		<b>50</b>	<b>66</b>	<b>53</b>		<b>20</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета и экзамена (27 часа)						<b>180 часов</b>		

Заочное обучение  
2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	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	Окружающая среда. Классификация методов метеорологических измерений	4	1	0	20	Вопросы на лекции.	-	ОК-1 ОК-2
2	Оптические методы аэрологического ветрового зондирования	4	1	4	18	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
3.	Радиотехнический метод аэрологического зондирования атмосферы.	4	1	0	10	Вопросы на лекции	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
4.	Системы комплексного температурно-ветрового зондирования атмосферы	4	2	4	20	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
5.	Аэростатное, ракетное и спутниковое зондирование	4	1	0	10	Вопросы на лекции	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3

	атмосферы							
6	Физические основы радиолокационного зондирования атмосферы	4	1	0	18	Вопросы на лекции	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
7	Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных (доплеровских) метеорологических радиолокационных станций	4	2	6	20	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по лабораторной работе	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
	Физические основы пассивных методов дистанционного зондирования атмосферы	4	0,5	0	12	Вопросы на лекции	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
8	Лидарное аэрологическое зондирование атмосферы.	4	0,5	0	11	Вопросы на лекции	-	ОПК-2 ОПК-3 ОПК-5 ППК-3
	Перспективы развития информационно-измерительных метеорологических систем зондирования атмосферы	4	0	0	8	Вопросы на лекции	-	ППК-3
	<b>ИТОГО</b>		<b>10</b>	<b>14</b>	<b>147</b>		-	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче экзамена (9 часов)						<b>180 часов</b>		

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Окружающая среда. Классификация методов метеорологических измерений

Предмет и задачи дисциплины. Окружающая среда и ее виды. 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. Мировая оперативная сеть аэрологического зондирования атмосферы.

### 4.2.2 Оптические методы аэрологического ветрового зондирования

Однопунктные шар-пилотные наблюдения. Аппаратурное обеспечения и методика проведения наблюдений. Графический и аналитический метод обработки данных шар-пилотных наблюдений. Базисные шар-пилотные наблюдения.

### 4.2.3 Радиотехнический метод аэрологического зондирования атмосферы

Первичные информационные преобразователи. Измерительные сигналы и их характеристики. Радиотелеметрия.

#### **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.

#### **4.2.5 Аэростатное, ракетное и спутниковое зондирование атмосферы**

Метеорологические аэростаты. Особенности зондирования с использованием аэростатов с открытой и закрытой оболочкой. Аппаратура, устанавливаемая на метеорологических аэростатах.

Метеорологические ракеты. Особенности проведения ракетного зондирования верхних слоев атмосферы

Метеорологические спутники Земли, орбиты, методика проведения спутниковых аэрологических измерений, аппаратура.

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

Электромагнитные волны. Радиофизические характеристики атмосферы Земли. Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой Земли.

#### **4.2.7 Зондирование атмосферы с помощью некогерентных и когерентных (доплеровских) метеорологических радиолокационных станций**

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 доплеровских метеорологических радиолокационных измерений. Технические и тактические характеристики ДМРЛ. Радиальная скорость и ограничения, связанные с ее радиолокационных доплеровских измерений. Обработка и представление данных ДМРЛ.

Поляризационные методы измерений с использованием доплеровских метеорологических радиолокаторов.

#### **4.2.8 Физические основы пассивных методов дистанционного зондирования атмосферы**

Взаимодействие электромагнитного излучения с атмосферой. Прямая и обратная задачи атмосферной оптики. Полосы поглощения атмосферных газов. Математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики. Регуляризация. Дистанционное измерение температуры подстилающей поверхности. Дистанционное измерение вертикальных профилей температуры и влажности.

#### **4.2.9. Лидарное аэрологическое зондирование атмосферы**

Уравнение лазерной локации атмосферы. Технические характеристики лидаров. Методика обработка и представление данных лидарного зондирования атмосферы.

#### 4.2.10. Перспективы развития аэрологических информационно-измерительных систем

История развития аэрологических методов 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 лабораторных работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Изучение аэрологических теодолитов. Обработка данных шар-пилотных наблюдений графическим методом	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
2	2	Обработка данных шар-пилотных наблюдений аналитическим методом	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
3	3	Обработки данных радиоветрового зондирования атмосферы	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
4	3	Комплексное температурно-ветровое зондирование атмосферы	Дежурство на учебной аэрологической станции	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
5	4	Обработки данных комплексного температурно-ветрового зондирования	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
6	4	Комплексное температурно-ветровое зондирование атмосферы	Дежурство на учебной аэрологической станции	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
7	6	Расчет показателя преломления радиоволн	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
8	6	Расчет предельной дальности обнаружения объектов	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
9	6	Анализ основного уравнения радиолокации метеорологических объектов	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
10	7	Метеорологическое радиолокационное исследование облаков и связанных с ними явлений с помощью МРЛ-5	Дежурство на учебной радиолокационной станции	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3
11	7	Обработка радиолокационных наблюдений за облаками и обнаружение связанных с ними явлений.	Обработка данных зондирования	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, ППК-3

12	7	Метеорологическое радиолокационное исследование облаков и связанных с ними явлений с помощью МРЛ-5	Дежурство на учебной радиолокационной станции	ОПК-2, ОПК-3 ОПК-5, 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 АМПК “Метеоячейка”;
- изучить правила производства наблюдений на МРЛ-5 и обработки получаемой информации;
- изучить работу системы АМПК “Метеоячейка”;
- включить МРЛ-5 и подготовить её к работе;
- включить АМПК “Метеоячейка” и подготовить её к работе;
- провести выключение АМПК “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 материалам каждой лекции.
- 5.1.2. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

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

###### **Вопросы на лекции:**

1. Как классифицируются методы метеорологических измерений
  2. Что является датчиком скорости и направления ветра при однопунктных шар-пилотных наблюдениях.
  3. Чем отличаются однопунктные и шар-пилонные наблюдения.
  4. Какая система координат используется при обработке данных однопунктных шар-пилотных наблюдений.
  5. Какие блоки содержат отечественные радиозонды.
  6. Измерительные сигналы и их классификация.
  7. Методика определения угловых координат при радиозондировании атмосферы.
  8. Методика определения наклонной дальности аэрологическим радиолокатором.
  9. Датчики отечественных радиозондов.
  10. Особенности аэростатного зондирования атмосферы.
  11. Ракетное зондирование атмосферы.
  12. Методика дистанционного зондирования температуры подстилающей поверхности из космоса.
  13. Методика дистанционного зондирования вертикального профиля температуры из космоса.
  14. Физические основы метеорологической радиолокации облаков и осадков.
- (Контрольная работа для студентов заочной формы обучения приведена в «Методических указаниях»)

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

Что является датчиком характеристик ветра в отечественных радиозондах МАРЗ:

1. Анемометр
  2. Радиопередатчик
  3. Оболочка
  4. Животная пленка
- (Правильный ответ – 3)

Базисные и однопунктные шаропилотные наблюдения отличаются между собой:

1. Методом определения угловых координат шар-пилота
2. Методом определения высоты шар-пилота

3. Методом представления данных измерений
4. Методом учета рефракции  
(Правильный ответ – 2)

#### **б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов**

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

#### **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, базовый учебник [1] и презентации лекций.

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу, пользуясь методическими указаниями.

### **5.3. Промежуточный контроль**

Промежуточный контроль по результатам 5-го учебного семестра – зачет.

Контроль по результатам 6-го учебного семестра – экзамен.

Для студентов заочной формы обучения – экзамен по результатам 4 курса.

Зачет и экзамен проходят в виде тестирования. Обучающимся предлагается ответить на вопросы теста по вариантам. Тестирование может проходить автоматизировано на бумажном носителе.

#### **Образцы тестов к зачету**

1. Какая РЛС не используется для слежения за радиозондом?
  - 1.1 Улыбка
  - 1.2 Метеорит
  - 1.3 МРЛ-5(правильный ответ 1.3)
2. Какая частота является основным переносчиком телеметрической информации?
  - 2.1 Опорная
  - 2.2 Несущая
  - 2.3 Суперирующих импульсов(правильный ответ 2.2)

#### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Радиофизические характеристики атмосферы и их связь с метеорологическими величинами в случае безоблачной атмосферы.
2. Особенности радиолокационной классификации опасных явлений погоды.
3. Учет радиорефракции с помощью метода приведенного показателя преломления.

4. Общий подход к совершенствованию методов диагноза опасных явлений погоды по данным радиометеорологических наблюдений.
5. Электромагнитные волны и их взаимодействие с реальной атмосферой.
6. Радиолокатор МРЛ-5. Основные функциональные системы и тактико-технические характеристики.
7. Общая постановка задачи гидрометеорологических дистанционных измерений в атмосфере.
8. Особенности метеорологической интерпретации данных радиометеорологических наблюдений.
9. Эффективная площадь рассеяния атмосферных образований, радиолокационная отражаемость.
10. Ослабление электромагнитных волн СВЧ-диапазона гидрометеорами. ЭПР полного ослабления.
11. Полный вид уравнения дальности радиолокационного наблюдения метеорологических объектов, его рабочий вид.
12. Методы обработки радиовеетровых наблюдений.
13. Однопунктные и базисные шар-пилотные наблюдения.
14. Уравнения радиолокации метеорологических объектов. Одноволновой метод.
15. Эффективная площадь рассеяния. Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами.
16. Автономные (однозначные и комплексные) критерии диагноза опасных явлений погоды по данным радиометеорологических наблюдений.
17. Радиофизические характеристики и их связь с метеорологическими величинами при наличии атмосферных образований.
18. Методы радиолокационных наблюдений за осадками. Определение интенсивности осадков.
19. Методы анализа уравнений радиолокации метеорологических объектов.
20. Электромагнитные волны и их взаимодействие с атмосферой в виде идеального диэлектрика.
21. Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция. Уравнение траектории луча для сферической атмосферы.
22. Общий подход к созданию автоматизированных систем радиометеорологических наблюдений.
23. Радиолокационная отражаемость осадков.
24. Уравнения дальности радиолокационного наблюдения облаков и осадков.
25. Удельная ЭПР и ее связь с радиолокационной отражаемостью.
26. Стандартная радиоатмосфера, особенности изменения показателя преломления с высотой.
27. Общий подход к оценкам эффективности радиометеорологических наблюдений.
28. Радиолокационная отражаемость облаков.

### **Образцы тестов к экзамену**

1. В отечественных радиозондах опорная частота используется:
  - 1.1 Для определения высоты радиозонда
  - 1.2 Для расчета профиля давления
  - 1.3 Для повышения точности измерения температуры и влажности
  - 1.4 Для пеленгации радиозонда(правильный ответ 1.3)

2 Какая третья координата (кроме вертикального и горизонтального углов) используется для обработки данных отечественных радиозондов?

2.1 Высота

2.2 Удаление от РЛС проекции радиозонда на горизонтальную плоскость

2.3 Наклонная дальность

(правильный ответ 2.3)

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### а) Основная литература:

1. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Том I: Научно-методические основы / Под ред. А.С. Солонина // СПб.: Наука, 2010. 311 с.

2. Радиолокационные метеорологические наблюдения. Том II: Вопросы практического применения радиолокационной метеорологической информации / Под ред. А.С. Солонина // СПб.: Наука, 2010. 517 с.

3. 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. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=442536>

4. 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>

5. Осипов Ю.Г., Герасимова Н.В. Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине «Методы зондирования окружающей среды».- СПб., изд. РГГМУ, 2008. - 44 с [http://elibrshu.ru/files\\_books/pdf/img-515141528.pdf](http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-515141528.pdf)

#### 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](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](http://elibrshu.ru/files_books/pdf/rid_67de195c6fd14a3e95512a85da344de7.pdf)

3. Автоматизированные метеорологические радиолокационные комплексы «Метеоячейка» / Под ред. Н.В. Бочарникова, А.С. Солонина // СПб.: Гидрометеиздат, 2007. 236 с.

4. Метеорологические автоматизированные радиолокационные сети. – СПб.: Институт радарной метеорологии, Гидрометеиздат, 2002, 331с. [http://elibrshu.ru/files\\_books/pdf/img-090594.pdf](http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-090594.pdf)

5. Павлов Н.Ф. Аэрология, радиометеорология и техника безопасности. – Л.: Гидрометеиздат, 1980, 432с. [http://elibrshu.ru/files\\_books/pdf/img-213155119.pdf](http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-213155119.pdf)

6. Киселев В.Н., Мушенко П.М. Практикум по аэрологии и радиометеорологии // Изд. ЛПИ им.Калинина, 1986, 136с.

7. Межерин Р. Лазерное дистанционное зондирование // М.; Мир, 1987, 392с.

8. Мишев Д. Дистанционное исследование Земли из Космоса // М.; Мир, 1985, 232с.

9. РД 52.11.650-2003 Руководящий документ Наставление гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 4, часть III – СПб.; Гидрометеиздат, 2003, 311с.

10. 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://elibrshu.ru/files\\_books/pdf/img-417150541.pdf](http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-417150541.pdf)

### в) рекомендуемые интернет-ресурсы:

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

## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

### Вид учебных занятий

### Организация деятельности студента

#### Лекции (темы №1-10)

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов (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 занятия

Работа с конспектом лекций, подготовка к выполнению лабораторных работ с использованием материала Практикума.

#### Подготовка к зачету и экзамену

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету 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. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.

	1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 3. проведение компьютерного тестирования 4. 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	2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a> 3. Электронно-библиотечная система Знаниум <a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a> 4. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL <a href="http://moodle.rshu.ru">http://moodle.rshu.ru</a> 5. Данные аэрологического зондирования атмосферы <a href="http://flymeteo.org/menu/zond.php">http://flymeteo.org/menu/zond.php</a> 6. Текущие аэрологические данные в кодировке КН-04 и аэрологические диаграммы <a href="http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html">http://weather.uwyo.edu/upperair/europe.html</a>
--	---	---

## 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, 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.

## 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.