

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
филиал ФГБОУ ВО «РГГМУ» в г. Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и природопользования»

Рабочая программа по дисциплине

**МЕТОДЫ ЗОНДИРОВАНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

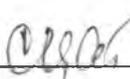
Направленность (профиль):  
**Прикладная метеорология**

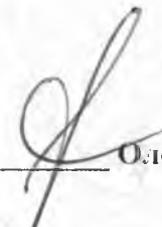
Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

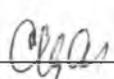
Год поступления **2022, 2021**

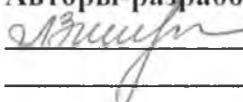
Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная гидрометеорология»

  
Цай С.Н.

Утверждаю  
Директор филиала ФГБОУ  
ВО «РГГМУ» в г. Туапсе  Олейников С.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
20 июня 2023 г., протокол № 4

Зав. кафедрой  Цай С.Н.

Авторы-разработчики:  
 Зубарева С.А.

Туапсе 2023

Рассмотрена и рекомендована к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений\*

**Протокол заседания кафедры № 9 от 14 июня 2023 г**

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год с изменениями (см. лист изменений)\*\*

**Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ №\_\_**

\*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

\*\* Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

## **1. Цели и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе**

### **1.1. Цели и задачи изучения дисциплины**

Целью дисциплины «Методы зондирования окружающей среды» является подготовка специалистов, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для качественного зондирования окружающей среды и анализа полученной информации в области аэрологического и радиометеорологического, ракетного, самолетного, а также перспективных методов зондирования окружающей среды. Изучение дисциплины служит целям формирования профессиональной компетентности метеорологов осуществляющих свою деятельность на аэрологических станциях и аэропортах совместно с инженерно-авиационными специалистами обслуживающими МРЛ.

Задачей изучения дисциплины освоение теоретических и методических основ современных и перспективных (контактных и дистанционных) методов и средств зондирования, способы обработки и анализа информации о физическом состоянии атмосферы, методы реализации и решения обратных задач атмосферной оптики, приобретение студентами практического опыта обработки и анализа метеорологической информации.

### **1.2. Краткая характеристика дисциплины**

Дисциплина «Методы зондирования окружающей среды» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1 рабочего учебного плана по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Прикладная метеорология».

Изучение данной дисциплины позволяет студентам освоить теоретические и методические основы современных и перспективных методов зондирования атмосферы, способы обработки и анализа информации о физическом состоянии атмосферы. В результате изучения студенты получают знания по теории современного аэрологического, радиолокационного, ракетного и самолетного методов определения метеорологических величин, об используемых в оперативной практике методов и о специальных аэрологических и радиолокационных системах зондирования атмосферы, об анализе аэрологической и радио информации.

Эта учебная дисциплина имеет важное прикладное значение в практике метеорологического обеспечения полетов авиации как в типовых метеоусловиях по временам года, так и в экстремальных значениях состояния атмосферы при различных синоптических положениях (ситуациях) и при составлении прогнозов погоды.

Лабораторные работы по дисциплине ориентированы на применение современных образовательных технологий, на формирование умений проводить оперативные аэрологические и радиолокационные измерения, обрабатывать и интерпретировать полученную информацию о физическом состоянии атмосферы, эксплуатировать современную технику зондирования окружающей среды. Приобретенные технические, нормативно-правовых знания, обеспечивается электронно-образовательными ресурсами библиотек, ресурсов интернет и позволяет сформировать у студента адекватное представление о состоянии аэрологической сети, радиолокационных методах и перспективных методах зондирования окружающей среды.

## **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

## 2.1 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Методы зондирования окружающей среды» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1 рабочего учебного плана по направлению подготовки 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Прикладная метеорология». Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание объекта и предмета изучения; систем зондирования атмосферы; методов обработки и анализа информации;

умение проводить оперативные виды наблюдения зондирования окружающей среды с помощью систем радиозондирования и радиолокации, осуществлять ручную и автоматизированную обработку данных, обобщать, анализировать и кодировать результаты наблюдений, оценивать возможность возникновения сложных метеорологических условий, дифференцировать и интерполировать результаты наблюдений с целью их применения в конкретной хозяйственной практике или с целью принятия технического решения;

Владение навыками эксплуатации современных систем радиозондирования атмосферы, описывать результаты, формулировать выводы; обобщать, интерпретировать полученные результаты по заданным или определенным критериям.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Физика атмосферы», «Физика океана», «Физика вод суши», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации» и служит основой для освоения дисциплин «Авиационная метеорология», «Метеорологическое обеспечение полетов».

### 3. Перечень планируемых результатов обучения

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

Таблица 1.

#### Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен формировать и использовать геофизические базы данных в профессиональной деятельности	ПК-1.2. Оценивает качество баз данных, в том числе с применением информационно-коммуникативных технологий, определяет возможность их использования для исследований.	<i>Знать:</i> - Основные закономерности и аномалии процессов, происходящих в атмосфере; <i>Уметь:</i> - Обрабатывать, систематизировать и анализировать данные наблюдений и выявлять в них аномальные значения; <i>Владеть:</i> - Методами анализа атмосферных явлений разных пространственных масштабов.
ПК-3. Способен применять современные методы и средства монито-	ПК-3.1. Применяет современные методы и средства получения гидрометеорологической информации с наземной	<i>Знать:</i> - Источники получения метеорологической информации;

ринга состояния атмосферы	метеорологической сети, включая аэрологическую, актинометрическую, агрометеорологическую и др., а также спутниковую и радиолокационную	<i>Уметь:</i> - Обработать, метеорологическую информацию из различных источников; <i>Владеть:</i> - Навыками обработки метеорологической информации из различных источников.
	ПК-3. Обработывает, дешифрирует и интерпретирует полученную метеорологическую информацию	<i>Знать:</i> - Требования к качеству метеорологической информации; <i>Уметь:</i> - Обработать и корректировать полученную метеорологическую информацию; <i>Владеть:</i> - Навыками обработки и корректировки полученной метеорологической информации.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетные единиц, 180 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	2021 года набора	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108 часов</b>	<b>часов</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>	<b>20</b>
в том числе:		
лекции	<b>14</b>	<b>8</b>
лабораторные занятия	<b>28</b>	<b>12</b>
семинарские занятия	-	-
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>88</b>
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	+

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Экзамен
------------------------------	---------	---------

#### 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
1	Методы зондирования и получение метеоинформации летно-подъемными средствами	5	4	7	18	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
2	Методы зондирования и получение метеоинформации с применением электромагнитной энергии	5	4	7	18	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
3	Особенности структуры МРЛ для зондирования метеоявлений в атмосфере	5	3	7	15	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
4	Тенденции и перспектива развития методов и средств зондирования окружающей среды МЗОС	5	3	7	15			
<b>ИТОГО</b>		-	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>	-	-	-

Таблица 4

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
1	Методы зондирования и получение метеоинформации летно-подъемными средствами	3	2	1	11	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
2	Методы зондирования и получение метеоинформации с применением электромагнитной энергии	3	2	1	11	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
3	Особенности структуры МРЛ для зондирования метеоявлений в атмосфере	3	2	2	11	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
4	Тенденции и перспектива развития методов и средств зондирования окружающей среды МЗОС	3	2	2	11	Контрольное расчётное задание, опрос студентов по результатам контрольного расчетного задания	ПК-2, ПК-5	ПК-2.2, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3.
<b>ИТОГО</b>		-	8	6	44	-	-	-

## 4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

**Раздел 1. Методы зондирования и получение метеоинформации летно-подъемными средствами**

## **Тема 1. Методы зондирования и особенности получения информации о параметрах атмосферы летно-подъемными средствами (ЛПС)**

Введение. Цель и задачи курса. Виды информации об окружающей среде. Информация о состоянии атмосферы и ее значение для прогностических служб, авиации, энергетики, экологии. Основные этапы развития методов зондирования окружающей Среды. Российская и мировая оперативная сеть, программы и сроки ее работы. Основы методов определения ветра в атмосфере. Однопунктные и двухпунктные (базисные) шаропилотные наблюдения. Особенности измерения основных метеорологических величин при зондировании ат-мосферы. Измерение температуры, давления, влажности. Измерительные преобразователи. Измерительные сигналы и их характеристики. Основные понятия теории ин-формации. Преобразование непрерывных измерительных сигналов в дискретные. Ра-диотелеметрические системы и комплексы. Информационное согласование измерительного канала.

## **Тема 2. Характеристика ЛПС и особенности условий работы датчиков параметров атмосферы**

Специфика получения информации при использовании различных летно-подъемных средств. Аэростатные, самолетные и ракетные контактные методы зондирования окружающей среды. Виды аэростатного зондирования атмосферы. Аэростаты и их характеристики. Особенности исследования пограничного слоя с помощью привязных аэростатов. Зондирование атмосферы с помощью свободных автоматических аэростатов. Основные элементы систем аэростатного зондирования. Аэростаты с открытыми и закрытыми оболочками, особенности движения. Аэростаты постоянных уровней. Измерение метеорологических величин при аэростатном зондировании. Методы самолетного зондирования атмосферы. Измерение микрофизических характеристик облаков, структурных характеристик полей ветра и температуры, вертикальных движений и турбулентности. Ракетное зондирование атмосферы, его специфика. Виды взаимодействия датчиков со средой. Особенности измерения метеорологических величин при ракетном зондировании атмосферы. Аэрологические теодолиты. Шаропилотные оболочки и газы для их наполнения.

## **Раздел 2. Методы зондирования и получение метеоинформации с применением электромагнитной энергии**

### **Тема 3. Системы радиозондирования**

Принцип построения и классификация систем. Принцип работы радиозондов. Система зондирования «Малахит» и «Метеор». Особенности схем и конструкции радиозондов, и источники питания. Специальные радиозонды

### **Тема 4. Основы радиолокации.**

Принципы радиолокации. Радиолокационный обзор пространства. Измерение угловых координат и дальности объектов. Импульсное и доплеровские РЛС, РЛС с активным ответом. Рассеяние электромагнитных волн, эффективная площадь рассеяния. Простейшие радиолокационные цели. Уравнение дальности радиолокационного наблюдения точечной цели. Уравнение РЛС с активным ответом.

### **Тема 5. Электромагнитные волны и их взаимодейст-вие с атмосферой.**

Радиофизические характеристики атмосферы и их связь с метеопараметрами. Преломляющие свойства атмосферы. Радиорефракция. Ослабляющие свойства атмосферы. Рассеяние электромагнитных волн сферическими частицами атмосферы. Эффективная площадь рассеяния облаков и осадков. Уравнение дальности радиолокаци-онного наблюдения облаков и осадков. Потенциал ме-теорологических РЛС. Радиолокационная

отражаемость облаков и осадков. Соотношение между когерентным и некогерентным рассеянием.

### **Раздел 3. Особенности структуры МРЛ для зондирования метеоявлений в атмосфере.**

#### **Тема 6: Особенности импульсных и доплеровских МРЛ.**

Особенности импульсных МРЛ для исследования атмосферы. Потенциал МРЛ, измерение мощности отраженного сигнала. Измерение и оценка мощности отраженных сигналов. Характеристики импульсных МРЛ. Радиолокационное исследование ливней и грозных облаков. Радиолокационные исследования градовых облаков. Радиолокационное исследование слоисто-дождевых облаков. Радиолокационное исследование облаков. Особенности метеорологических доплеровских радиолокаторов. Связь спектра доплеровских частот со скоростями движения рассеивающих частиц. Связь ширины спектра доплеровских частот со скоростью диссипации турбулентной энергии. Поляризационные параметры электромагнитных волн излучаемых радиолокаторами РЛС. Поляризация радиолокационных сигналов, отражение гидрометеорными частицами. Поляризация радиолокационных сигналов, отраженных от облаков и осадков. Поляризационные параметры радиолокационных антенн и их влияние на прием отраженных сигналов. Экспериментальное определение поляризационных характеристик сигналов, отраженных от облаков и осадков.

#### **Тема 7. Исследование гроз (ОЯ) с помощью локаторов и радиопеленгаторов дальномеров**

Общие сведения о грозных разрядах (атмосферниках). Распространение атмосферников над земной поверхностью. Измерение дальности гроз. Пеленгаторы гроз. Пеленгатор-дальномер. Радиолокационное обнаружение каналов молний.

Грозы и интенсивность осадков. Исследование атмосферы с помощью микроволновых радиометров. Радиотепловое излучение и его характеристики. Радиотепловое излучение атмосферы. Принцип построения радиометров. Применение радиометров для получения метеорологической информации

### **Раздел 4. Тенденции и перспектива развития методов и средств зондирования окружающей среды МЗОС**

#### **Тема 8. Тенденция развития ЛПС систем бортовых датчиков и методов обработки сигналов**

Развитие и совершенствование конструкций летательных аппаратов, аэростатического (аэростаты, дирижабли) и аэродинамического (самолеты, вертолеты, беспилотные летательные аппараты). Совершенствование датчиков: температуры, давления, влажности, фазового состояния и количество влаги. Развитие цифровых методов обработки и передачи метеоинформации потребителям.

#### **Тема 9. Перспективы развития метеорологических лидаров и методов обработки их информации**

Принципы построения оптических квантовых локаторов (лидаров) для исследования атмосферы. Принцип построения оптических квантовых локаторов. Взаимодействие лазерного излучения с атмосферой. Уравнение дальности оптической локации атмосферы. Измерение плотности атмосферы. Измерение влажности нижней тропосферы. Измерение ветра в нижней тропосфере. Измерение температуры. Определение температуры и скорости и направления ветра в верхней атмосфере по резонансному рассеянию на натрии.

#### **4.4. Содержание занятий семинарского типа**

Таблица 5

## Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Обработка данных шаропилотных наблюдений	9	-
1	Дистанционное зондирование атмосферы с помощью МРС	9	-
2	Обработка шаропилотных и радиопилотных наблюдений за ветром	6	-
2	Составление аэрологических телеграмм	5	-
3	Построение аэрологической диаграммы	9	-
3	Измерение дальности гроз	9	-
3	Анализ снимков с искусственных спутников Земли	9	-
3	Современные зарубежные и отечественные системы зондирования	8	-

Таблица 6.

## Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Обработка данных шаропилотных наблюдений	7.5	-
2	Дистанционное зондирование атмосферы с помощью МРС	6	-
3	Обработка шаропилотных и радиопилотных наблюдений за ветром	5	-
4	Обработка результатов температурно-ветрового зондирования атмосферы	5	-
5	Составление аэрологических телеграмм	4	
6	Построение аэрологической диаграммы	7.5	
7	Измерение дальности гроз	6.5	
8	Анализ снимков с искусственных спутников Земли	7.5	
9	Современные зарубежные и отечественные системы зондирования	6.5	

**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, в частности, указанную в пункте 8 настоящей программы, использовать материалы сети Интернет.

Дополнительно к лекционным и практическим занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем, для чего студент может использовать возможности удаленного доступа (Интернет).

## **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.

#### **а) Примеры заданий текущего контроля**

Письменный контроль (тестирование, выполнение заданий).

Беседа со студентами (опрос студентов) с анализом и обсуждением результатов.

#### **Тестирование**

1. Что такое дискретное пространство?

а) Это физическое пространство, в котором задана совокупность точек

б) Это пространство, разделённое на отрезки неопределённой длины

в) Это фазовое пространство

г) Это пространство, в котором производят синоптическое наблюдения на станциях

#### **Вопросы, задаваемые на занятиях:**

1. В чём суть дискретизации пространства и времени в задачах моделирования атмосферных процессов?

2. Что такое численные схемы?

3. Какие требования предъявляются к численным схемам?

4. Что такое аппроксимация?

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

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

#### **в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания**

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

### **6.2. Промежуточная аттестация**

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за семестр – 100.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен. Экзамен проходит в устной или письменной форме. Обучающемуся предлагается ответить на вопросы по билетам.

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену (ПК-2, ПК-5).**

1. Погодообразующие волновые процессы и метеорологические шумы.
2. Формулировка задачи гидродинамического прогноза погоды. Начальные условия. Боковые граничные условия. Граничные условия по вертикали.
3. Гидростатическое, геострофическое и адиабатическое приближения.
4. Принципиальная схема гидродинамического прогноза.
5. Интегрирование диагностических уравнений по вертикали. Уравнение статики.
6. Интегрирование диагностических уравнений вертикали. Уравнение неразрывности.
7. Метод расщепления. Основные положения. Достоинства и недостатки.
8. Достоинства и недостатки различных систем координат (по вертикали), их сравнительный анализ. Преодоление недостатков различных координатных систем.
9. Достоинства и недостатки различных систем координат (горизонтальных), их сравнительный анализ. Преодоление недостатков различных координатных систем.
10. Метод сеток: основные положения.
11. Интегральные инварианты гидродинамических моделей атмосферы: основные положения, ограничения, применение.
12. Аппроксимация уравнений модели мелкой воды на расштанной по пространству сетке.
13. Полуявные схемы интегрирования уравнений гидродинамических моделей атмосферы: принципиальная схема прогноза, достоинства, недостатки.
14. Явные схемы интегрирования уравнений гидродинамических моделей атмосферы: принципиальная схема прогноза, достоинства, недостатки.
15. Неявные схемы интегрирования уравнений гидродинамических моделей атмосферы: принципиальная схема прогноза, достоинства, недостатки.
16. Расштанная по пространству сетки.
17. Интегрирование уравнений с использованием Лагранжевых переменных.
18. Анализ дисперсионных свойств уравнений адаптации модели мелкой воды.
19. Проблемы, возникающие при интегрировании уравнения переноса массовой доли водяного пара, и методы их решения.
20. Конечно-разностные аналоги производных.
21. Принципиальная схема прогноза по явной схеме интегрирования.
22. Принципиальная схема прогноза по неявной схеме интегрирования.
23. Конечно-разностная аппроксимация полных уравнений на расштанной по пространству сетке.
24. Бокс метод.
25. Вложенные сетки.
26. Устойчивость конечно-разностных схем интегрирования
27. Постановка граничных условий при интегрировании уравнений гидротермодинамики атмосферы на ограниченной территории.
28. Учет неадиабатичности атмосферных процессов в гидродинамических моделях атмосферы
29. Параметризация физических процессов в гидродинамических моделях атмосферы. Основные понятия, процессы, подлежащие параметризации.
30. Параметризации конвекции в гидродинамических моделях атмосферы. Основные положения, классификация методов параметризации.
31. Ансамблевый прогноз.
32. Представление полей метеорологических величин при помощи рядов.
33. Базисные функции, используемые в атмосферных спектральных моделях.
34. Сферические функции. Свойства, достоинства, недостатки.
35. Сферические функции. Усечение бесконечных рядов.

36. Сферические функции. Разложение в ряд по сферическим функциям.
37. Разложение в ряд по тригонометрическим функциям.
38. Вычисление коэффициентов разложения в ряд по тригонометрическим функциям.
39. Вычисление коэффициентов разложения в ряд по сферическим функциям.
40. Решение линейного уравнения адвекции спектральным методом.
41. Минимизация невязки. Метод Галёркина.
42. Минимизация невязки. Метод коллокации.
43. Минимизация невязки. Метод наименьших квадратов.
44. Получение определяющей системы уравнений при решении спектральным методом линейного уравнения адвекции.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Опрос студентов и отчет по контрольному заданию по разделу «Гидродинамический подход описания и прогноза атмосферных процессов».	20
Опрос студентов и отчет по контрольному заданию по разделу «Интегрирование гидродинамических уравнений атмосферных процессов».	20
Опрос студентов и отчет по контрольному заданию по разделу «Спектральные и специальные методы решения уравнений гидродинамики атмосферы».	20
Промежуточная аттестация	30
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 8.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### 7.1. Перечень рекомендуемой литературы

##### Основная литература:

1. Дистанционное зондирование Земли: 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.[Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=506009>

2. Киселев В.Н., Кузнецов А.Д. Методы зондирования окружающей среды (атмосферы). Учебник. - СПб., изд. РГГМУ, 2004. - 429 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504195606.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504195606.pdf)

#### **Дополнительная литература:**

1. Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. – СПб.: "Издательское агентство "Энергомашиностроение", 2005. - 283 с.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям: Выпуск 4, часть 3: РД 52. 11. 650-2003. – СПб.: Гидрометеоздат, 2004. – 311с.

#### **7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.meteorf.ru/>- Сайт Росгидромета
2. <https://www.icao.int/> - Сайт ИКАО(ИКАО)
3. <http://airspot.ru/library/dokumenty-ikao> - Документы ИКАО

Электронные библиотечные ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система РГГМУ ГидроМетеоОнлайн-  
<http://elib.rshu.ru/>
2. Информация электронной библиотечной системы <http://znanium.com/>
3. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
4. Издательство ЮРАЙТ <https://biblio-online.ru/>

#### **7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Программное обеспечение:

1. Операционная система WindowsXP, MicrosoftOffice 2007
2. Программы электронных таблиц Excel
3. Текстовый редактор Word
4. Программа для создания презентаций PowerPoint
5. Программа распознавания текста FineReader

**Информационные справочные системы:**

1. **Консультант Плюс.**

#### **8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лекционные аудитории оборудованы видеопроjectionным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональным компьютером с выходом в сеть Интернет; помещения для проведения семинарских и практических занятий оборудованы учебной мебелью; библиотека имеет рабочие места для студентов; компьютерные классы оснащены видеопроjectionным оборудованием, средствами звуковоспроизведения, экраном, персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет.

## **9. 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.