

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы (МКОА)

Рабочая программа по дисциплине

**ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.05 «Прикладная метеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная метеорология**

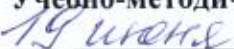
Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная, заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная метеорология»

 Фокичева А.А.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

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

Рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры МКОА  
\_8\_ февраля 2018 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Абанников В.Н.

Автор-разработчик

  
Головина Е.Г.  
Мханна А.И.Н.

Составили: Головина Е.Г. – доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Мханна А.И.Н – доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

© Е.Г.Головина, А.И.Н. Мханна, 2018  
© РГГМУ, 2018

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины "Физика атмосферы" является общепрофессиональная подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объёме, позволяющем им понимать существо явлений и процессов, происходящих в атмосфере, и влиянии на них различных факторов.

Главная задача дисциплины – подготовка студентов к изучению других общепрофессиональных дисциплин направления Прикладная гидрометеорология и специальных дисциплин, изучаемых будущими бакалаврами-метеорологами, гидрологами и океанологами.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина "Физика атмосферы" для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология профиль «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам базовой части образовательной программы.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика», «Геофизика», «Механика жидкости и газа (гидродинамика)».

Дисциплина является базовой для освоения профессиональных дисциплин.

Знания, полученные в результате изучения дисциплины необходимы для выполнения всех видов практик: «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков», «Учебная практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности», «Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Производственная практика (Научно-исследовательская работа)», «Преддипломная практика».

## 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-6	Способность осуществлять и поддерживать коммуникативную связь с внутренними и внешними пользователями гидрометеорологических данных об атмосфере, океане и водах суши.
ПК-2	Способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов



	гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения.
--	--

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Физика атмосферы» обучающийся должен:

Знать:

- строение, состав и общие свойства атмосферы;
- основные характеристики метеорологического режима атмосферы;
- основы термодинамики атмосферы;
- закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере,
- основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы;
- основы физики облаков, туманов и осадков;
- основы динамики атмосферы.

Уметь:

- рассчитывать гидрометеорологические величины и их пространственное распределение;
- выполнять наблюдения, производить измерения и обработку основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.);
- анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний, выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств.

Владеть:

- методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений;
- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством;

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Физика атмосферы» сведены в таблице.

**Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения					
	2	3	4	5		
Второй этап (уровень) ОК-1	<p><b>Планируемые результаты обучения</b> (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)</p> <p><b>Владеть:</b> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников</p> <p><b>Уметь:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию</p> <p><b>Знать:</b> - строение, состав и общие свойства атмосферы;</p>	<p><b>Не владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников</p> <p><b>Не умеет:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию</p> <p><b>Не знает:</b> - строение, состав и общие свойства атмосферы;</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников</p> <p><b>Затрудняется:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию</p> <p><b>Плохо знает:</b> - строение, состав и общие свойства атмосферы;</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников</p> <p><b>Хорошо умеет:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию</p> <p><b>Хорошо знает:</b> - строение, состав и общие свойства атмосферы;</p>	<p><b>Свободно владеет:</b> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников</p> <p><b>Отлично умеет:</b> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию</p> <p><b>Отлично знает:</b> - строение, состав и общие свойства атмосферы;</p>	5 продвинутый
Первый этап (уровень) ОК-2	<p><b>Владеть:</b> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач;</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять расчеты по основному разделу курса с привлечением современных вычислительных средств</p> <p><b>Знать:</b> - угрозы безопасности информации и основные</p>	<p><b>Не владеет:</b> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач;</p> <p><b>Не умеет:</b> выполнять расчеты по основному разделу курса с привлечением современных вычислительных средств</p> <p><b>Не знает:</b> - угрозы безопасности информации и основные</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач;</p> <p><b>Затрудняется:</b> выполнять расчеты по основному разделу курса с привлечением современных вычислительных средств</p> <p><b>Плохо знает:</b> - угрозы безопасности информации и основные</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач;</p> <p><b>Хорошо умеет:</b> выполнять расчеты по основному разделу курса с привлечением современных вычислительных средств</p> <p><b>Хорошо знает:</b> - угрозы безопасности информации и основные</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач;</p> <p><b>Отлично умеет:</b> выполнять расчеты по основному разделу курса с привлечением современных вычислительных средств</p> <p><b>Отлично знает:</b> - угрозы безопасности информации и основные</p>	



	методы защиты информации;	методы защиты информации;	методы защиты информации;	методы защиты информации;	методы защиты информации;	методы защиты информации;
Первый этап (уровень) ОПК-6	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с глобальной компьютерной сетью Интернет;</li> <li>-методами поиска необходимой информации с использованием меню и ключевых слов;</li> <li>-способами копирования файлов данных и программ с серверов сети на диски своего компьютера.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить поиск необходимой информации с использованием специализированных поисковых систем;</li> <li>- работать с электронными библиотеками и базами данных, содержащими метеорологическую информацию;</li> </ul> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия;</li> <li>- форматы представления данных;</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с глобальной компьютерной сетью Интернет;</li> <li>-методами поиска необходимой информации с использованием меню и ключевых слов;</li> <li>-способами копирования файлов данных и программ с серверов сети на диски своего компьютера.</li> </ul> <p><b>Не умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить поиск необходимой информации с использованием специализированных поисковых систем;</li> <li>- работать с электронными библиотеками и базами данных, содержащими метеорологическую информацию;</li> </ul> <p><b>Не знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия;</li> <li>- форматы представления данных;</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с глобальной компьютерной сетью Интернет;</li> <li>-методами поиска необходимой информации с использованием меню и ключевых слов;</li> <li>-способами копирования файлов данных и программ с серверов сети на диски своего компьютера.</li> </ul> <p><b>Затрудняется:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить поиск необходимой информации с использованием специализированных поисковых систем;</li> <li>- работать с электронными библиотеками и базами данных, содержащими метеорологическую информацию;</li> </ul> <p><b>Плохо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия;</li> <li>- форматы представления данных;</li> </ul>	<p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с глобальной компьютерной сетью Интернет;</li> <li>-методами поиска необходимой информации с использованием меню и ключевых слов;</li> <li>-способами копирования файлов данных и программ с серверов сети на диски своего компьютера.</li> </ul> <p><b>Хорошо умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить поиск необходимой информации с использованием специализированных поисковых систем;</li> <li>- работать с электронными библиотеками и базами данных, содержащими метеорологическую информацию;</li> </ul> <p><b>Хорошо знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия;</li> <li>- форматы представления данных;</li> </ul>	<p><b>Свободно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-навыками самостоятельной работы с глобальной компьютерной сетью Интернет;</li> <li>-методами поиска необходимой информации с использованием меню и ключевых слов;</li> <li>-способами копирования файлов данных и программ с серверов сети на диски своего компьютера.</li> </ul> <p><b>Отлично умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить поиск необходимой информации с использованием специализированных поисковых систем;</li> <li>- работать с электронными библиотеками и базами данных, содержащими метеорологическую информацию;</li> </ul> <p><b>Отлично знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия;</li> <li>- форматы представления данных;</li> </ul>	методы защиты информации;
Первый этап (уровень) ПК-2	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной</li> </ul>	<p><b>Не владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной</li> </ul>	<p><b>Слабо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной</li> </ul>	<p><b>Хорошо владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной</li> </ul>	<p><b>Уверенно владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями, достаточными для понимания природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной</li> </ul>	методы защиты информации;

	поверхностью и околоземным космическим пространством; <b>Уметь:</b> - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; <b>Знать:</b> - закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы	поверхностью и околоземным космическим пространством; <b>Не умеет:</b> - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; <b>Не знает:</b> - закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы	поверхностью и околоземным космическим пространством; <b>Затрудняется:</b> - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; <b>Плохо знает:</b> - закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы	поверхностью и околоземным космическим пространством; <b>Хорошо умеет:</b> - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; <b>Хорошо знает:</b> - закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы	поверхностью и околоземным космическим пространством; <b>Отлично умеет:</b> - анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний; <b>Отлично знает:</b> - закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере, - основы теплового режима подстилающей поверхности Земли и атмосферы
--	--	--	---	--	--



#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	2015, 2016 гг. набора	2017, 2018 гг. набора	2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>288 часов</b>		
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>198</b>	<b>210</b>	<b>36</b>
в том числе:			
лекции	66	66	14
практические занятия	132	144	22
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>90</b>	<b>78</b>	<b>252</b>
в том числе:			
курсовая работа		+	+
контрольная работа		-	+
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>зачет/экзамен</b>		<b>зачет/экзамен</b>

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Очное обучение  
2015, 2016 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 Лаборат.	Самост. работа			
1	Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины.	2	6	12	4	Вопросы на лекции.	3	ОК-1 ОК-2
2	Статика атмосферы Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения	2	12	24	6	Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по	4	ОПК-6 ПК-2



	статика.					индивидуальным заданиям		
3.	Основы Термодинамики атмосферы	2	12	24	8	Вопросы на лекции, семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям	6	ОК-1 ОК-2 ОПК-6 ПК-2
4.	Лучистая энергия в атмосфере. Излучение Солнца, Земли и атмосферы. Перенос коротковолновой и длинноволновой радиации в атмосфере	3	8	16	12	Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным заданиям	6	ОК-1 ОК-2 ПК-2
5.	Радиационный баланс деятельного слоя земли, атмосферы. Тепловой баланс деятельного Земли.	3	4	8	10	Вопросы на лекции, опрос перед контрольной работой, отчет по индивидуальному заданию	4	ОК-1 ОК-2 ПК-2
6	Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы.	3	8	16	7	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальному заданию	3	ОК-1 ОК-2 ПК-2
7	Фазовые переходы воды в атмосфере	3	6	12	4	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальному заданию	6	ОК-1 ОК-2 ПК-2
8.	Физические условия образования туманов, облаков и осадков	3	8	16	8	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальным	6	ОК-1 ОК-2 ПК-2 ОПК-6

						ому заданию		
9.	Основы динамики атмосферы	3	2	4	4	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальн ому заданию	2	ОК-1 ОК-2 ПК-2
<b>ИТОГО</b>			<b>66</b>	<b>132</b>	<b>63</b>		<b>39</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета и экзамена (27 часа)					<b>288 часов</b>			

**Очное обучение**  
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 Лаборат.	Самост. работа			
1	Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины.	2	6	12	4	Вопросы на лекции.	3	ОК-1 ОК-2
2	Статика атмосферы Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики.	2	12	24	6	Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальн ым заданиям	4	ОПК-6 ПК-2
3.	Основы Термодинамики атмосферы	2	12	24	8	Вопросы на лекции, семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальн ым заданиям	6	ОК-1 ОК-2 ОПК-6 ПК-2
4.	Лучистая энергия в атмосфере. Излучение Солнца, Земли и атмосферы.	3	8	14	8	Вопросы на семинаре, опрос перед лабораторной работой, отчет	6	ОК-1 ОК-2 ПК-2



	Перенос коротковолновой и длинноволновой радиации в атмосфере					по индивидуальным заданиям		
5.	Радиационный баланс деятельного слоя земли, атмосферы. Тепловой баланс деятельного Земли.	3	4	12	8	Вопросы на лекции, опрос перед контрольной работой, отчет по индивидуальному заданию	4	ОК-1 ОК-2 ПК-2
6	Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы.	3	8	18	5	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальному заданию	3	ОК-1 ОК-2 ПК-2
7	Фазовые переходы воды в атмосфере	3	6	12	4	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальному заданию	6	ОК-1 ОК-2 ПК-2
8.	Физические условия образования туманов, облаков и осадков	3	8	16	6	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальному заданию	6	ОК-1 ОК-2 ПК-2 ОПК-6
9.	Основы динамики атмосферы	3	2	4	4	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по индивидуальному заданию	2	ОК-1 ОК-2 ПК-2
	<b>ИТОГО</b>		<b>66</b>	<b>144</b>	<b>51</b>		<b>39</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета и экзамена (27 часа)						<b>288</b>		

**Заочное обучение**  
2014, 2015, 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 Лаборат. работа	Самост. работа			
1	Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины.	3	0	0	20	Вопросы на лекции.	1	ОК-1 ОК-2
2	Статика атмосферы. Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики.	3	1	2	20	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по контрольной работе	1	ОПК-6 ПК-2
3.	Основы Термодинамики атмосферы	3	2	2	50	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ОПК-6 ПК-2
4	Лучистая энергия в атмосфере. Излучение Солнца, Земли и атмосферы. Перенос коротковолновой и длинноволновой радиации в атмосфере	4	2	4	50	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ПК-2
5.	Радиационный баланс системы Земля – атмосфера. Тепловой баланс деятельного Земли.	4	1	2	20	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ПК-2



6	Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы.	4	2	2	10	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ПК-2
7	Фазовые переходы воды в атмосфере. Испарение с поверхности суши и водоёмов.	4	2	4	50	Вопросы на лекции, опрос перед лабораторной работой, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ПК-2
8.	Физические условия образования туманов, облаков и осадков	4	2	4	17	Вопросы на лекции, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ПК-2 ОПК-6
9.	Основы динамики атмосферы	4	2	2	10	Вопросы на лекции, отчет по контрольной работе	1	ОК-1 ОК-2 ПК-2
<b>ИТОГО</b>			<b>14</b>	<b>22</b>	<b>243</b>		<b>9</b>	
С учётом трудозатрат при подготовке к зачету и экзамену (9 час.)					<b>288 часов</b>			

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 4.2.1 Строение, состав, свойства атмосферы

Предмет и метод метеорологии, ее место среди других наук и связь между ними. История атмосферы. Основные метеорологические величины и атмосферные явления. Состав атмосферы. Состав атмосферного воздуха. Постоянные и переменные составные части атмосферного воздуха. Изменение состава воздуха с высотой.

Вертикальное строение атмосферы. Краткая характеристика тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы. Гомо- и гетеросфера. Озоносфера. Ионосфера. Понятие пограничного и приземного слоя атмосферы. Понятие о воздушных массах и фронтах.

Уравнение состояния сухого и влажного воздуха. Виртуальная температура. Характеристики влажного воздуха и связь между ними.

### 4.2.2 Статика атмосферы

Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики, его следствие. Понятие локальной и полной производной метеорологических величин. Понятие градиента метеорологической величины. Барический градиент и барическая

ступень. Барометрические формулы для однородной, изотермической, политропной и реальной моделей атмосфер. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера.

#### **4.2.3 Основы термодинамики атмосферы**

Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы. Суходиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства. Первое начало термодинамики при влажнодиабатическом процессе. Влажнодиабатический градиент, его зависимость от температуры и давления. Псевдодиабатические процессы. Эквивалентно-потенциальная и псевдопотенциальная температура, их свойства. Понятие о неадиабатических процессах.

Изменение параметров воздушной частицы при ее вертикальных перемещениях. Кривая состояния. Уровень конденсации. Уровень конвекции. Энергия неустойчивости. Аэрологическая диаграмма. Принципы построения термодинамических графиков, их использование.

Стратификация атмосферы. Критерии оценки вертикальной термической устойчивости атмосферы. Метод частицы.

#### **4.2.4 Лучистая энергия в атмосфере**

Определение понятий и величин, характеризующих электромагнитное излучение. Понятия потока, интенсивности и инсоляции. Распределение энергии по спектру и интегральный поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная.

Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Закон ослабления монохроматического и интегрального потоков радиации. Функции пропускания и поглощения. Спектральные и интегральные характеристики прозрачности атмосферы. Фактор мутности. Спектральный состав солнечной радиации у земной поверхности. Особенности радиационных процессов в загрязненной атмосфере. Распространение прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации. Факторы, влияющие на них. Отражение и поглощение солнечной радиации земной поверхностью. Коэффициенты отражения (альbedo) и поглощения. Альbedo различных естественных поверхностей, облаков и Земли как планеты. Суточный ход альbedo.

Длинноволновое излучение. Излучение земной поверхности и атмосферы. Распределение энергии по спектру. Радиационные свойства естественных поверхностей. Поглощение земного излучения в атмосфере. Уходящее и встречное излучение атмосферы. Эффективное излучение, факторы влияющие на него.

#### **4.2.5 Радиационный баланс системы Земля - атмосферы**

Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы. Радиационный баланс Земли как планеты. Факторы, определяющие радиационный баланс, его суточный и годовой ход. Широтное распределение радиационного баланса поверхности Земли, атмосферы и системы Земля - атмосфера.

Уравнение теплового баланса земной поверхности. Факторы, влияющие на уравнение теплового баланса.

#### **4.2.6 Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы**

Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Температура земной поверхности. Вертикальное



распределение температуры почвы. Поток тепла в почве. Особенности распространения тепла в водоемах.

Атмосфера – турбулентная среда. Динамические факторы возникновения атмосферной турбулентности. Основные характеристики турбулентности.

Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы. Изменение скорости ветра с высотой. Суточный ход ветра.

Потоки тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Методы его определения. Методы расчета турбулентного потока тепла. Суточный и годовой ход температуры.

Изменение температуры воздуха с высотой. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Инверсии температуры. Высота и температура тропопаузы.

#### **4.2.7 Фазовые переходы воды в атмосфере**

Условия фазовых переходов вода в атмосфере. Диаграмма фазовых состояний воды в атмосфере. Испарение с земной поверхности и с поверхностями больших и малых водоемов. Равновесная относительная влажность. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере.

Конденсация. Работа образования зародышевых капель. Роль ядер конденсации. Образование зародышевых капель. Факторы, влияющие на их рост. Переохлаждение капель. Образование ледяных кристаллов в атмосфере.

#### **4.2.8 Физические условия образования туманов, облаков и осадков**

Туманы. Физико-метеорологические условия образования туманов. Их классификация. Основные характеристики туманов. Модели образования и строения туманов. Прогноз радиационных туманов.

Облака. Физико-метеорологические условия образования облаков. Роль вертикальных движений различного масштаба, турбулентного перемешивания и радиационного выхолаживания в образовании облаков. Международная морфологическая классификация облаков. Генетическая классификация облаков. Физические характеристики облаков: водность, размер капель; капельные, кристаллические и смешанные облака; нижняя и верхняя границы облаков, их изменчивость во времени и пространстве.

Осадки. Классификация осадков. Процессы укрупнения капель и кристаллов в облаках. Скорость роста и испарения капель. Коэффициент соударения (захвата). Роль твердой фазы в образовании осадков. Осадки из капельных, кристаллических и смешанных облаков. Особенности образования града. Наземная конденсация и осадки.

Понятие о физическом механизме воздействия на облака, туманы, осадки. Представление о способах активного воздействия и их эффективности.

#### **4.2.9 Основы динамики атмосферы**

Силы, действующие в атмосфере. Уравнение движения атмосферы. Установившееся движение воздуха без учета сил трения. Градиентный ветер. Геострофического ветер. Изменение геострофического ветра с высотой. Спираль Экмана. Градиентный ветер в циклоне и антициклоне с учетом и без учета силы трения.

#### 4.3 Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

2015, 2016 гг. набора

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Расчет метеорологических величин и плотности воздуха	Лабораторная работа	ОК-1 ОК-2
2	1	Методы стандартных метеорологических наблюдений.	Практические занятия	ПК-2
3	2	Барометрические формулы для различных моделей атмосферы. Приведение атмосферного давления к уровню моря.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
4	3	Первое начало термодинамики для атмосферы. Сухоадиабатический градиент.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
		Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
5	3	Первое начало термодинамики для воздуха насыщенного водяным паром. Влажноадиабатический градиент.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
6	3	Уровень конденсации. Ускорение конвекции. Уровень конвекции.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
7	3	Термодинамические температуры	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
8	3	Изменение характеристик влажности и термодинамических температур в адиабатически поднимающемся воздухе.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
9	3	Оценка стратификации атмосферы. Факторы, влияющие на устойчивость атмосферы. Энергия неустойчивости.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
10	4	Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Солярный климат.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
11	4	Ослабление интегрального и спектрального потока солнечной радиации. Характеристики прозрачности атмосферы.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
12	4	Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптические явления, связанные с рассеянием светового потока.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
13	4	Расчет энергетической светимости земной поверхности. Излучение атмосферы	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
14	4	Спектр излучения Земли и атмосферы	Семинар и практические	ОК-1, ОК-2 ПК-2



			занятия	
15	5	Радиационный баланс деятельного слоя Земли, атмосферы и системы Земля-атмосфера	Лабораторная работа и Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
15	5	Тепловой баланс деятельного слоя Земли	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
16	6	Теоретические законы распространений колебаний температуры в почве	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
17	6	Поток тепла в почве.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
18	6	Вертикальное изменение температуры почвы и водоемов	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
19	6	Факторы турбулентности. Расчет коэффициента турбулентности.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
20	6	Турбулентное перемешивание в приземном слое атмосферы	Семинар и практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
21	6	Изменение температуры воздуха во времени и пространстве	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
22	7	Факторы, влияющие на фазовые переходы воды в атмосфере	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
23	7	Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
24	7	Рост зародышевых капель в атмосфере.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
25	8	Условия образования тумана. Микрофизические характеристики тумана. Видимость в тумане.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
26	8	Условия образования облачности. Микрофизические характеристики облаков.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
27	8	Рост капель и ледяных частиц в облаках и туманах. Осадки.	Лабораторные работы	ОК-1, ОК-2 ПК-2
28	9	Силы, действующие в атмосфере	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
29	9	Расчет скорости геострофического ветра	Лабораторные работы	ОК-1, ОК-2 ПК-2
30	9	Движение в циклоне и антициклоне	Семинар и	ОК-1, ОК-2

			лабораторная работа	ПК-2
--	--	--	---------------------	------

2017, 2018 гг. набора

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Расчет метеорологических величин и плотности воздуха	Лабораторная работа	ОК-1 ОК-2
2	1	Методы стандартных метеорологических наблюдений.	Практические занятия	ПК-2
3	2	Барометрические формулы для различных моделей атмосферы. Приведение атмосферного давления к уровню моря.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
4	3	Первое начало термодинамики для атмосферы. Сухоадиабатический градиент.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
		Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
5	3	Первое начало термодинамики для воздуха насыщенного водяным паром. Влажноадиабатический градиент.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
6	3	Уровень конденсации. Ускорение конвекции. Уровень конвекции.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
7	3	Термодинамические температуры	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
8	3	Изменение характеристик влажности и термодинамических температур в адиабатически поднимающемся воздухе.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
9	3	Оценка стратификации атмосферы. Факторы, влияющие на устойчивость атмосферы. Энергия неустойчивости.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
10	4	Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Солярный климат.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
11	4	Ослабление интегрального и спектрального потока солнечной радиации. Характеристики прозрачности атмосферы.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
12	4	Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптические явления, связанные с рассеянием светового потока.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
13	4	Расчет энергетической светимости земной поверхности. Излучение атмосферы	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2



14	4	Спектр излучения Земли и атмосферы	Семинар и практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
15	5	Радиационный баланс деятельного слоя Земли, атмосферы и системы Земля-атмосфера	Лабораторная работа и Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
15	5	Тепловой баланс деятельного слоя Земли	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
16	6	Теоретические законы распространений колебаний температуры в почве	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
17	6	Поток тепла в почве.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
18	6	Вертикальное изменение температуры почвы и водоемов	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
19	6	Факторы турбулентности. Расчет коэффициента турбулентности.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
20	6	Турбулентное перемешивание в приземном слое атмосферы	Семинар и практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
21	6	Изменение температуры воздуха во времени и пространстве	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
22	7	Факторы, влияющие на фазовые переходы воды в атмосфере	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
23	7	Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
24	7	Рост зародышевых капель в атмосфере.	Лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
25	8	Условия образования тумана. Микрофизические характеристики тумана. Видимость в тумане.	Семинар	ОК-1, ОК-2 ПК-2
26	8	Условия образования облачности. Микрофизические характеристики облаков.	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
27	8	Рост капель и ледяных частиц в облаках и туманах. Осадки.	Лабораторные работы	ОК-1, ОК-2 ПК-2
28	9	Силы, действующие в атмосфере	Практические занятия	ОК-1, ОК-2 ПК-2
29	9	Расчет скорости геострофического ветра	Лабораторные работы	ОК-1, ОК-2 ПК-2



30	9	Движение в циклоне и антициклоне	Семинар и лабораторная работа	ОК-1, ОК-2 ПК-2
31	4-8	Проведение измерений метеорологических параметров	Дежурство на метеорологической станции	ОК-1, ОК-2 ПК-2 ОПК-6

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 5.1. Текущий контроль

- 5.1.1 Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции.
- 5.1.2 Решение задач по разделам. Студентам предлагаются задачи для домашнего решения и последующей проверки.
- 5.1.3 Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждого индивидуального задания.
- 5.1.4 Прием и проверка отчета по каждому индивидуальному заданию.
- 5.1.5 Контрольные работы по каждому разделу дисциплины. Обсуждение результатов.

#### а) Образцы заданий текущего контроля

##### Вопросы на лекции:

1. Как рассчитать весовое содержание кислорода в атмосфере, используя результаты метеорологических наблюдений?
2. Почему плотность сухого воздуха больше плотности влажного при одинаковом атмосферном давлении в обоих случаях?
3. Зачем пилоты, подготавливаясь к , узнают величину атмосферного давления в аэропорту?
4. Почему стратификация атмосферы влияет на распространение в атмосфере примесей?
5. С помощью какой термодинамической температуры можно оценить изменение с высотой запаса полной энергии в окружающем воздухе?
6. Может ли суммарная солнечная радиация, падающая на землю, при облачной атмосфере быть больше, чем при безоблачной атмосфере?
7. Какие оптические характеристики поверхности земли используются при получении уравнения радиационного баланса деятельного слоя земли?
8. В каких случаях радиационный баланс деятельного слоя Земли принимать отрицательный знак?
9. В чем отличие суточного хода температуры поверхности почвы от суточного хода температуры воздуха.
10. Какая из гигрометрических характеристик не является характеристикой влажности?
11. Из каких форм облаков выпадают осадки?
12. Что характеризует величина равновесной относительной влажности ?
13. Как изменяется форма облачности при приближении теплого фронта?
14. Как влияет конвекция на развитие турбулентности в атмосфере?

Все индивидуальные задания и контрольная работа для студентов заочной формы обучения приведены в «Методических указаниях»

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

1. В какой воздушной массе больше барическая ступень?
  - а. арктической
  - б. умеренных широт
  - в. тропической
  
2. Укажите соотношение между адиабатическими изменениями температуры воздуха с насыщенным паром и воздуха с ненасыщенным паром при одинаковом опускании.
  - а) первый нагреется больше второго;
  - б) первый нагреется меньше второго;
  - в) первый охладится больше второго;
  - г) первый охладится меньше второго.
  
3. Коэффициент поглощения какой естественной поверхности ближе всего к коэффициенту поглощения абсолютно черного тела?
  - а. Снег
  - б. Песок
  - с. Вспаханное поле

### **Вопросы к коллоквиуму перед выполнением индивидуального задания по теме “основы термодинамики атмосферы”**

1. Характеристики влажности воздуха – определение, формулы. Уравнение состояния для сухого и влажного воздуха.
2. Уравнение статики атмосферы, методы его решения, барометрические формулы. Практическое их использование.
3. Первого начала термодинамики для сухого или влажного, но не насыщенного водяным паром воздуха. Формула, обозначения, Физический смысл.
4. Решение первого начала термодинамики для адиабатически перемещающейся сухой воздушной частицы. Выводы из решения.
5. Сухоадиабатический вертикальный градиент температуры воздуха, причина понижения температуры воздушной частицы при её адиабатическом перемещении.
6. Потенциальная температура, физический смысл изменения потенциальной температуры. Объяснить изменение потенциальной температуры в устойчивой воздушной массе.
7. Первого начала термодинамики для влажного, насыщенного водяным паром воздуха. Формула, обозначения, Физический смысл.
8. Влажноадиабатический вертикальный градиент температуры воздушной частицы, зависимость его от атмосферного давления и температуры воздуха. Сравнить влажноадиабатический с сухоадиабатическим вертикальным градиентом воздушной частицы. Объяснить разницу.
9. Объяснить физический смысл понятий “Устойчивая”, “Безразличная”, “Неустойчивая” атмосфера.
10. Объяснить термин « Тип стратификации атмосферы». Основные критерии для оценки типа стратификации атмосферы.
11. Объяснить понятия: “Уровень конденсации” и “Уровень выравнивания температур”.



12. Что такое «Энергия неустойчивости атмосферы». Как определить энергию неустойчивости атмосферы.

13. Решение каких уравнений используется для построения аэрологической диаграммы. ?

14. Что характеризуют “Кривая стратификации” и “Кривая состояния”.

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

Выполнение рефератов и докладов по данной дисциплине не предусмотрено

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

1. Термодинамические процессы в атмосфере.
2. Преобразования солнечной радиации в атмосфере и на земной поверхности.
3. Молекулярное рассеяние солнечной радиации. Оптические явления, связанные с рассеянием света в атмосфере.
4. Физика поглощения электромагнитного излучения в атмосфере.
5. Ослабление солнечной радиации в атмосфере.
6. Распределение радиационного баланса по земной поверхности.
7. Осадки из водяных, ледяных и смешанных облаков.
8. Условия образования града, крупы, снежных зерен
9. Испарение и факторы его определяющие.
10. Методы расчета испарения с различных подстилающих поверхностей.
11. Метеорологические аспекты круговорота воды в атмосфере
12. Физические процессы образования и классификация туманов.
13. Физические процессы образования и классификация облаков
14. Факторы, влияющие на величину давления насыщенного пара над поверхностью.
15. Водяной пар в воздухе и характеристики влажности воздуха.
16. Особенности режима влажности атмосферы высоких широт.
17. Образование и эволюция водяной капли в атмосфере.

Тема курсовой работы согласовывается с преподавателем. При этом студент получает от преподавателя указания по выполнению работы.

Приведенные темы являются обзорными, при выполнении которых студент должен достаточно полно раскрыть тему, пользуясь литературой, лекциями и сведениями, почерпнутыми из Интернета (рекомендуется использовать поисковые системы, вводя в строку поиска название исследуемой темы). Обязательны ссылки на литературные источники. Описание должно быть составлено своими словами, с избеганием прямого «скачивания», что сразу же будет замечено при проверке. В конце работы должно быть приведено *собственное обзорное суждение студента* об изучаемом им вопросе, связанными с физикой атмосферой. Изложить где практически могут быть использованы рассматриваемые закономерности физики атмосферы.

В конце работы обязательно приводится список используемой литературы.

Если работа выполнена достаточно полно, тема подробно раскрыта, и в конце приведено собственное аргументированное суждение студента о достоинствах и недостатках методов измерения, такая работа оценивается на **ОТЛИЧНО**.

Если работа выполнена достаточно полно, тема раскрыта, но заключение студента отсутствует, такая работа оценивается на **ХОРОШО**.

Если работа выполнена самостоятельно, но недостаточно полно, тема раскрыта не полностью, заключение студента отсутствует, такая работа оценивается на **УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**.



Примечание. При обнаружении дословного сходства сданных работ (или дословного сходства с одной из работ, сданных в предыдущие годы), такие работы не зачитываются и возвращаются для полной переделки.

## 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 и презентации лекций, опубликованные в Интернете.

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольную работу, пользуясь методическими указаниями (<http://fzo.rshu.ru/content/metodukazaniya>)

Студенты выполняют курсовую работу, пользуясь списком примерных тем курсовых работ (см. раздел 6.4). Курсовая работа может быть выполнена на другую тему по согласованию с преподавателем. Выполнение работы проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

## 5.3. Промежуточный контроль

### Очная форма обучения

Промежуточный контроль по результатам 2-го учебного семестра – зачет,

Контроль по результатам 3-го учебного семестра – экзамен.

### Заочная форма обучения

Промежуточный контроль по результатам 2-го курса – дифференцированный зачет,

Контроль по результатам 3-го курса – экзамен.

## Вопросы к зачету

1. Строение и состав атмосферы.
2. Озоносфера. Роль ее в физических процессах в атмосфере,
3. Основные характеристики состояния атмосферы.
4. Поля метеорологических величин. Градиенты метеорологических величин (МВ). Сравнение вертикальных и горизонтальных градиентов МВ.
5. Уравнение состояния сухого воздуха,
6. Уравнение состояния влажного воздуха, Виртуальная температура.
7. Характеристики влажности воздуха,
8. Уравнение статики атмосферы. Вертикальный барических градиент, зависимость его от МВ.
9. Барическая ступень - физический смысл, зависимость от метеорологических величин,
10. Барометрические формулы для различных моделей атмосферы (однородная, изотермическая, политропная, реальная),
11. Вертикальный градиент температуры в однородной атмосфере,
12. Практическое использование барометрических формул,
13. Порядок проведения стандартных метеорологических наблюдений
14. Первое начало термодинамики для сухого воздуха,
15. (уравнение, физический смысл),
16. I начало термодинамики для адиабатического процесса,
17. Сухоадиабатический градиент температуры воздуха,
18. Потенциальная температура,
19. Методы определения потенциальной температуры,
20. Основные свойства потенциальной температуры

21. Аэрологическая диаграмма. Основы построения.
22. Кривая стратификация и кривая состояния на АД.,
23. Конвекция. Метод расчета ускорения конвекции,
24. Уровень конденсации, Уровень выравнивания температур,
25. I нач. термодинамики для воздуха с насыщенным паром,
26. Влажноадиабатический градиент температуры,
27. Термодинамические температуры,
28. Стратификация атмосферы. Методы определения степени устойчивости атмосферы.(по АД, по изменению термодинамических температур воздуха с высотой, по ускорению конвекции),
29. Энергия неустойчивости.

### Перечень вопросов к экзамену

1. Основные характеристики состояния атмосферы.
2. Поля метеорологических величин. Градиенты метеорологических величин (МВ). Сравнение вертикальных и горизонтальных градиентов МВ.
3. Уравнение состояния сухого воздуха,
4. Уравнение состояния влажного воздуха, Виртуальная температура.
5. Характеристики влажности воздуха,
6. Уравнение статики атмосферы. Вертикальный барических градиент, зависимость его от МВ.
7. Барическая ступень - физический смысл, зависимость от МВ,
8. Барометрические формулы для различных моделей атмосферы(однородная, изотермическая, политропная, реальная),
9. Вертикальный градиент температуры в однородной атмосфере,
10. Практическое использование барометрических формул.
11. Порядок проведения стандартных метеорологических наблюдений.
12. Первое начало термодинамики для сухого воздуха Уравнение Пуассона.
13. Сухоадиабатический вертикальный градиент температуры воздуха.
14. Ускорение конвекции.
15. Потенциальная температура. Методы ее определения.
16. Свойства потенциальной температуры.
17. Высота уровня конденсации. Ее определение
18. Изменение гигрометрических характеристик в адиабатическом поднимающемся воздухе с ненасыщенным водяным паром.
19. Критерии устойчивости атмосферы при сухоадиабатическом процессе
20. Влажноадиабатические процессы. Первое начало термодинамики для воздуха, насыщенного водяным паром.
21. ..Влажноадиабатический вертикальный градиент температуры, его свойства.
22. Изменение гигрометрических характеристик при вертикальном перемещении воздуха с насыщенным паром.
23. Условия устойчивости атмосферы по отношению к вертикальным перемещениям воздуха..
24. Термодинамические температуры. Их физический смысл.
25. Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.
26. Солнце, солнечная активность
27. Законы излучения абсолютно черного тела.
28. Излучение Солнца и Земли ,солнечная постоянная
29. Поглощение лучистой энергии в атмосфере
30. Молекулярное рассеяние солнечной радиации



31. Аэрозольное рассеяние солнечной радиации
32. Закон ослабления солнечной радиации
33. Характеристики прозрачности атмосферы.
34. Прямая, рассеянная и суммарная солнечная радиация.
35. Отраженная солнечная радиация. Альbedo.
36. Теоретические, возможные и действительные суточные суммы потоков солнечной радиации.
37. Излучение Земли и атмосферы.
38. Эффективное излучение земной поверхности
39. Радиационный баланс коротковолновой радиации для деятельного слоя Земли.
40. Радиационный баланс длинноволновой радиации для деятельного слоя Земли.
41. Суммарный радиационный баланс деятельного слоя Земли.
42. Факторы, влияющие на величину радиационного баланса деятельного слоя земли.
43. Радиационный баланс атмосферы.
44. Радиационный баланс системы Земля – Атмосфера
45. Тепловой баланс деятельного слоя Земли
46. Суточный и годовой ход характеристик влажности.
47. Изменение содержания водяного пара с высотой.
48. Фазовые переходы воды в атмосфере. График равновесия фаз
49. Факторы, влияющие на величину давления насыщенного пара над поверхностью.
50. Испарение. Факторы, влияющие на скорость испарения с поверхности суши.
51. Факторы, влияющие на скорость испарения с поверхности водоемов.
52. Испаряемость.
53. Работа образования зародышевых капель. Роль ядер конденсации в образовании капель в атмосфере.
54. Образование и рост зародышей жидкой и твердой фазы воды в атмосфере
55. Физические условия образования тумана Классификация туманов.
56. Микрофизические характеристики туманов и облаков.
57. Метод прогноза радиационных туманов.
58. Морфологическая и генетическая классификация облаков.
59. Конвективные облака. Условия образования, характеристики.
60. Облака крупномасштабных восходящих движений. Условия образования, Характеристики.
61. Роль волновых движений в образовании облачности,
62. Конденсационный рост капель в облаках.
63. Коагуляционный рост капель в облаках.
64. Образование осадков. Характеристики и вид осадков.
65. Испарение облачных и дождевых капель.
66. Основные теплофизические характеристики поверхности почвы.
67. Теоретические законы распространения колебаний температуры в почве.
68. Поток тепла в почве и водоемах.
69. Факторы турбулентности атмосферы.
70. Конвективный и турбулентный потоки тепла в атмосфере.
71. Уравнение притока тепла в атмосфере.
72. Факторы, определяющие тепловой режим нижнего слоя атмосферы.
73. Силы, действующие в атмосфере
74. Географический ветер
75. Движение в циклоне и антициклоне

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Матвеев Л.Т. Основы общей метеорологии. Физика атмосферы. - Л.:ГМИ, 2000
2. Восканян, К. Л. Актинометрические наблюдения [Текст] : пособие для учебной практики / К. Л. Восканян, А. Г. Саенко ; РГГМУ. - Санкт-Петербург : РГГМУ, 2010. - 53 с.- Режим доступа: [http://elibr.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-515134518.pdf](http://elibr.rshu.ru/files_books/pdf/img-515134518.pdf)
3. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=391608>

### б) Дополнительная литература:

1. Задачник по общей метеорологии [Текст] : учебное пособие / ред. В. Г. Морачевский. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. - 311[1] с.- Режим доступа: [http://elibr.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-214171411.pdf](http://elibr.rshu.ru/files_books/pdf/img-214171411.pdf)
2. Андреев А.О., Дукальская М.В., Головина Е.Г. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Под ред. А.И.Угрюмова. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМУ, 2007. – 228с.
3. Психрометрические таблицы [Текст] : таблицы / ГГО им. А. И. Воейкова ; сост. Б. М. Ильин. - 3-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Летний сад, 2009. - 313(4) с
4. Руководство по теплосбалансовым наблюдениям. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 237с.

### в) Рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Электронный ресурс – страница сайта РГГМУ для заочной формы обучения, раздел «Методические указания». Режим доступа: <http://fzo.rshu.ru/content/metodukazaniya>
2. Электронный ресурс. Основы термодинамики атмосферы. Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/933917/>  
<http://dok.opredelim.com/docs/index-69680.html>
3. Электронный ресурс Метеорология и климатология. Лучистая энергия в атмосфере. Режим доступа: <http://cribs.me/meteorologiya-i-klimatologiya/solnechnaya-radiatsiya-raspredelenie-solnechnoi-radiatsii-na-poverkhnosti-zemli>
4. Электронный ресурс Курс физические основы воздействия на атмосферные процессы А.Е. Карелов. Тема Фазовые переходы воды в атмосфере. Режим доступа: <http://rpp.nashaucheba.ru/docs/index-154249.html>
5. Электронный ресурс Атмосфера и климат, раздел динамика атмосферы <http://obatmosfere.ru/category/dinamika-atmosfery>



## 7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
<b>Лекции (темы №1-9)</b>	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>
<b>Лабораторные занятия (темы №1-9)</b>	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего базового учебника и описаний лабораторных работ.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Подготовка специальной рабочей тетради для индивидуальных занятий.</p> <p>Заготовка шаблонов таблиц, и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.</p>
<b>Индивидуальные задания</b>	<p>Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 3 до 5 научных работ.</p> <p>Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.</p> <p>Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.</p>
<b>Подготовка к зачету и экзамену</b>	<p>При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

## 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 1-9	<p><u>информационные технологии</u></p> <p>1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций,</p> <p>2. организация взаимодействия с обучающимися посредством</p>	<p>1. Пакет Microsoft Word, Excel, PowerPoint.</p> <p>2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></p>

	электронной почты 3. проведение компьютерного тестирования образовательные технологии 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. работа на лабораторных установках 4. проведение дежурств на метеорологической площадке	3. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL <a href="http://moodle.rshu.ru">http://moodle.rshu.ru</a>
--	--	--

### 5. 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, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими 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 метеорологическая станция РГГМУ в г. Санкт-Петербург** – оснащена стандартным метеорологическим оборудованием.

### 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.