

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

Кафедра метеорологических прогнозов

Рабочая программа по дисциплине

**ОЗОН, ДИОКСИД УГЛЕРОДА, МЕТАН, ГИДРОКСИЛ, АЗОТИСТЫЕ  
И ДРУГИЕ МАЛЫЕ ПРИМЕСИ В АТМОСФЕРЕ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы подготовки кадров высшей квалификации  
по направлению подготовки

**05.06.01 «Науки о Земле»**

Направленность (профиль):

**Метеорология, климатология, агрометеорология**


Квалификация:

**Исследователь, преподаватель-исследователь**

Форма обучения

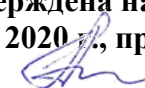
**Очная/Заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Метеорология, климатология,  
агрометеорология»

  
Погорельцев А.И.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
22 сентября 2020 г., протокол № 1

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
29 мая 2020 г., протокол № 14  
И.о.зав. кафедрой  Анискина О.Г.

Авторы-разработчики:

 Смышляев С.П.

**Составили:**

С.П.Смышляев, д. ф.-м. н., профессор кафедры метеорологических прогнозов РГГМУ

© Смышляев С.П. 2020

© РГГМУ, 2020.

## 1 Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере» – подготовка специалистов, владеющих знаниями в объёме, необходимом для глубокого понимания принципов построения и функционирования гидродинамических моделей природных процессов, способных грамотно использовать результаты моделирования.

Основная задача дисциплины «Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере» связана с освоением:

- физических основ построения гидродинамических моделей природных процессов;
- современных методов решения уравнений гидродинамики;
- приобретение практических навыков по созданию и использованию гидродинамических моделей природных процессов разной степени сложности;
- приобретение практических навыков по использованию результатов гидродинамического моделирования природных процессов.

Дисциплина изучается студентами очной и заочной форм обучения, обучающимися по программе подготовки 05.06.01 – «Науки о Земле».

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере» включает в себя самостоятельное изучение современного состояния гидродинамического моделирования природных процессов, а также методов интерпретации и анализа результатов моделирования для цели выполнения самостоятельных научно-исследовательских работ. Контроль результатов самостоятельного изучения осуществляется периодическими занятиями с преподавателем (научным руководителем). Во время этих занятий в формате семинаров, коллоквиумов, тестирования преподаватель оценивает качество освоения разделов дисциплины.

Основные разделы курса «Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере» требуют предварительного изучения следующих дисциплин:

- динамическая метеорология, динамика океана, геофизики для понимания физики процессов, описываемых при моделировании природных процессов;
- климатология для понимания факторов формирования климата и методов описания динамики климата в климатических моделях атмосферы;
- информатика, вычислительная техника и программирование на языках высокого уровня для работы с гидродинамическими моделями природных процессов, базами данных о природных процессах;
- английский язык для работы с научной литературой;
- синоптическая метеорология для понимания факторов атмосферной циркуляции в формировании климата.

Таким образом, дисциплина «Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере» является комплексной дисциплиной и обучающиеся должны для ее освоения иметь знания как по отдельным разделам фундаментальных дисциплин («Математика», «Физика», «Химия», «Информатика», «География», «Иностранный язык»), так и знать прикладные дисциплины по специальности «Метеорология», такие как: «Климатология», «Физика атмосферы, океана и вод суши», «Геофизика», «Синоптическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Статистические методы в метеорологии». «Специальные главы статистического анализа процессов и полей».

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

<i>Код компетенции</i>	<i>Компетенция</i>
<b>ОПК-1</b>	<i>способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</i>
<b>ОПК-2</b>	<i>Способность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования.</i>
<b>ПК-1</b>	<i>понимание принципов, определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере, умением применять методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния.</i>
<b>ПК-2</b>	понимание и творческое использованием знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных метеорологических дисциплин
<b>ПК-3</b>	Способность формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований.
<b>ПК-5</b>	Владеть современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии.
<b>ПК-6</b>	умение анализировать методологические проблемы, возникающие при решении исследовательских и практических задач в области гидрометеорологии

В результате изучения дисциплины «Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере» обучающийся должен:

**Знать:**

- основные законы физики и химии, определяющие эволюцию структуры и состава атмосферы;
- физическую и математическую постановку задачи гидродинамического моделирования физических и химических процессов;
- современные методы аппроксимации уравнений гидродинамики природных процессов;
- способы подавления и предотвращения вычислительных ошибок, возникающими при интегрировании уравнений гидродинамики природных процессов численными методами;
- современные численные методы интегрирования уравнений прогностических моделей;
- особенности интегрирования уравнений гидродинамики на ограниченной территории;
- основные современные гидродинамические модели атмосферных процессов;
- основные форматы представления результатов гидродинамического моделирования природных процессов;
- современные методы анализа и обработки результатов гидродинамического моделирования природных процессов.

**Уметь:**

- разрабатывать алгоритмы реализации гидродинамических моделей атмосферы;
- аппроксимировать уравнения в частных производных подходящей к решаемой задаче схемой;
- анализировать ошибки схем аппроксимации;
- осмысленно использовать результаты гидродинамического моделирования в оперативной и исследовательской практике.

**Владеть:**

- методикой построение гидродинамических моделей атмосферы в целом и отдельных атмосферных процессов и явлений;
- методикой обработки результатов гидродинамического моделирования;
- методами визуализации результатов гидродинамического моделирования атмосферных процессов.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «*Озон, диоксид углерода, метан, гидроксил, азотистые и другие малые примеси в атмосфере*» сведены в таблице.

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

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 минимальный	4 базовый	5 продвинутый
Второй этап (уровень) ОПК-1	<b>Владеть:</b> способен самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность по оценке ОЦА	<b>Не владеет:</b> методами научно-исследовательской деятельности по оценке ОЦА	<b>Недостаточно владеет:</b> методами научно-исследовательской деятельности по оценке ОЦА	<b>Хорошо владеет:</b> методами научно-исследовательской деятельности по оценке ОЦА	<b>Свободно владеет:</b> методами научно-исследовательской деятельности по оценке ОЦА
	<b>Уметь:</b> грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	<b>Не умеет:</b> обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	<b>Затрудняется:</b> обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы	<b>Умеет самостоятельно:</b> грамотно обрабатывать и систематизировать имеющийся архивный материал и данные параметров атмосферы
	<b>Знать:</b> основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	<b>Не знает:</b> основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	<b>Плохо знает:</b> основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	<b>Хорошо знает:</b> основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.	<b>Отлично знает:</b> основные принципы численного и физико-статистического моделирования процессов атмосферы.
	<b>Знать:</b> основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	<b>Не знает:</b> основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	<b>Плохо знает:</b> основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	<b>Хорошо знает:</b> основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений	<b>Отлично знает:</b> основные принципы ассимиляции данных гидрометеорологических измерений
Второй этап (уровень) ОПК-2	<b>Владеть:</b> навыками преподавательской деятельности по дисциплинам связанным с моделированием атмосферных процессов	<b>Не владеет:</b> навыками преподавательской деятельности по дисциплинам связанным с моделированием атмосферных процессов	<b>Недостаточно владеет:</b> навыками преподавательской деятельности по дисциплинам связанным с моделированием атмосферных процессов	<b>Хорошо владеет:</b> навыками преподавательской деятельности по дисциплинам связанным с моделированием атмосферных процессов	<b>Свободно владеет:</b> навыками преподавательской деятельности по дисциплинам связанным с моделированием атмосферных процессов

	<b>Уметь:</b> Осуществлять преподавание дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов	<b>Не умеет:</b> Осуществлять преподавание дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов	<b>Затрудняется:</b> Осуществлять преподавание дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> Осуществлять преподавание дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов	<b>Умеет самостоятельно:</b> Осуществлять преподавание дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов
	<b>Знать:</b> основные принципы преподавания дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов.	<b>Не знает:</b> основные принципы преподавания дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов.	<b>Плохо знает:</b> основные принципы преподавания дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов.	<b>Хорошо знает:</b> основные принципы преподавания дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов.	<b>Отлично знает:</b> основные принципы преподавания дисциплин, связанных с моделированием атмосферных процессов.
Второй этап (уровень) ПК-1	<b>Владеть:</b> понимание принципов, определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере,	<b>Не владеет:</b> Знаниями об определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере	<b>Недостаточно владеет:</b> Знаниями об определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере	<b>Хорошо владеет:</b> Знаниями об определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере	<b>Свободно владеет:</b> Знаниями об определяющих разномасштабные процессы и явления в атмосфере
	<b>Уметь:</b> применять методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния	<b>Не умеет:</b> применять методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния	<b>Затрудняется:</b> применять методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> применять методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния	<b>Умеет самостоятельно:</b> применять методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния
	<b>Знать:</b> принципы, определяющие разномасштабные процессы и явления в атмосфере	<b>Не знает:</b> принципы, определяющие разномасштабные процессы и явления в атмосфере	<b>Плохо знает:</b> принципы, определяющие разномасштабные процессы и явления в атмосфере	<b>Хорошо знает:</b> принципы, определяющие разномасштабные процессы и явления в атмосфере.	<b>Отлично знает:</b> принципы, определяющие разномасштабные процессы и явления в атмосфере.
Второй этап (уровень) ПК-2	<b>Владеть:</b> Навыками анализа основных процессов атмосферы	<b>Не владеет:</b> Навыками анализа основных процессов атмосферы	<b>Недостаточно владеет:</b> Навыками анализа основных процессов атмосферы	<b>Хорошо владеет:</b> Навыками анализа основных процессов атмосферы	<b>Свободно владеет:</b> Навыками анализа основных процессов атмосферы
	<b>Уметь:</b> анализировать основные процессы в атмосфере	<b>Не умеет:</b> анализировать основные процессы в атмосфере	<b>Затрудняется:</b> анализировать основные процессы в атмосфере	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> анализировать основные процессы в атмосфере	<b>Умеет самостоятельно:</b> анализировать основные процессы в атмосфере
	<b>Знать:</b> Закономерности основных процессов в атмосфере	<b>Не знает:</b> Закономерности основных процессов в атмосфере	<b>Плохо знает:</b> Закономерности основных процессов в атмосфере	<b>Хорошо знает:</b> Закономерности основных процессов в атмосфере	<b>Отлично знает:</b> Закономерности основных процессов в атмосфере

					сфере
Второй этап (уровень) ПК-3	<b>Владеть:</b> Способность формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Не владеет:</b> Способностью формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Недостаточно владеет:</b> Способностью формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Хорошо владеет:</b> Способностью формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Свободно владеет:</b> Способностью формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований
	<b>Уметь:</b> формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Не умеет:</b> формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Затрудняется:</b> формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований	<b>Умеет самостоятельно:</b> формулировать задачи исследования, выбирать методы эксперимента, интерпретировать и представлять результаты исследований
	<b>Знать:</b> методы эксперимента и представления результаты исследований	<b>Не знает:</b> методы эксперимента и представления результаты исследований.	<b>Плохо знает:</b> методы эксперимента и представления результаты исследований	<b>Хорошо знает:</b> методы эксперимента и представления результаты исследований	<b>Отлично знает:</b> методы эксперимента и представления результаты исследований.
Второй этап (уровень) ПК-5	<b>Владеть:</b> Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.	<b>Не владеет:</b> Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований	<b>Недостаточно владеет:</b> Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований	<b>Хорошо владеет:</b> Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований	<b>Свободно владеет:</b> Навыками составления разделов научно-технических отчётов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований
	<b>Уметь:</b> излагать и критически анализировать базовую информацию	<b>Не умеет:</b> излагать и критически анализировать базовую информацию	<b>Затрудняется:</b> излагать и критически анализировать базовую информацию	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> излагать и критически анализировать базовую информацию	<b>Умеет самостоятельно:</b> излагать и критически анализировать базовую информацию
	<b>Знать:</b> основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, поясни-	<b>Не знает:</b> основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, поясни-	<b>Плохо знает:</b> основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, поясни-	<b>Хорошо знает:</b> основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, поясни-	<b>Отлично знает:</b> основные принципы составления разделов научно-технических отчётов, поясни-



	тельных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.	тельных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.	тельных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.	тельных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.	тельных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.
Второй этап (уровень) ПК-6	<b>Владеть:</b> современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии.	<b>Не владеет:</b> современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии.	<b>Недостаточно владеет:</b> современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии.	<b>Хорошо владеет:</b> современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии.	<b>Свободно владеет:</b> современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии.
	<b>Уметь:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Не умеет:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Затрудняется:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Умеет с помощью преподавателя:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Умеет самостоятельно:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования
	<b>Знать:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Не знает:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Плохо знает:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Хорошо знает:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования	<b>Отлично знает:</b> Использовать современные методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области моделирования

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	2020 г. набора	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>	<b>8</b>
в том числе:		
Лекции	<b>28</b>	<b>4</b>
практические занятия	<b>14</b>	<b>4</b>
лабораторные занятия	<b>0</b>	
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>	<b>100</b>
в том числе:		
курсовая работа	-	
контрольная работа	-	
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>Зачет с оценкой (4 семестр)</b>	<b>Зачёт с оценкой (6 семестр)</b>

#### 4.1 Структура дисциплины Очное обучение

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия и (или) семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа			
1	Малые газы земной атмосферы и их роль в формировании радиационного, химического и динамического режимов разных высотных слоев атмосферы	4	6	2	0	10	Опрос с оценкой знаний	0	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
2	Химические процессы в атмосфере и их особенности для глобального, регионального и местного масштабов	4	4	2	0	10	Обсуждение и оценка	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3

							знаний		ПК-5 ПК-6
3	Основные газы нижней атмосферы и их роль в формировании качества воздуха	4	4	2	0	10	Опрос с оценкой знаний	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
4	Стратосферный озон, процессы его формирования и разрушения, его вклад в радиационные и динамические процессы	4	4	2	0	10	Обсуждение и оценка знаний	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
5	Фазовые переходы в атмосфере, связь распределения атмосферных газов и аэрозолей	4	4	2	0	10	Опрос оценкой	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
6	Моделирование распределения и изменчивости атмосферных малых газов, диагностическая и прогностическая задачи	4	6	4	0	16	Опрос с оценкой.	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
Итого часов:			28	14	0	66		0	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче		<b>108 часов</b>							

### Заочное обучение

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов				Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час	Формируемые компетенции
			Лекции	Практические занятия и (или) семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа			
1	Малые газы земной атмосферы и их роль в формировании радиационного, химического и динамического режимов разных высотных слоев атмосферы	4	2	0	0	10	Опрос с оценкой знаний	0	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
2	Химические процессы в атмо-	4		2	0	10	Об-	0	ОПК-2

	сфере и их особенности для глобального, регионального и местного масштабов						суждение и оценка знаний		ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
3	Основные газы нижней атмосферы и их роль в формировании качества воздуха	4	0	0	0	10	Опрос с оценкой знаний	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
4	Стратосферный озон, процессы его формирования и разрушения, его вклад в радиационные и динамические процессы	4	0	2	0	10	Обсуждение и оценка знаний	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
5	Фазовые переходы в атмосфере, связь распределения атмосферных газов и аэрозолей	4	0	0	0	10	Опрос оценкой	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
6	Моделирование распределения и изменчивости атмосферных малых газов, диагностическая и прогностическая задачи	4	2	0	0	16	Опрос с оценкой.	0	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
Итого часов:			4	4	0	100		0	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче		<b>108 часов</b>							

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### *4.2.1. Малые газы земной атмосферы и их роль в формировании радиационного, химического и динамического режимов разных высотных слоев атмосферы*

Основные и малые газы атмосферы. Единицы измерений содержания малых газов в атмосфере. Значимость малых газовых составляющих и экологические проблемы с ними связанные. Пространственные и временные масштабы изменчивости малых газов атмосферы. Методы изучения газового состава атмосферы. Физические и химические процессы, определяющие изменчивость малых газов в атмосфере. Взаимодействие и обратные связи между физическими и химическими процессами в атмосфере. Наблюдаемые тенденции изменчивости содержания малых газов в атмосфере.

### *4.2.2. Химические процессы в атмосфере и их особенности для глобального, регионального и местного масштабов*

Применение принципов химической кинетики к атмосферным химическим процессам. Столкновительная теория бимолекулярных химических процессов в атмосфере. Параметри-

зация трехмолекулярных процессов в уравнении баланса газов. Параметризация процессов мономолекулярного распада. Параметризация процессов фотодиссоциации в уравнениях баланса газовых примесей. Схемы химических реакций для разных частей атмосферы.

#### **4.2.3. Основные газы нижней атмосферы и их роль в формировании качества воздуха**

Основные газы тропосферы и их роль в атмосфере. Процессы образования гидроксила в тропосфере. Продукция и разрушение тропосферного озона. Загрязнение атмосферы, понятие о химической погоде. Первичные газовые загрязнители атмосферы. Формирование озона в условиях загрязненной атмосферы. Стратегия контроля за уровнем загрязнения. Связь уровня загрязнения с метеорологическими процессами в нижней атмосфере.

#### **4.2.4. Стратосферный озон, процессы его формирования и разрушения, его вклад в радиационные и динамические процессы**

Влияние озона на формирование структуры стратосферы. Поглощение солнечной радиации стратосферным озоном. Процессы формирования озона в стратосфере. Каталитическое разрушение стратосферного озона. Вертикальное и горизонтальное распределение озона в стратосфере. Влияние общей циркуляции атмосферы на распределение стратосферного озона. Тенденции изменчивости содержания озона в стратосфере. Антропогенное воздействие на содержание стратосферного озона. Озоновые дыры в полярных районах.

#### **4.2.5. Фазовые переходы в атмосфере, связь распределения атмосферных газов и аэрозолей**

Малые газы и аэрозоли в атмосфере. Гетерогенные процессы в атмосфере и их влияние на состав атмосферы. Виды первичного аэрозоля в атмосфере. Образование вторичных аэрозолей в атмосфере. Эволюция аэрозоля в атмосфере. Распределение атмосферного аэрозоля по размерам. Гравитационное осаждение аэрозольных частиц. Тропосферный и стратосферный аэрозоль. Влияние аэрозоля на распространение радиации в атмосфере. Полярные стратосферные облака.

#### **4.2.6. Моделирование распределения и изменчивости атмосферных малых газов, диагностическая и прогностическая задачи**

Фундаментальные законы физики как основа для описания распределения и изменчивости атмосферных газов. Уравнение баланса газовых примесей в атмосфере. Уравнение баланса газовых примесей в сферической системе координат. Численное решение системы уравнений баланса газовых примесей в земной атмосфере. Глобальные и региональные модели. Односторонне и двусторонне взаимодействующие модели физических и химических процессов в атмосфере. Моделирование наблюдаемых особенностей изменчивости содержания малых газов в атмосфере. Модельная ассимиляция результатов наблюдений содержания малых газов в атмосфере. Прогностическое моделирование будущей изменчивости содержания атмосферных газов и их влияние на изменения климата.

### **4.3. Практические занятия, их содержание**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных и практических работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Малые газы земной атмосферы и их роль в формировании радиационного, химического и динамического режимов разных высотных слоев атмосферы	Практическая работа	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6

2	2	Химические процессы в атмосфере и их особенности для глобального, регионального и местного масштабов	Практическая работа	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
3	3	Основные газы нижней атмосферы и их роль в формировании качества воздуха	Практическая работа	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
4	4	Стратосферный озон, процессы его формирования и разрушения, его вклад в радиационные и динамические процессы	Практическая работа	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
5	5	Фазовые переходы в атмосфере, связь распределения атмосферных газов и аэрозолей	Практическая работа	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-6
6	6	Моделирование распределения и изменчивости атмосферных малых газов, диагностическая и прогностическая задачи	Практическая работа	ОПК-2 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-5 ПК-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**

#### **а). Образцы тестовых заданий текущего контроля**

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 каждой практической работой.

5.1.4. Прием и проверка отчета по каждой практической работой.

5.1.5. Студентам выдаётся индивидуальное задание с последующей проверкой и допуском к зачёту.

## 5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, необходимый для выполнения практических работ, для чего рекомендуется использовать учебники и консультации у преподавателя.

Студенты заочной формы обучения выполняют практические задания, пользуясь учебниками.

Выполнение работы проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

## 5.3. Промежуточный контроль

Контроль по результатам 4-го учебного семестра – зачет.

### Вопросы к зачету 4-го семестра

1. Состав атмосферы. Основные газы атмосферы. Малые газы атмосферы.
2. Природные и антропогенные факторы глобального потепления.
3. Значимость малых газов атмосферы, экологические проблемы с ними связанные.
4. Модели химической погоды.
5. Пространственные и временные масштабы изменчивости малых газов атмосферы
6. Методы стыковки моделей общей циркуляции и газового состава атмосферы.
7. Особенности переноса малых газов в тропосфере и стратосфере.
8. Контактные и дистанционные методы измерения содержания атмосферных газов.
9. Значимость стратосферного озона как щита биосферы от губительной части солнечного излучения.
10. Параметризация скоростей гетерогенных химических реакций на поверхности атмосферного аэрозоля.
11. Вертикальное и горизонтальное распределение стратосферного озона.
12. Тропосферный и стратосферный аэрозоль.
13. Тенденции изменчивости стратосферного озона.
14. Методы моделирования перераспределения атмосферных газов в результате взаимодействия физических и химических процессов в атмосфере.
15. Баланс продукции и разрушения озона в стратосфере.
16. Взаимосвязи между радиационными, динамическими и химическими процессами в атмосфере.
17. Каталитические циклы разрушения стратосферного озона.
18. Азотные газы в условиях загрязненной атмосферы.
19. Значимость основных циклов каталитического разрушения озона в стратосфере.
20. Влияние азотных газов на образование озона в тропосфере
21. Вертикальное распределение роли азотных, водородных, хлорных и бромных каталитических циклов.
22. Явление денитрификации и его влияние на полярные озоновые дыры.
23. Этапы формирования озоновых аномалий в полярных районах.
24. Основные и малые азотосодержащие газы атмосферы. Источники азота в атмосфере
25. Образование и разрушение полярных стратосферных облаков.
26. Влияние гидроксила на каталитическое разрушение стратосферного озона
27. Циркумполярный вихрь и условия его формирования.
28. Процессы образования гидроксила в тропосфере и стратосфере

29. Процессы денитрификации и дегидратации в полярной стратосфере.
30. Окислительная способность газов в тропосфере. Самоочищение атмосферы и роль гидроксила для нее.
31. Основные газы тропосферы. Окислительная способность тропосферы и процессы ее определяющие.
32. Источники атмосферного метана. Стоки метана в атмосфере.
33. Особенности химических процессов в районах с интенсивными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.
34. Метан как источник стратосферного водяного пара
35. Парниковый эффект и вклад атмосферных газов в его формирование.
36. Солнечная активность и стратосферный озон.
37. Диоксид углерода и его вклад в парниковый эффект.
38. Влияние фреонов на разрушение стратосферного озона.
39. Физические и химические свойства атмосферного метана.
40. Взаимодействие физических и химических процессов в региональном масштабе.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

#### *7.1.1. Основная литература:*

1. Кароль И.Л., Розанов В.В., Тимофеев Ю.М. Газовые примеси в атмосфере. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 192 с.
2. Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. Озонный щит Земли и его изменения. С-Петербург: Гидрометеиздат, 1992. 288 с.
3. Брасье Г., Соломон С. Аэрономия средней атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 416 с.

### **б) дополнительная литература:**

1. Хргиан А.Х. Физика атмосферного озона. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 296 с.
2. Борисенков Е.П., Кондратьев К.Я. Круговорот углерода и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319с.
3. Brasseur G., Orlando J.J., Tyndall G.S. Atmospheric chemistry and global change – Oxford University Press, 1999.
4. Jacob D. Introduction to atmospheric chemistry – Princeton University Press, 1999.
5. Марчук Г. И. Численные методы в прогнозе погоды.- Л.: Гидрометеиздат, 1967.

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

- <http://znaniyum.com>
- <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/numerical-weather-prediction>
- [http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast\\_02.jsp](http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast_02.jsp)
- <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/weather-forecasting>
- <http://www.rmets.org/weather-and-climate/weather/numerical-weather-prediction-nwp>
- <http://meteoinfo.ru/sm-forc-maps>

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Вид учебных  
занятий**

**Организация деятельности студента**



<b>Лекции</b> (темы №1-6)	<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, технических характеристик с помощью интернет ресурсов 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>Практические занятия</b> (темы №1-6)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.</p>
<b>Подготовка к зачету</b>	<p>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету 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 и 6	<p><u>информационные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>чтение лекций с использованием слайд-презентаций,</li> <li>организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты</li> <li>использование архивов данных, ассимилированных в модель UK Met Office и MERRA2, пакет прикладных программ, предназначенных для анализа и диагностики волновых процессов и нелинейных взаимодействий в атмосфере.</li> </ol> <p><u>образовательные технологии</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>интерактивное взаимодействие педагога и студента</li> <li>сочетание индивидуального и коллективного обучения</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Пакет Microsoft Excel, PowerPoint.</li> <li>Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a></li> <li>Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов: <a href="http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Динамика/">http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Динамика/</a> <a href="http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Нелинейные_процессы/">http://ra.rshu.ru/mps/dwnl/apogor/Нелинейные_процессы/</a></li> <li>Данные ре-анализов NASA: <a href="http://gmao.gsfc.nasa.gov/research/merra/">http://gmao.gsfc.nasa.gov/research/merra/</a></li> <li>Данные ре-анализов NASA: <a href="http://gmao.gsfc.nasa.gov/products/documents/MERRA_File_Specification.pdf">http://gmao.gsfc.nasa.gov/products/documents/MERRA_File_Specification.pdf</a></li> <li>Данные ре-анализов UK MET OFFICE <a href="http://badc.nerc.ac.uk/browse/badc/ukmo-assim">http://badc.nerc.ac.uk/browse/badc/ukmo-assim</a></li> <li>Данные ре-анализов UK MET OFFICE <a href="http://badc.nerc.ac.uk/help/software/xconv/ind">http://badc.nerc.ac.uk/help/software/xconv/ind</a></li> <li>Программный пакет GrADs, предназначенный для визуализации четырехмерных (долгота, широта, высота и время) рас-</li> </ol>

		<p>пределений метеорологических полей</p> <p>9. Трехмерная модель общей циркуляции средней и верхней атмосферы</p> <p>10. Использование сайта лаборатории моделирования средней и верхней атмосферы и кафедры метеорологических прогнозов: <a href="http://ra.rshu.ru">http://ra.rshu.ru</a>, <a href="http://ra.rshu.ru/mp">http://ra.rshu.ru/mp</a>.</p>
--	--	--

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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.

## 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.