

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

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОБЛАКОВ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению  
подготовки

**05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):

**Моделирование атмосферных процессов**

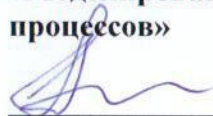
Квалификация:

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Моделирование атмосферных  
процессов»



Анискина О.Г.

Утверждаю  
Председатель УМС И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета

11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры

30 05 2019 г., протокол № 9  
Зав. кафедрой Абанников В.Н.

Авторы-разработчики:

Кашлева Л.В.

**Составил:**

Кашлева Л.В. - к. ф.-м. н., доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы РГГМУ.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Моделирование динамики облаков» является магистерской вариативной дисциплиной профессионального цикла, изучаемой по специальности метеорология в магистратуре.

Целью дисциплины является получение студентами комплекса теоретических знаний и практических навыков, предназначенных для выполнения научно-исследовательских работ в области изучения атмосферных процессов, определяющих физическое строение облаков в широком диапазоне масштабов явлений.

Главная задача дисциплины - изучение закономерностей формирования и развития облаков.

Дисциплина изучается магистрантами, обучающимися по программе подготовки магистра на метеорологическом факультете.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Моделирования динамики облаков» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки – Магистранты относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

Дисциплина включает в себя изучение в виде семинарских занятий современного состояния исследований в области Физики Облаков, в которых изучаются условия, приводящие к формированию различных облаков, и процессы, определяющие их эволюцию. Для проведения научно-исследовательской работы требуют предварительного изучения следующих дисциплин:

- физика атмосферы – для понимания особенностей той гидродинамической среды, в которой формируются облака;
- физика - для понимания процессов взаимодействия частиц облака и осадков в аэрогидродинамическом потоке;
- численные методы математического моделирования - для понимания и приобретения навыков при моделировании облачных процессов;
- информатика и вычислительная техника для работы с базами гидрометеорологических данных в Интернете и в стандартных офисных редакторах;
- программирование для создания отдельных вычислительных и сервисных программ;
- климатология – для понимания тех климатических особенностей региона, которые определяют различие облачных параметров в разных климатических зонах;
- английский язык для ознакомления с научной иностранной литературой.

Таким образом, дисциплина «Моделирования динамики облаков» является комплексной дисциплиной; для ее освоения обучающиеся должны иметь знания как по отдельным разделам фундаментальных дисциплин («Математика», «Физика», «Информатика и вычислительная техника»), так и знать прикладные дисциплины по специальности «Метеорология», такие как: «Физика атмосферы», «Климатология», «Численные методы моделирования атмосферных процессов», «Динамическая метеорология».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

<b>Код компетенции</b>	<b>Компетенция</b>
<i>ОК-1</i>	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
<i>ОК-3</i>	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.
<i>ОПК-3</i>	способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ.
<i>ОПК-5</i>	готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований.
<i>ПК-1</i>	понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин.
<i>ПК-4</i>	готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в научно-исследовательских, опытно-конструкторских и полевых гидрометеорологических работах.

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Моделирование динамики облаков» обучающийся должен:

#### **Знать:**

- основные физико-метеорологические закономерности атмосферных процессов, приводящих к образованию облаков различных форм и определяющих их эволюцию;
- макрофизические характеристики слоистообразных и волнистых облаков;
- атмосферные процессы, приводящие к формированию волнистых облаков;
- особенности фронтальных облачных систем;
- особенности формирования и развития конвективных облаков.

#### **Уметь:**

- найти в Интернете и импортировать требуемую гидрометеорологическую информацию; проводить расчеты термогидродинамических характеристик облаков и атмосферы ; анализировать полученные результаты с применением теоретических знаний, выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств;

#### **Владеть:**

- навыками моделирования

Основные признаки проявления формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Моделирования динамики облаков» сведены в таблице.

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

Этап (уровень) освоения компетенц ии	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2	3 Минимальный	4 Базовый	5 Продвинутый
Первый этап (уровень ОК- 1)	<b>Владеть:</b> - навыками освоения новой информации, позволяющими изучать облачные процессы разного масштаба	<b>Не владеет:</b> - информации, позволяющими изучать облачные процессы разного масштаба	<b>Слабо владеет:</b> - информации, позволяющими изучать облачные процессы разного масштаба	<b>Хорошо владеет:</b> - информации, позволяющими изучать облачные процессы разного масштаба	<b>Уверенно владеет:</b> - информации, позволяющими изучать облачные процессы разного масштаба
	<b>Уметь:</b> - интерпретировать информацию о фазовых переходах и фазовой релаксации	<b>Не умеет:</b> - интерпретировать информацию о фазовых переходах и фазовой релаксации	<b>Затрудняется:</b> - интерпретировать информацию о фазовых переходах и фазовой релаксации	<b>Умеет:</b> - интерпретировать информацию о фазовых переходах и фазовой релаксации	<b>Умеет свободно:</b> - интерпретировать информацию о фазовых переходах и фазовой релаксации
	<b>Знать:</b> - основы теории фазовых переходов воды в атмосфере	<b>Не знает:</b> - основы теории фазовых переходов воды в атмосфере	<b>Плохо знает:</b> - основы теории фазовых переходов воды в атмосфере	<b>Хорошо знает:</b> - основы теории фазовых переходов воды в атмосфере	<b>Отлично знает:</b> - основы теории фазовых переходов воды в атмосфере
Первый этап (уровень ОК- 3)	<b>Владеть:</b> - Навыками формулирования основных блоков разрабатываемой модели	<b>Не владеет:</b> - Навыками формулирования основных блоков разрабатываемой модели	<b>Слабо владеет:</b> Навыками формулирования основных блоков разрабатываемой модели	<b>Хорошо владеет:</b> - Навыками формулирования основных блоков разрабатываемой модели	<b>Уверенно владеет:</b> - Навыками формулирования основных блоков разрабатываемой модели
	<b>Уметь:</b> - использовать научную литературу при формулировании основных уравнений модели	<b>Не умеет:</b> - использовать научную литературу при формулировании основных уравнений модели	<b>Затрудняется:</b> - использовать научную литературу при формулировании основных уравнений модели	<b>Умеет:</b> - использовать научную литературу при формулировании основных уравнений модели	<b>Умеет свободно:</b> - использовать научную литературу при формулировании основных уравнений модели
	<b>Знать:</b> - основы программирования модели исследуемого процесса	<b>Не знает:</b> - основы программирования модели исследуемого процесса	<b>Плохо знает:</b> - основы программирования модели исследуемого процесса	<b>Хорошо знает:</b> - основы программирования модели исследуемого процесса	<b>Отлично знает:</b> - основы программирования модели исследуемого процесса

Второй этап (уровень) ОПК-3	<b>Владеть:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Не владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Слабо владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Хорошо владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Уверенно владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.
	<b>Уметь</b> - рассчитывать параметры перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях	<b>Не умеет:</b> - рассчитывать параметры перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях	<b>Затрудняется:</b> - рассчитывать параметры перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях	<b>Умеет:</b> - рассчитывать параметры перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях	<b>Умеет свободно:</b> - рассчитывать параметры перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях
	<b>Знать</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;	<b>Не знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;	<b>Плохо знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;	<b>Хорошо знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;	<b>Отлично знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;
Второй этап (уровень) ОПК-5	<b>Владеть:</b> - навыками интерпретации полученных результатов расчетов	<b>Не владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Слабо владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Хорошо владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.	<b>Уверенно владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.
	<b>Уметь</b> - рассчитывать параметры	<b>Не умеет:</b> - рассчитывать параметры	<b>Затрудняется:</b> - рассчитывать параметры	<b>Умеет:</b> - рассчитывать параметры	<b>Умеет свободно:</b> - рассчитывать параметры

	<p>перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях</p>	<p>перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях</p>	<p>перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях</p>	<p>перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях</p>	<p>перемещающейся в атмосфере воздушной частицы; - рассчитывать параметры облаков, возникающих в различных атмосферных условиях</p>
	<p><b>Знать</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;</p>	<p><b>Не знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;</p>	<p><b>Плохо знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;</p>	<p><b>Хорошо знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;</p>	<p><b>Отлично знает:</b> - критерии для анализа атмосферных условий, приводящих к образованию или разрушению облачности;</p>
Третий уровень  ПК-1	<p><b>Владеть:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих формирование конвективных облаков</p>	<p><b>Не владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих формирование конвективных облаков</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих формирование конвективных облаков</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих формирование конвективных облаков</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - методами расчета характеристик атмосферы, определяющих формирование конвективных облаков</p>
	<p><b>:Уметь:</b> - Моделировать условия Формирования конвективной облачности</p>	<p><b>Не умеет:</b> - Моделировать условия Формирования конвективной облачности</p>	<p><b>Затрудняется:</b> - Моделировать условия Формирования конвективной облачности</p>	<p><b>Умеет:</b> - Моделировать условия формирования конвективной облачности</p>	<p><b>Умеет свободно:</b> - Моделировать условия Формирования конвективной облачности</p>
	<p><b>Знать:</b> - основы численного моделирования (Пастушков) взаимодействия конвективных облаков с окружающими их атмосферой</p>	<p><b>Не знает:</b> - основы численного моделирования (Пастушков) взаимодействия конвективных облаков с окружающими их атмосферой</p>	<p><b>Плохо знает:</b> - основы численного моделирования (Пастушков) взаимодействия конвективных облаков с окружающими их атмосферой</p>	<p><b>Хорошо знает:</b> - основы численного моделирования (Пастушков) взаимодействия конвективных облаков с окружающими их атмосферой.</p>	<p><b>Отлично знает:</b> - основы численного моделирования (Пастушков) взаимодействия конвективных облаков с окружающими их атмосферой.</p>
	<p><b>Владеть:</b> - теоретическими основами воздействий</p>	<p><b>Не владеет:</b> - теоретическими основами воздействий хладореагентами</p>	<p><b>Слабо владеет:</b> - теоретическими основами воздействий</p>	<p><b>Хорошо владеет:</b> - теоретическими основами воздействий</p>	<p><b>Уверенно владеет:</b> - теоретическими основами воздействий</p>

Третий уровень ПК-4	хладореагентами на облака	на облака	хладореагентами на облака	хладореагентами на облака	хладореагентами на облака
	<b>Уметь:</b> - учитывать искусственное введение хладореагентов в облака	<b>Не умеет:</b> - учитывать искусственное введение хладореагентов в облака	<b>Затрудняется:</b> - учитывать искусственное введение хладореагентов в облака	<b>Умеет:</b> - учитывать искусственное введение хладореагентов в облака	<b>Умеет свободно:</b> - учитывать искусственное введение хладореагентов в облака
	<b>Знать:</b> - влияние на динамику облаков активных воздействий на облака хладореагентами	<b>Не знает:</b> - влияние на динамику облаков активных воздействий на облака хладореагентами	<b>Плохо знает:</b> - влияние на динамику облаков активных воздействий на облака хладореагентами	<b>Хорошо знает:</b> - влияние на динамику облаков активных воздействий на облака хладореагентами	<b>Отлично знает:</b> - влияние на динамику облаков активных воздействий на облака хладореагентами



#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2019 г. набора
Общая трудоёмкость дисциплины	72 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28
в том числе:	
лекции	14
практические занятия	14
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СР) – всего:	44
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет

#### 4.1. Структура дисциплины

##### Очное обучение

2019 г. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа			
1	Основные процессы облакообразования в атмосфере	3	2	2	8	Реферат. Собеседование	3	ОК-1, ОПК-5
2	Волнистообразные облака	3	2	2	8	Собеседование	3	ОК-1, ОК-3, ПК-5.
3	Слоистообразные облака	3	2	2	8	Контрольная работа.	6	ОК-1, ОК-3 ПК-4.
4	Конвективные облака	3	4	4	10	Собеседование	4	ОК-1, ОПК-3, ПК-4.
5	Численное моделирование	3	4	4	10	Собеседование	3	ОК-1, ОК-3,

процессов облако- и осадкообразования							ОПК-3, ПК-1 ПК-4
<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>44</b>		<b>19</b>	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета				<b>72 часа</b>			

#### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

#### 4.2. Содержание разделов дисциплины

##### 4.2.1 Основные процессы облакообразования в атмосфере

Основные формы облаков.

Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков. Влияние упорядоченных, конвективных и турбулентных вертикальных движений на облакообразование. Влияние радиационных факторов на облакообразование.

Классификация облаков.

Глобальные характеристики облачного покрова.

##### 4.2.2. Волнистообразные облака

Макрофизические характеристики волнистообразных облаков (ВО). Вертикальная мощность ВО. Турбулентность в внутримассовых и фронтальных облаках.

Температурное поле в ВО. Фазовые переходы воды в облаках и их роль в развитии атмосферных процессов.

Атмосферные процессы, приводящие к формированию ВО. Атмосферные волны и их роль в формировании ВО. Ячейковая конвекция и ее роль в формировании ВО.

Микрофизическая структура ВО. Фазовое строение облаков. Микроструктура капельных облаков. Микроструктура смешанных и кристаллических облаков.

##### 4.2.3. Слоистообразные облака

Макрофизические характеристики слоистообразных облаков (СО). Вертикальная мощность СО. Турбулентность в внутримассовых и фронтальных облаках.

Температурное поле в СО. Фазовые переходы воды в облаках и их роль в развитии атмосферных процессов.

Фронтальные облачные системы. Облачные системы теплых фронтов. Облачные системы холодных фронтов. Облачные системы фронтов окклюзии. Мезоструктура фронтальных СО. Затопленная конвекция.

Микрофизическая структура ВО. Фазовое строение облаков. Микроструктура капельных облаков. Микроструктура смешанных и кристаллических облаков.

##### 4.2.4. Конвективные облака

Основные характеристики атмосферной конвекции. Основные характеристики кучевых облаков. Структура полей вертикальных движений, ветра и турбулентности в зоне Си. Поле температуры в зоне Си. Структура облачных полей Си. Си – конвекция в тропиках.

Кучево-дождевые облака. Общие характеристики. Стадии эволюции Сб. Проникновение Сб в стратосферу. Пространственное распределение метеоэлементов в зоне Сб. Классификация Сб.

#### 4.2.5. Численное моделирование процессов облако- и осадкообразования

Выбор основных уравнений, входящих в модели облаков

- уравнения движения;
- уравнения сохранения энергии и массы воды;
- уравнения, описывающие микрофизические процессы.

Построение комплексной модели облака.

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

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Анализ атмосферных процессов, приводящих к образованию облаков. Учет влияния упорядоченных, конвективных и турбулентных вертикальных движений на облакообразования; учет влияние радиационных факторов на облакообразование.	Практическое занятие	ОК-1, ОПК-5
2	2	Анализ атмосферных процессов, приводящих к формированию ВО. Атмосферные волны и их роль в формировании ВО. Ячейковая конвекция и ее роль в формировании ВО.	Практическое занятие	ОК-1, ОК-3, ПК-5.
3	3	Анализ макрофизические характеристики слоистообразных облаков Фронтальные облачные системы. Мезоструктура фронтальных СО. Затопленная конвекция.	Практическое занятие	ОК-1, ОК-3 ПК-4.
4	4	Анализ основных характеристик атмосферной конвекции и основных характеристики кучевых облаков. Структура полей вертикальных движений, ветра и турбулентности и температуры в зоне Си.	Практическое занятие	ОК-1, ОПК-3, ПК-4.
5	5	Основные уравнения, входящие в модели облаков: уравнения движения; уравнения сохранения энергии и массы воды; уравнения, описывающие микрофизические процессы. Построение комплексной модели облака.	Практическое занятие	ОК-1, ОК-3, ОПК-3, ПК-1 ПК-4

Семинарских занятий и лабораторных работ учебным планом не предусмотрено.

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

## 5.1. Текущий контроль

Реферат.  
Собеседование.

### б). Примерная тематика рефератов

#### Раздел 1. Основные процессы облакообразования в атмосфере

1. Роль упорядоченных, конвективных и турбулентных вертикальных движений на облакообразование.
2. Роль радиационных факторов на облакообразование.
3. Моделирование конденсационного роста облачных частиц.
4. Моделирование коагуляционного роста облачных частиц.
5. Использование эмпирических моделей для верификации численных моделей.

#### Раздел 2. Волнистообразные облака

1. Атмосферные волны и их роль в формировании ВО.
2. Ячейковая конвекция и ее роль в формировании ВО.
3. Моделирование формирования волнистообразных облаков.

#### Раздел 3. Слоистообразные облака

1. Фронтальные облачные системы.
2. Исследования мезоструктуры фронтальных СО.
3. Моделирование формирования ячеек затопленной конвекции.

#### Раздел 4. Конвективные облака

1. Методы анализа условий формирования атмосферной конвекции.
2. Вовлечение и способы его количественной оценки.
3. Использование метода частицы и струй при моделировании конвективных облаков
4. Эмпирическая параметризация микрофизических процессов.
5. Пересыщение в облаках . Время фазовой релаксации.
6. Поля термодинамических параметров атмосферы в зоне кучевообразных облаков.
7. Особенности конвективных облаков в тропической зоне.

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

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

## 5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, рекомендуемую литературу.

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

## 5.3. Промежуточный контроль зачет

Зачет проходит в устной форме. Обучающемуся предлагается наиболее полно ответить на два вопроса, случайным образом выбранного билета.

### Перечень вопросов зачету

1. Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков.
2. Влияние упорядоченных, конвективных и турбулентных вертикальных движений на облакообразование.
3. Влияние радиационных факторов на облакообразование.
4. Атмосферные процессы, приводящие к формированию ВО.
5. Атмосферные волны и их роль в формировании ВО.
6. Ячейковая конвекция и ее роль в формировании ВО.
7. Макрофизические характеристики слоистообразных облаков (СО).
8. Турбулентность в внутримассовых и фронтальных облаках.
9. Фронтальные облачные системы.
10. Мезоструктура фронтальных СО. Затопленная конвекция.
11. Основные характеристики атмосферной конвекции. Основные
12. Структура полей вертикальных движений, ветра и турбулентности в зоне Си.
13. Кучево-дождевые облака.
14. Численное моделирование процессов облако- и осадкообразования.
15. Уравнения движения.
16. Уравнения сохранения энергии и массы воды.
17. Уравнения, описывающие микрофизические процессы.

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

#### а) Основная литература:

Pruppacher, H. and J. Klett, 1997: Microphysics of Clouds and Precipitation. Kluwer Academic Publishers, 2nd edition, 954 pp. Seifert, A. and K. D. Beheng, 2006

#### б) дополнительная литература:

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000.
2. Мазин И.П., Шметтер С.М. Облака, строение и физика образования. Л. Гидрометеиздат, 1983.
3. Мазин И.П., Хргиан А.Х. Облака и облачная атмосфера Справочник. - Л.: Гидрометиздат, 1989. - 647с. Мазин И.П., Хргиан А.Х. Облака и облачная атмосфера Справочник. - Л.: Гидрометиздат, 1989. - 647с.
4. Ивлев Л.С., Довгалюк Ю.А. Физика атмосферных аэрозольных систем. - СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. - 194 с.

#### в) Интернет-ресурсы:

<http://elib.rshu.ru/> - Электронно-библиотечная система **ГидроМетеОнлайн** (учебники, учебные пособия, монографии, статьи по гидрометеорологии)

<http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека **eLIBRARY.RU**

<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - электронная библиотека РФФИ

<http://www.springer.com/> - научное издательство **Springer** (материалы по геофизическим, экологическим географическим направлениям научных исследований, по общественным, социальным, гуманитарным наукам и информационным технологиям)

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1391849/browse?type=source> - **Annual Reviews** - американское некоммерческое академическое издательство (книги и около 40 серий журналов и ежегодников, публикующих крупные обзорные статьи по естественным и социальным наукам).

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/905824/browse?type=source> - **Издательство Кембриджского университета** (предоставляет академические некоммерческие электронные ресурсы для научных исследований)

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1417890/browse?type=source> - **Издательство Оксфордского университета Oxford University Press** предоставляет электронный архив научной периодики (в базе данных представлены журналы по различным отраслям знания, сгруппированные по 27 предметным рубрикам).

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1947637/browse?type=source> - **Nature** — один из самых старых и авторитетных общенаучных журналов. Публикует оригинальные исследования, посвященные широкому спектру вопросов естественных наук.

<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/2757634/browse?type=source> - **SAGE Journals Online** — архив научных журналов издательства SAGE Publications. Компания SAGE Publications является одним из ведущих международных издательств журналов, книг и электронных средств массовой информации для научных, образовательных и профессиональных сообществ. Компания издает более 600 журналов в области естествознания, гуманитарных и социальных наук, техники и медицины.

#### г) программное обеспечение

windows 7 48130165 21.02.2011

office 2010 49671955 01.02.2012

#### д) профессиональные базы данных

не используются

#### е) информационные справочные системы:

Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>

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

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
<p><b>Лекции</b> (темы №1-7)</p>	<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,</p>

	необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет
<b>Практические занятия (темы №1-5)</b>	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом. Решение тестовых заданий, решение задач и другие виды работ.
<b>Индивидуальные задания (подготовка докладов, рефератов)</b>	Поиск литературы и составление библиографии по теме, использование от 3 до 5 научных работ. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и другое. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по исследуемой теме.
<b>Подготовка к зачету</b>	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.

**8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Консультации с преподавателем по лекционному материалу, практическим занятиям.	Использование, интернета (электронная почта, в контакте, скайп)	

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-7	<u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций с использованием презентаций 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 3. работа с базами данных <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и	1. Пакет Microsoft PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн <a href="http://elib.rshu.ru">http://elib.rshu.ru</a> 3. Использование сайта кафедры метеорологических прогнозов <a href="http://ra.rshu.ru/mp">http://ra.rshu.ru/mp</a> 4. архив метеорологических данных Учебного бюро прогнозов погоды кафедры метеорологических прогнозов:

	коллективного обучения	<a href="http://weather.rshu.ru/archive">weather.rshu.ru/archive</a> 5. Использование базы фактических данных: <a href="http://www.pogodaiklimat.ru">www.pogodaiklimat.ru</a>
--	------------------------	---

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей). Переносной ноутбук, экран.
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.



Лист изменений

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2020-2021 учебный год **без изменений**.

Протокол заседания кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы от 22.05.2020 № 9