

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**

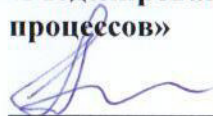
Квалификация:

**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.

© Л.В. Кашлева, 2019.

© РГГМУ, 2019.

## 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 «Динамика облаков» для направления подготовки 280200 – 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 «Динамика 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, океана и вод суши», «Климатология», «Численные методы моделирования атмосферных процессов», «Динамическая метеорология».

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

<i>Код компетенции</i>	<i>Компетенция</i>
<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 творческим использованием 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 работа.

В результате изучения дисциплины «Динамика облаков» магистрант

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 инженерные расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств;

**Владеть:**

- навыками моделирования

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Учение об атмосфере» сведены в таблице.

Должен знать:

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

Магистрант должен иметь представление

- о факторах, определяющих фазовые переходы воды в атмосфере,
- о термодинамике атмосферы,
- о синоптических процессах, приводящих к формированию облачных систем,

Магистрант должен уметь:

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

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 1
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия	28	28
Лекции	0	0
Лабораторные работы	0	0
Практические занятия	28	28
Самостоятельная работа	44	73
Вид итогового контроля – зачет	45	+

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа	Из них часов занятий в активной или интерактивной форме	Формируемые компетенции
1	Основные процессы облакообразования в атмосфере	6	18	6	ОК-10 ПК-1 ПК-3 ПК-11
2	Волнистообразные облака	6	16	5	ОК-1 ПК-1 ПК-3
3	Слоистообразные облака	6	16	4	ОК-11 ПК-1 ПК-3 ПК-13
4	Конвективные облака	8	23	5	ОК-12 ПК-1 ПК-4 ПК-11 ПК-17 ПК-19
Итого		26	73	20	

## 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 С<sub>u</sub>. Поле температуры в зоне С<sub>u</sub>. Структура облачных полей С<sub>u</sub>. С<sub>u</sub> – конвекция в тропиках.

Кучево-дождевые облака. Общие характеристики. Стадии эволюции С<sub>b</sub>. Проникновение С<sub>b</sub> в стратосферу. Пространственное распределение метеоэлементов в зоне С<sub>b</sub>. Классификация С<sub>b</sub>.

## 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### 5.2. Практические занятия

Таблица 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Формируемые компетенции
1	1	Основные процессы облакообразования в атмосфере	ОК-10 ПК-1 ПК-3 ПК-11
2	2	Волнистообразные облака	ОК-1 ПК-1 ПК-3

3	3	Слоистообразные облака	ОК-11 ПК-1 ПК-3 ПК-13
4	4	Конвективные облака	ОК-12 ПК-1 ПК-4 ПК-11 ПК-17 ПК-19

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература

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.
4. 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.
5. Задачник по общей метеорологии (колл. Авторов). – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 312 с.

### 6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Все разделы лекционного курса и лабораторного практикума обеспечены соответствующей литературой, демонстрационными рисунками и таблицами.
2. Практические занятия проводятся с использованием современных технологий на базе персональных компьютеров.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебный компьютерный класс, оборудованный персональными IBM - совместимыми компьютерами.
2. Мультимедийный проекционный аппарат.
3. Персональный компьютер типа Notebook.

## 8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ И ОЦЕНОЧНЫМ СРЕДСТВАМ

Таблица 4

№ п/п	Раздел дисциплины	Образовательные технологии	Оценочные средства	Время на изучение темы в	Время, затрачиваемое на	Формируемая компетенция
				часах	формирование компетенции в часах	
1	Основные процессы облакообразования в атмосфере	Лекции и письменный контроль	Вопросы и ответы в баллах	24	6 6 6 6	ОК-10 ПК-1 ПК-3 ПК-11
2	Волнистообразные облака	Лекции, коллоквиум	Опрос и оценка знаний темы	22	7 7 8	ОК-1 ПК-1 ПК-3
3	Слоистообразные облака	Лекции, коллоквиум, семинар	Контрольное расчётное задание	22	5 6 5 6	ОК-11 ПК-1 ПК-3 ПК-13
4	Конвективные облака	Лекция, семинар	Доклады студентов с обсуждением и анализом	31	5 5 5 5 6	ОК-12 ПК-1 ПК-4 ПК-11 ПК-17 ПК-19
Итого				99	99	

**9. ИТОГОВАЯ ТАБЛИЦА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ, ЗАТРАЧИВАЕМОГО НА ОСВОЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Таблица 5

Формируемые компетенции	Трудоёмкость в часах
ОК-1	7
ОК-10	6
ОК-11	5
ОК-12	5
ПК-1	24
ПК-3	19
ПК-4	5
ПК-11	11
ПК-13	6
ПК-17	5
ПК-19	6
Итого трудозатраты	99



Учебное пособие

Программа дисциплины  
«Динамика облаков»

*Составитель:* Кашлева Лариса Владимировна

*Редактор:* Максимова Ирина Георгиевна

ЛР № 020309 от 30.19. 96.

---

Подписано в печать .....	Формат $60 \times 90^{1/16}$	Бумага кн.-жур.	Печать офсетная.
Печ. л. ....	Уч.-изд. л. ....	Тираж .....	Зак. ....

---

195196, СПб, Малоохтинский пр. 98. РГГМУ.

Отпечатано .....