

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

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**ФИЗИКА ОБЛАКОВ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.04 Прикладная гидрометеорология**

Направленность (профиль):

**Метеорология**

Квалификация:

**Бакалавр**

Форма обучения




**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Гидрометеорология»





  
Абанников В.Н.

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета РГГМУ

«  »  2021 г., протокол № 

Рассмотрена и утверждена на заседании  
кафедры МКОА

«  »  2021 г., протокол №   
Зав. кафедрой  Сероухова О.С.

Авторы-разработчики:

 Михайловский Ю.П.

 Кашлева Л.В.

## 1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Физика облаков» – получение бакалаврами комплекса научных знаний, позволяющих им освоить современные представления о строении, условиях формирования и развития облаков различных форм. Рассматриваются основные разделы: микрофизическое и макрофизическое строение облаков, их мезоструктура, формирования осадков и возникновение электрических процессов в облаках. Бакалавр должен знать средства и методы исследования облачных процессов.

Основные задачи дисциплины «Физика облаков» - изучение физических процессов и факторов, определяющих микрофизическое и макрофизическое строение облаков, их мезоструктуру, условия формирования осадков и возникновение электрических процессов в облаках.

Дисциплина изучается всеми студентами, обучающимися по программе подготовки академического бакалавра на метеорологическом факультете.

## Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика облаков» для направления подготовки 05.03.04 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Гидрометеорология», относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Дисциплина включает в себя изучение условий возникновения и развития облаков. Основные разделы «Физика облаков» связаны со знанием следующих дисциплин:

«Физика атмосферы, океана и вод суши» - для понимания процессов фазовых переходов в атмосфере;

«Климатология» - для понимания процедур статистической обработки результатов измерений;

«Синоптическая метеорология» - для понимания влияния факторов атмосферной циркуляции на формирование облаков.

Дисциплина «Физика облаков» является комплексной дисциплиной и обучающиеся должны для ее освоения иметь знания как по отдельным разделам фундаментальных дисциплин («Математика», «Физика», «Информатика», «География»), так и знать прикладные дисциплины по специальности, такие как: «Физика атмосферы, океана и вод суши», «Климатология», «Синоптическая метеорология», «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков», «Учебная практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности».

Параллельно с дисциплиной «Физика облаков» изучаются: «Климатология», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Контроль загрязнения природной среды», «Автоматические метеорологические станции общего и специального назначения».

Дисциплина «Физика облаков» является базовой для освоения дисциплин: «Метеорологическое обеспечение полётов», «Метеорологическое обеспечение народного хозяйства» и др.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенции выпускников **ПК-2.1.**

Таблица 1 - Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК – 2 Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности	ПК-2. Осуществляет анализ явлений и процессов, происходящих в природной среде, на основе данных наблюдений, экспериментальных и модельных данных	<b>Знать:</b> Процессы облакообразования и генетико-морфологическую классификацию облаков (ГМК) - Микрофизическую структуру и микрофизические процессы в облаках -Электрическую структуру облаков <b>Уметь:</b> Проводить расчеты кривой стратификации и кривой состояния; <b>Владеть:</b> методами расчета основных параметров облаков различных групп ГМК.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

Таблица 2. - Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>42</b>
в том числе:	
лекции	<b>14</b>
практические занятия	<b>28</b>
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>66</b>
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет)</b>	<b>зачет</b>

#### 4.1. Структура дисциплины

Таблица 3. - Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.	Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
-------	--------------------	---------	--	--------------------------------------	-------------------------	-----------------------------------

			Лекции	практические	СРС			
1	Процессы облакообразования	6	4	10	16	Решение задач доклады по темам	<b>ПК-2</b>	ПК-2.1
2	Микрофизическое строение облаков	6	4	6	14	Решение задач доклады по темам	<b>ПК-2</b>	ПК-2.1
3	Воздушные потоки в зоне Сб	6	4	10	20	Решение задач доклады по темам	<b>ПК-2</b>	ПК-2.1
4	Электрические процессы в облаках	6	2	2	16	Решение задач доклады по темам	<b>ПК-2</b>	ПК-2.1
	<b>ИТОГО</b>		<b>14</b>	<b>28</b>	<b>66</b>			
<b>С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу зачета</b>						<b>108</b>		

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

### 1. Процессы облакообразования

Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков. Классификация облаков. Глобальные характеристики облачного покрова.

### 2. Микрофизическое строение облаков

Фазовое строение облаков. Микроструктура капельных облаков и туманов. Относительная влажность в облаках и туманах. Распределение облачных капель по размерам. Средние расстояния между каплями в облаках и туманах. Интегральные характеристики микроструктуры облаков.

Микроструктура смешанных и кристаллических облаков. Капли в смешанных облаках. Размеры и форма кристаллов. Скорость падения кристаллов и их ориентация. Интегральные характеристики микроструктуры облаков.

### 3. Воздушные потоки в зоне Сб

Восходящие и нисходящие потоки в зоне Сб.

Линия шквалов.

Микрошквалы.

Торнадо.

### 4. Электрические процессы в облаках

Электрические характеристики облаков различных форм. Широтная и сезонная зависимость электрической активности облаков.

Механизмы электризации облачных элементов (механизмы микроэлектризации). Лабораторное моделирование процессов электризации облачных частиц. Ионная электризация частиц. Электризация облачных гидрометеоров, происходящая при их взаимодействии. Коагуляционный рост и заряджение облачных частиц.

Организованная макроэлектризация облака: определение, условие устойчивой поляризации облака и гидродинамической устойчивости облаков.

#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. - Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Процессы облакообразования	
	Решение задач	10
2	Микрофизическое строение облаков	
	Решение задач	6
3	Воздушные потоки в зоне Сб	10
4	Электрические процессы в облаках	
	Решение задач	2
	Решение задач	1

#### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

#### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

Форма проведения зачета - по билетам

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Физика облаков»:

ПК-2.1

1. Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков
2. Генетико-морфологическая классификация облаков.
3. Глобальные характеристики облачного покрова.
4. Макрофизические характеристики слоистообразных и волнистообразных облаков.
5. Фазовые переходы воды в облаках и их роль в развитии атмосферных процессов.
6. Атмосферные волны и их роль в формировании волнистообразных облаков.
7. Ячейковая конвекция и ее роль в формировании волнистообразных облаков.
8. Облачные системы теплых и холодных фронтов.
9. Облачные системы фронтов окклюзии.
10. Мезоструктура фронтальных облачных систем. Затопленная конвекция.
11. Кучево-дождевые облака. Строение и стадии эволюции.
12. Классификация кучево-дождевых облаков.
13. Микроструктура капельных облаков.
14. Микроструктура смешанных и кристаллических облаков.
15. Конденсационный рост облачных частиц.
16. Коагуляционный рост облачных частиц.

17. Процессы электризации облачных частиц.  
18. Процессы электризации облака. Электрическая структура кучево-дождевого облака.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 6. - Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Решение задач по темам	20
Индивидуальные задания по темам	20
Промежуточная аттестация (зачет)	50
ИТОГО	100

Таблица 7 - Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в конференции	5
ИТОГО	5

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 35 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9 - Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

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

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

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физика облаков».

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

#### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

##### а) Основная литература:

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000.
2. Андреев А.О., М.В. Дукальская, Е.Г. Головина. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Учебное пособие. С.-Пб. РГГМУ, 2007
3. Экологический мониторинг атмосферы: Учебное пособие / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 136 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=424281>

##### б) дополнительная литература:

1. Ивлев Л.С., Довгалюк Ю.А. Физика атмосферных аэрозольных систем. - СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. - 194 с.
2. 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.2. Мазин И.П., Шметтер С.М. Облака, строение и физика образования. Л. Гидрометеиздат, 1983.

3. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000.

4. Капустин А.В., Сторожук Н.Л. Технические средства гидрометеорологической службы. С-Пб, КОМЕТЕХ, 2005. – 283 с.

5. 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

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.

#### 8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. База данных Web of Science
4. База данных Scopus

#### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими

для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для проведения ознакомительных занятий о проведении Метеорологических наблюдений – аудитория 105 (Учебная Метеостанция)

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, 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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий