

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 Гидрометеорология

Направленность (профиль)
Гидрометеорология

Квалификация:
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Гидрометеорология»


Абанников В.Н.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

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

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
8 февраля 2018 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Абанников В.Н.

Авторы-разработчики:
 Кашлева Л.В.

Санкт-Петербург 2018

Рекомендована учёным советом метеорологического факультета РГГМУ
(Протокол № ____ от _____ 2018 г.)

Составил: Кашлева Л.В. – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы РГГМУ

Рецензент: Довгалоук Ю.А., канд физ.-мат. наук, заведующая лабораторией отдела ФОиАЭ Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова

© Л.В. Кашлева, 2018.
© РГГМУ, 2018.

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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:

- «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Математика (теория вероятности и статистика)», «Геофизика», «Геодезия (Инженерная графика)», «Методы наблюдения и анализа в гидрометеорологии». «Физическая метеорология. (Физика атмосферы, океана и вод суши)», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Механика жидкости и газа (гидродинамика)», «Методы зондирования окружающей среды», «Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций

Код компетенции	Компетенция
ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию.
ОПК-1	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик.
ОПК-2	Владение базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик.
ПК-1	Владение методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств.
ПК-2	Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в гидрометеорологии при составлении разделов научно-технических отчетов, пояснительных записок, при подготовке обзоров, аннотаций, составлении рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований.

В результате освоения дисциплины «Физика облаков» обучающийся должен:

Знать:

- условия возникновения облаков различных форм;
- макрофизическое микрофизическое и строение облаков;
- основные математические модели облаков;
- перспективных направлениях развития исследований в области физики облаков.

Уметь:

- обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы.

Владеть:

– методами расчета характеристик атмосферы, определяющих возникновение облаков, на основе стандартной гидрометеорологической информации.

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

Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2015, 2016, 2017, 2018 года набора
Общая трудоёмкость дисциплины	72 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	60
в том числе:	
лекции	30
практические занятия	30
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	12
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет

4.1. Структура дисциплины

№ 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	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лабора- Прак-тич.	Самост. работа			
1	Макрофизическое строение облаков	6	4	4	1	Вопросы на лекции. Доклады	2	ОК-7 ОПК-1
2	Микрофизиче-	6	4	4	2	Вопросы на	2	ОК-7

	ское строение облаков					лекции, коллоквиум.		ОПК-2
3.	Физика образования облаков	6	6	6	2	Вопросы на лекции, коллоквиум. Доклады	2	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2
4.	Формирование осадков	6	4	4	2	Письменный контроль (тестирование).	2	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2
5.	Электрические процессы в облаках	6	4	4	2	Вопросы на лекции, коллоквиум. Доклады	2	ОПК-1 ОПК-2
6	Численное моделирование облаков	6	4	4	2	Вопросы на лекции, коллоквиум.	1	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2
7	Оптические явления в облаках и осадках	6	4	4	1	Вопросы на лекции, коллоквиум.	1	ОК-7 ОПК-1 ОПК-2
	ИТОГО		30	30	12		12	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72 часа		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Макрофизическое строение облаков

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

Макрофизические характеристики слоистообразных и волнистых облаков: вертикальная мощность, температурное поле, турбулентность в зоне СО и ВО. Фронтальные облачные системы. Атмосферные процессы, приводящие к образованию ВО.

Кучевые облака. Основные характеристики облачной конвекции. Основные характеристики кучевых облаков. Структура полей в зоне кучевых облаков. Си-конвекция в тропиках.

Кучево-дождевые облака. Общие характеристики. Жизненный цикл грозовой ячейки. Пространственное распределение метеоэлементов в зоне Сб. Классификация кучево-дождевых облаков.

4.2.2. 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.

4.2.3. Физика образования облаков

Фазовые переходы воды в атмосфере. Основы теории фазовых переходов. Условие равновесия фаз. Гомогенная нуклеация капель и ледяных кристаллов из водяного пара. Гомогенная нуклеация льда в переохлажденной воде. Гетерогенная конденсация.

Облачные ядра конденсации. Облачные ядра кристаллизации. Источники и химический состав ядер кристаллизации. Круговорот атмосферных аэрозолей в природе.

4.2.4. Формирование осадков

Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образование осадков. Конденсационный рост облачных частиц. Конденсационный рост капель. Сублимационный рост кристаллов. Коагуляционный рост облачных частиц. Рост капель. Гравитационная коагуляция. Другие механизмы коагуляции. Совместное действие различных механизмов коагуляции. Коагуляционный рост кристаллов. Относительная роль конденсационных и коагуляционных механизмов укрупнения частиц.

Кинетика облачных процессов. Время фазовой релаксации.

Конденсационный рост совокупности капель. Регулярная конденсация. Распределение капель по «возрастам». Стохастическая конденсация.

Трансформация спектра размеров частиц при коагуляции. Кинетическое уравнение коагуляции.

Скорость падения жидких и твердых осадков в атмосфере.

Распределение капель и осадков по размерам. Роль твердой фазы в образовании осадков. Формирование крупы и града. Внутреннее строение града.

Влагооборот в облаках глубокой конвекции и их осадкогенерирующая эффективность.

Активные воздействия на облака и осадки.

4.2.5. 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.

4.2.6. Численное моделирование облаков

Понятие численной модели и численного моделирования. Анализ физических закономерностей и эмпирических данных и разработка модели нулевого приближения.

Обзор современных моделей облака. Классификация моделей.

Общие принципы построения модели конвективных облаков. Термогидродинамический блок. Микрофизический блок. Трансформация спектра размеров капель при коагуляции. Кинетическое уравнение коагуляции. Блок микроэлектризации облачных частиц. Начальные и граничные краевые условия. Выбор методов решения системы уравнений модели и контроля точности получаемого решения.

4.2.7. Оптические явления в облаках и осадках

Оптические величины. Оптические явления, связанные с рассеянием света в атмосфере. Цвет неба. Яркость небесного свода. Кажущаяся форма небесного свода, явления, с этим связанные. Освещенность земной поверхности в различное время суток. Свечение ночного неба. Яркость фона и различных поверхностей. Сумерки и заря.

Метеорологическая дальность видимости. Факторы, влияющие на нее. Дальность видимости естественных и искусственных объектов. Дальность видимости огней. Понятие о полетной и посадочной видимости. Видимость в облаках, туманах, осадках.

Причины рефракции света в атмосфере. Астрономическая и земная рефракции. Явления, обусловленные рефракцией света.

Гало, венцы, радуга и другие оптические явления.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание (Семинарских и лабораторных занятий программой не предусмотрено)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Комплексный анализ информации об условиях возникновения облаков различных форм	Практическая работа	ПК-1 ПК-2
2	2	Анализ микрофизических процессов взаимодействия частиц облака и осадков	Практическая работа	ПК-1 ПК-2
3	4	Моделирование процесса электризации облачных частиц и формирования электрической структуры облака	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2
4	6	Моделирование вертикального строения атмосферы и развития конвекции	Практическая работа	ПК-1 ПК-2
5	7	Анализ оптически явлений в облаках и в атмосфере	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-2

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

5.1. Текущий контроль

Письменный контроль (тестирование).

Беседа со студентами (коллоквиум) по пройденной теме.

Прием и проверка отчета по каждой практической работе в виде компьютерной презентации с анализом и обсуждением.

а) Образцы тестовых заданий текущего контроля

1. Облака каких форм не являются внутримассовыми?
 - а) Слоисто-кучевые
 - б) Кучево-дождевые
 - в) Перистые.
 - г) Слоисто-дождевые.

(Правильный ответ – г)

2. Какие осадки выпадают из высоко-слоистых облаков?

- а) морось
- б) крупа
- в) обложной снег
- г) обложной дождь

(Правильный ответ – в)

Вопросы к коллоквиуму по теме №2 «Анализ микрофизических процессов образования и роста частиц облака и осадков»

1. Условия фазового равновесия.
2. Конденсация и сублимация водяного пара.
3. Парциальное давление водяного пара над поверхностью капель.
4. Ядра конденсации.
5. Образование облачных кристаллов.
6. Характеристика и классификация осадков.
7. Размеры и скорость падения частиц осадков.
8. Процессы конденсации и коагуляции.
9. Испарение дождевых капель.
10. Образование крупы и града.

б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

- 1 Атмосферные процессы, приводящие к образованию облаков
2. Формирование волнистообразных облаков
- 3 . Фронтальные облачные системы
- 4 . Мезоструктура фронтальных облачных систем. Затопленная конвекция.
5. Кучево-дождевые облака
- 6 . Облачные ядра конденсации
- 7 . Образование твердой фазы воды в атмосфере
8. Формирование электрической структуры кучево-дождевого облака

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, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и практических работ. Освоение материалом и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ (Интернет).

5.3. Промежуточный контроль: зачет

Перечень вопросов к зачету

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.
19. Численное моделирование облако- и осадкообразования.
20. Оптические явления в облаках и осадках.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. 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:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеОнлайн (учебники, учебные пособия, монографии, статьи по гидрометеорологии) <http://elib.rshu.ru/>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru/>
3. Электронная библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
4. Электронный ресурс- научное издательство Springer <http://www.springer.com/> (материалы по геофизическим, экологическим географическим направлениям научных исследований, по общественным, социальным, гуманитарным наукам и информационным технологиям)
5. Электронный ресурс 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/123456789/1391849/browse?type=source> -
6. <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/905824/browse?type=source> - Издательство Кембриджского университета (предоставляет академические некоммерческие электронные ресурсы для научных исследований)
7. Электронный ресурс 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/123456789/1417890/browse?type=source>-
8. Электронный ресурс Nature - один из самых старых и авторитетных общенаучных журналов. Публикует оригинальные исследования, посвященные широкому спектру вопросов естественных наук.
<http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/1947637/browse?type=source> -

9. Электронный ресурс 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 естественных, гуманитарных и социальных наук, техники и медицины. <http://archive.neicon.ru/xmlui/handle/123456789/2757634/browse?type=source> -

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий

Организация деятельности студента

Лекции (темы №1-7)

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Проверка терминов, понятий, технических характеристик с помощью интернет ресурсов с выписыванием толкований в тетрадь.

Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет

Практические занятия (темы №1-5)

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.

Подготовка к экзамену

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену 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
Темы 1-5	<u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения	Компьютерные презентации лекций. Электронно-библиотечные системы РГГМУ

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитория 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 аудитория 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.

Лист изменений

Изменения, внесенные протоколом заседания кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы от 30.05.2019 г. № 9:

1. Пункт 4. «Структура и содержание дисциплины»:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2019 года набора
Общая трудоёмкость дисциплины	108 часов
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42
в том числе:	
лекции	14
практические занятия	28
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66
в том числе:	
курсовая работа	-
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет

2. 4.1 «Структура дисциплины»:

Очная форма обучения 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	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Макрофизическое строение облаков	6	2	4	1	Вопросы на лекции. Доклады	2	ОК-7 ОПК-1

2	Микрофизическое строение облаков	6	2	4	2	Вопросы на лекции, коллоквиум.	2	ОК-7 ОПК-2
3.	Физика образования облаков	6	2	4	2	Вопросы на лекции, коллоквиум. Доклады	2	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2
4.	Формирование осадков	6	2	4	2	Письменный контроль (тестирование).	2	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2
5.	Электрические процессы в облаках	6	2	4	2	Вопросы на лекции, коллоквиум. Доклады	2	ОПК-1 ОПК-2
6	Численное моделирование облаков	6	2	4	2	Вопросы на лекции, коллоквиум.	1	ОПК-1 ОПК-2 ПК-1 ПК-2
7	Оптические явления в облаках и осадках	6	2	4	1	Вопросы на лекции, коллоквиум.	1	ОК-7 ОПК-1 ОПК-2
	ИТОГО		14	30	12		12	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета					72 часа			

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