

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

Рабочая программа дисциплины

ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ
IMPACT ON ATMOSPHERIC PROCESSES AND PHENOMENA

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):

Авиационная метеорология

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

Неёлова Л.О. Неёлова Л.О.

Председатель УМС

И.И. Палкин И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета РГГМУ

19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

11 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой Кузнецов А.Д.

Авторы-разработчики:

Крюкова С.В. Крюкова С.В.

Санкт-Петербург 2021

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины «Воздействия на атмосферные процессы и явления» - общетеоретическая подготовка бакалавров, владеющих знаниями в области физики атмосферы и практическими навыками по численному моделированию атмосферных процессов.

Основные задачи дисциплины «Воздействия на атмосферные процессы и явления» направлены на формирование у студентов понимания и владения глубокими теоретическими знаниями в области физики атмосферы и практическими навыками по численному моделированию атмосферных процессов, а также принципиально возможных путей управления ими.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Воздействия на атмосферные процессы и явления» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю «Авиационная метеорология», относится к дисциплинам по выбору обучающегося.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Математика», «Вычислительная математика», «Информатика», «Физика атмосферы», «Физика облаков».

Дисциплина «Экспериментальная физика аэрозолей и гидрометеоров» является базовой для освоения дисциплин «Численное моделирование изменчивости состава атмосферы», «Численное моделирование изменчивости климата».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-2.

Профессиональные компетенции

Таблица 1.

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности	ПК-2.1. Осуществляет анализ явлений и процессов, происходящих в природной среде, на основе данных наблюдений, экспериментальных и модельных данных.	<i>Знать:</i> физико-динамические принципы, ответственные за основные явления и процессы в атмосфере и гидросфере от локального до планетарного масштаба; <i>Уметь:</i> проводить численное моделирование термодинамических процессов в атмосфере;

		<i>Владеть:</i> методикой обработки и интерпретации гидрометеорологической информации
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа

Таблица 2.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	2021 года набора	
Общая трудоёмкость дисциплины	72 часа	-
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28	-
в том числе:		
лекции	14	-
лабораторные занятия	14	-
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	44	-
в том числе:		
курсовая работа	-	-
РГР	+	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	-

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение

2021 год набора

Таблица 3.

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
1	Вода в атмосфере	6	4	4	11	Опрос студентов, отчеты по лабораторной работе с обсуждением и анализом.	ПК-2	ПК-2.1

2	Атмосферный аэрозоль	6	2	2	11	Опрос студентов, отчеты по лабораторной работе с обсуждением и анализом.	ПК-2	ПК-2.2
3	Методы и средства воздействия на атмосферные процессы.	6	4	4	11	Опрос студентов, отчеты по лабораторной работе с обсуждением и анализом.	ПК-2	ПК-2.1
4	Реагенты и способы их доставки в облака и туманы	6	4	4	11	Опрос студентов, отчеты по лабораторной работе с обсуждением и анализом.	ПК-2	ПК-2.2
	Итого		14	14	44	-	-	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Вода в атмосфере

Фазовые переходы воды в атмосфере. Работа отрыва молекулы с поверхности воды (льда). Равновесная концентрация молекул водяного пара над поверхностью воды (льда). Зависимость равновесной концентрации молекул водяного пара от температуры, кривизны поверхности раздела фаз, электрического заряда поверхности раздела фаз и концентрации растворенных веществ. Равновесный размер капель (кристаллов). Равновесная влажность воздуха. Работа образования ядра фазового перехода. Критический радиус капель. Скорость гомогенных фазовых переходов. Критическая влажность воздуха. Фазовое состояние конденсата при гомогенном фазовом переходе.

Атмосферный аэрозоль

Действие аэрозолей, вызывающее метеорологические и климатические эффекты. Источники атмосферного аэрозоля - естественные и антропогенные, а также стоки – сухое и влажное удаление. Свойства атмосферного аэрозоля. Облачные ядра конденсации. Облачные ядра кристаллизации.

Методы и средства воздействия на атмосферные процессы

Предмет и задачи дисциплины. История воздействий на атмосферные процессы. Непреднамеренные и преднамеренные воздействия. Глобальные проблемы непреднамеренных воздействий (загрязнение атмосферы, кислотные дожди, изменение климата). Современное состояние проблемы. Основные типы активных воздействий, доступные современной науке и технике. Типы энергии неустойчивости атмосферы как главные источники энергии активного воздействия: горизонтальная и вертикальная термические энергии неустойчивости, коллоидальная и фазовая энергии неустойчивости.

Реагенты и способы их доставки в облака и туманы

Классификация реагентов. Хладореагенты и кристаллизующие аэрозоли для вызывания осадков, предотвращения града и рассеивания слоистых облаков и туманов путем их засева. Гигроскопические реагенты. Оценка льдообразующей активности реагентов. Классификация способов доставки (воздушные шары, наземные и самолетные генераторы, ракеты и артиллерийские снаряды).

Water in the atmosphere

Phase transitions of water in the atmosphere. Work of detachment of a molecule from the surface of water (ice). Equilibrium concentration of water vapor molecules over the surface of water interface (ice). Dependence of the water vapor molecules equilibrium concentration on temperature, curvature, the electric charge of the interface, and the solutes concentration. Equilibrium droplet (crystal) size. Equilibrium air humidity. Work of formation of the phase transition nucleus. Critical droplets radius. The homogeneous phase transitions rate. Critical air humidity. Phase state of a condensate at a homogeneous phase transition.

Atmospheric aerosol

Aerosol action causing meteorological and climatic effects. Sources of atmospheric aerosol - natural and anthropogenic, as well as sinks - dry and wet disposal. Properties of atmospheric aerosol. Cloud condensation nuclei. Ice nuclei.

Methods and means of atmospheric processes impact

Subject and objectives of the discipline. History of impacts on atmospheric processes. Unintentional and intentional impacts. Global problems of unintentional impacts (air pollution, acid rain, climate change). Current state of the problem. The main types of active impacts available to modern science and technology. Types of the atmosphere instability energy as the main sources of energy of active action: horizontal and vertical thermal energies of instability, colloidal and phase energies of instability.

Reagents and methods for their delivery to clouds and fogs

Classification of reagents. Cooling agents and crystallizing aerosols for causing precipitation, preventing hail and dispersing stratus clouds and fogs by seeding. Hygroscopic reagents. Assessment of the reagents ice-forming activity. Classification of delivery methods (balloons, ground and aircraft generators, missiles and artillery shells).

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

Таблица 5.

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки

1	Исследование зависимости давления насыщения над поверхностью чистой воды и раствора от температуры и кривизны поверхности Study of the dependence of the saturation pressure above the surface of pure water and solution on temperature and surface curvature	4	2
1	Исследование процесса гомогенного ядрообразования в атмосфере Study of the homogeneous nucleation process in the atmosphere	2	2
2	Исследование влияния атмосферного аэрозоля на климат Земли Study of the influence of atmospheric aerosol on the Earth's climate	2	2
3, 4	Природа действия хладореагентов The nature of the action of cooling agents	2	2
3, 4	Расчет числа ледяных кристаллов, образующихся при внесении хладореагентов в облако Calculation of the ice crystals number formed during the introduction of cooling agents into the cloud	4	4

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу. Дополнительно к лекционным и лабораторным занятиям студент может приходить на консультации с преподавателем, для чего студент может использовать возможности удаленного доступа (Интернет).

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100. Баллы, полученные в предыдущем семестре, не суммируются.

6.1. Текущий контроль

Контроль посещаемости студентами лекций. Беседа со студентами (опрос студентов) по пройденной теме. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе в виде презентации с анализом и обсуждением.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет.

Форма проведения зачета: тестирование.

Перечень вопросов для подготовки к зачету:

ПК-2.1, ПК-2.2:

1. Фазовые переходы воды в атмосфере. Равновесная концентрация молекул водяного пара над плоской поверхностью воды, над сферической поверхностью капли, над поверхностью раствора, над заряженной каплей.
2. Гомогенные фазовые переходы. Энергия образования зародышевых капель и кристаллов льда. Скорость гомогенных фазовых переходов. Равновесный (критический) радиус частиц. Зависимость критического радиуса капель чистой воды от относительной влажности воздуха (уравнение Кельвина).
3. Атмосферный аэрозоль. Источники атмосферного аэрозоля - естественные и антропогенные, а также стоки – сухое и влажное удаление. Свойства атмосферного аэрозоля. Облачные ядра конденсации. Льдообразующие ядра в атмосфере.
4. Физические основы воздействий на атмосферные процессы. Основные типы активных воздействий, доступные современной науке и технике. Типы энергии неустойчивости атмосферы как главные источники энергии активного воздействия: горизонтальная и вертикальная термические энергии неустойчивости, коллоидальная и фазовая энергии неустойчивости.
5. Классификация реагентов. Хладореагенты и кристаллизующие аэрозоли для вызывания осадков, предотвращения града и рассеивания слоистых облаков и туманов путем их засева. Гигроскопические реагенты. Оценка льдообразующей активности реагентов. Классификация способов доставки.

1. Phase transitions of water in the atmosphere. Equilibrium concentration of water vapor molecules over a flat surface of water, over a spherical drop surface, over a solution surface, over a charged droplet.

2. Homogeneous phase transitions. The energy of formation of embrionic droplets and ice crystals. The homogeneous phase transitions rate. Equilibrium (critical) particle radius. Dependence of the critical radius of pure water droplets on the relative humidity of the air (Kelvin equation).

3. Atmospheric aerosol. Sources of atmospheric aerosol - natural and anthropogenic, as well as sinks - dry and wet depositin. Properties of atmospheric aerosol. Cloud condensation nuclei. Ice-forming nuclei in the atmosphere.

4. Physical bases of impacts on atmospheric processes. The main types of active inmpacts available to modern science and technology. Types of atmosphere instability energy as the main sources of active action energy: horizontal and vertical thermal energies of instability, colloidal and phase energies of instability.

5. Classification of reagents. Cooling agents and crystallizing aerosols for causing precipitation, preventing hail and dispersing stratus clouds and fogs by seeding. Hygroscopic

reagents. Assessment of the ice-forming activity of the reagents. Classification of delivery methods.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 6. - Распределение баллов по видам учебной работы для очной формы обучения

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	10
Исследование зависимости давления насыщения над поверхностью чистой воды и раствора от температуры и кривизны поверхности	10
Исследование процесса гомогенного ядрообразования в атмосфере	10
Исследование влияния атмосферного аэрозоля на климат Земли	10
Природа действия хладореагентов	15
РГР по теме Расчет числа ледяных кристаллов, образующихся при внесении хладореагентов в облако	15
Промежуточная аттестация	30
ИТОГО	100

Таблица 7 - Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	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 «Воздействия на атмосферные процессы и явления».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. Корнеев В.П., Шукин Г.Г. и др. Искусственное регулирование атмосферных осадков и рассеяние туманов. – М.:»Грин Принт», 2019. -300 с.
2. Пиловец Г.И. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=391608>
3. Поташник Э.Л., Кузнецов А.Д. Математическое моделирование облачных процессов. -Санкт-Петербург: Изд. РГГМУ, 2010.
4. Крюкова С.В. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Учебное пособие. – СПб.: Астерион, 2018. – 60 с.

б) дополнительная литература:

1. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. – М.: Мир, 1987. 278 с.
2. Бекряев В.И. Некоторые вопросы физики облаков и активных воздействий на них. – СПб.: РГГМУ, 2007.
3. Береснев С.А., Грязин В.И. Физика атмосферных аэрозолей: Курс лекций. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008.
4. Довгало Ю. А., Ивлев Л. С. Физика водных и других атмосферных аэрозолей. – СПб.: Изд. СПб ГУ, 1998.
5. Мейсон Б. Дж. Физика облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 541 с.
6. Роджерс Р. Р. Краткий курс физики облаков. Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 231 с.
7. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы. — СПб.: Гидрометеиздат, 2000. 778 с.
8. И.П. Мазин, А.Х. Хргиан. Облака и облачная атмосфера. Ленинград, Гидрометеиздат, 1989
9. Щёкин А.К., Куни Ф.М. Термодинамика нуклеации на растворимых ядрах. - Учеб. пособие. - СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002а. – 48с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Физика атмосферных аэрозолей. Курс лекций.- http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/1407/6/1332025_lectures.pdf
2. Баттан Л.Дж. 'Человек будет изменять погоду' - Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1965 - с.112 - <http://geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000070/index.shtml>
3. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы - <http://pskgu.ru/ebooks/matveevkom.html>
4. Качурин Л.Г. Кинетика фазовых переходов воды в атмосфере - http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-228192046.pdf

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающей тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.

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.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.