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

ИСКУССТВЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОБЛАКА И ТУМАНЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.05 Прикладная гидрометеорология
Направленность (профиль)
Прикладная метеорология
Уровень:
Магистратура
Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
_____ **Смышляев С.П.**

Председатель УМС
_____ **И.И. Палкин**

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
13 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.**

Санкт-Петербург 2021

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Искусственные воздействия на облака и туманы» - общетеоретическая подготовка магистров, владеющих знаниями в области физики атмосферы и практическими навыками по численному моделированию атмосферных процессов.

Основные задачи дисциплины 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 «Искусственные воздействия на облака и туманы» для направления подготовки 05.04.05 − Прикладная гидрометеорология, профиль - Прикладная метеорология относится к дисциплинам по выбору обучающегося.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Моделирование природных процессов», «Моделирование природных процессов в атмосфере», «Математика (Теория вероятностей и математическая статистика)», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Физика атмосферы». Знания, полученные при изучении дисциплины, могут быть использованы при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК-1.

Профессиональные компетенции

Таблица 1.

Код и наименование профессиональной компетенции	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**	**Результаты обучения**
ПК-1 Способен разрабатывать стратегии получения и применения современных методов, средств и передовых технологий получения гидрометеорологической информации	ПК-1.1. Разрабатывает новые и корректирует существующие методы и средства получения гидрометеорологической информации, организовывает эксперименты и испытания. ПК-1.2. Получает и обрабатывает массивы данных с применением современных методов, средств и передовых технологий получения гидрометеорологической информации. ПК-1.3. Применяет полученные результаты для анализа и	*Знать:* основные физические закономерности развития атмосферных процессов и механизмы, приводящие к их эволюции в опасном направлении; – теорию фазовых переходов воды в атмосфере; – возможные механизмы воздействия на атмосферные процессы для их развития в желательном направлении, методы и средства воздействия. *Уметь:* проводить численное моделирование атмосферных процессов,

	прогноза атмосферных процессов с использованием современных методов.	анализировать и делать грамотные выводы из полученных результатов; - оценивать возможные результаты воздействия при конкретных метеорологических условиях, ориентироваться в общих вопросах науки об управлении атмосферными процессами. *Владеть:* Методами анализа явлений разных пространственных и временных масштабов. – методикой обработки и интерпретации гидрометеорологической информации; – навыками в работе с современными пакетами прикладных программ для научных расчетов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

Таблица 2.

Объём дисциплины	**Всего часов**	
	Очная форма обучения	**Заочная форма обучения**
	2021 года набора	
Общая трудоёмкость дисциплины	**144 часа**	**-**
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**56**	**-**
в том числе:		
лекции	**28**	**-**
лабораторные занятия	**28**	**-**
практические занятия	**-**	**-**
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	**88**	**-**
в том числе:		
курсовая работа	**-**	**-**
РГР	**-**	**-**
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	**Экзамен**	**-**

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	Практические занятия	СРС			
1	Методы и средства воздействий на атмосферные процессы.	4	7	7	22	Опрос студентов, отчеты по практической работе с обсуждением и анализом.	ПК-1	ПК-1.1
2	Реагенты и способы их доставки в облака и туманы	4	7	7	22	Опрос студентов, отчеты по практической работе с обсуждением и анализом.	ПК-1	ПК-1.2
3	Методы рассеивания туманов	4	7	7	22	Опрос студентов, отчеты по практической работе с обсуждением и анализом.	ПК-1	ПК-1.3
4	Искусственные воздействия на облака	4	7	7	22	Опрос студентов, отчеты по практической работе с обсуждением и анализом.	ПК-1	ПК-1.1
	Итого		28	28	88	-	-	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Методы и средства воздействий 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).

Методы рассеивания туманов

Общая характеристика туманов. Классификация методов и механизмов воздействия. Рассеяние теплых туманов. Рассеяние переохлажденных туманов. Динамический, акустический, лазерный метод воздействия на туманы.

Искусственные воздействия на облака

Вызывание осадков из переохлажденных облаков слоистых форм. Методы воздействия на теплые облака. Увеличение осадков из конвективных облаков.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

Таблица 5.

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Природа действия хладореагентов	6	2
2	Расчет числа ледяных кристаллов, образующихся при внесении хладореагентов в облако	6	2
3	Рассеяние переохлажденных туманов кристаллизующими реагентами	6	2
4	Тепловой метод рассеяния туманов	6	2
5	Природа действия гигроскопических реагентов	6	4
6	Рассеяние теплых туманов гигроскопическими реагентами		

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 практическим 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 практической работе в виде презентации с анализом и обсуждением.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.
Форма проведения экзамена: тестирование.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3:

1. 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.
2. 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.
3. Методы рассеивания туманов. Общая характеристика туманов. Классификация методов и механизмов воздействия. Рассеяние теплых туманов. Рассеяние переохлажденных туманов. Динамический, акустический, лазерный метод воздействия на туманы.
4. Воздействия на облака. Вызывание осадков из переохлажденных облаков слоистых форм. Методы воздействия на теплые облака. Увеличение осадков из конвективных облаков.

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
Природа действия хладореагентов	10
Расчет числа ледяных кристаллов, образующихся при внесении хладореагентов в облако	10
Рассеяние переохлажденных туманов кристаллизующими реагентами	10
Тепловой метод рассеяния туманов	10
Природа действия гигроскопических реагентов	10
Рассеяние теплых туманов гигроскопическими реагентами	10
Промежуточная аттестация	30

ИТОГО	100

Таблица 7- Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Корнеев В.П., Щукин Г.Г. и др. Искусственное регулирование атмосферных осадков и рассеяние туманов. – М.:»Грин Принт», 2019. - 300 с.

2. Поташник Э.Л., Кузнецов А.Д. Математическое моделирование облачных процессов Санкт-Петербург: Изд. РГГМУ, 2010.

3. Колосков Б. П., Корнеев В. П.,Щукин Г.Г. Методы и средства модификации облаков, осадков и туманов. – СПб.: РГГМУ, 2012. - 342с.

4. 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

5. Крюкова С.В. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Учебное пособие. – СПб.: Астерион, 2018. – 60 с.

Дополнительная литература

1. Качурин Л. Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990.

2. Бекряев В. И. Практикум по курсу "Физические основы воздействия на атмосферные процессы" Л.: Гидрометиздат, 1991. - 144 с.

3. Бекряев В.И. Некоторые вопросы физики облаков и активных воздействий на них. – СПб.: РГГМУ, 2007. – 337 с.

4. Доклады Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы (Нальчик, 23-25 октября 2001 г.)/ под ред. Х.М. Калова, В.Н. Стасенко - СПб.: Гидрометиздат, 2005. - 316 с.

5. Деннис А. Изменение погоды засевом облаков. / Пер. с англ. – М.: "Мир", 1983.

6. Никандров В. Я. Искусственные воздействия на облака и туманы. — Л.: Гидрометеоиздат, 1959 - 191 с.

7. Довгалюк Ю. А., Ивлев Л. С. Физика водных и других атмосферных аэрозолей. – СПб.: Изд. СПб ГУ, 1998.

8. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. – М.: "Мир", 1987.

9. Аэрозоль и климат. / Под ред. К. Я. Кондратьева – Л.: Гидрометеоиздат, 1991.

10. Мейсон Б.Дж. Физика облаков. - Л.: Гидрометеоиздат.-1961.-543 с.

11. Половина И.П. Рассеяние переохлажденных слоистообразных облаков и туманов. - Л.: Гидрометеоиздат. - 1980. – 214 с.

12. Роджерс Р.Р. Краткий курс физики облаков. - Л.: Гидрометеоиздат. - 1979. – 230 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

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
5. Труды ГГО им. А.И. Воейкова - http://voeikovmgo.ru/ru/deyatelnost/publikacii

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 аудитории 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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год без изменений.
Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы от 05.06.2023 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры экспериментальной физики атмосферы от 29.05.2024 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год для заочной формы обучения без изменений.
Протокол заседание кафедры экспериментальной физики атмосферы от 28.05.2025 № 10