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

Б1.В.ДВ.02.02.03 Активные воздействия на атмосферные процессы

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
_____ Ермакова Т.С.

Утверждаю
Проректор по учебной работе
_____ Н.О. Верещагина

Рекомендована решением
Ученого совета Метеорологического
факультета
30.06.2023, протокол №_12

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры экспериментальной физики атмосферы
05.06.2023, протокол № 12
Зав. кафедрой _____ Восканян К.Л.

Автор-разработчик:
к.ф.м.н. Крюкова С.В.

Санкт-Петербург
2023

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2024/2025 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы 29.05.2024 № 12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2025/2026 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы 28.05.2025 № 10

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2026/2027 учебный год без изменений

Протокол заседания кафедры экспериментальной физики атмосферы 02.06.2026 № 13

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины «Активные воздействия на атмосферные процессы» - сформировать профессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков в области физики атмосферы, практическими навыками по численному моделированию атмосферных процессов.

Задачи:

1. Сформировать знание:
   - физико-динамических принципов, ответственных за основные явления и процессы в атмосфере;
   - физических основ воздействия на атмосферные процессы;
   - основных методов и средств активного воздействия;
2. Сформировать умение:
   - проводить численное моделирование термодинамических процессов в атмосфере;
   - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы.
3. Сформировать владение:
   - методикой обработки и интерпретации гидрометеорологической информации;
   - методами анализа и интерпретации данных наблюдений, измерений, результатов расчетов;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Активные воздействия на атмосферные процессы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и входит в модуль «Метеорологическое обеспечение безопасности взлёта и посадки воздушных судов». Дисциплина изучается в 6 семестре для освоения профессиональных компетенций

Для освоения дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Математика», «Общая метеорология», «Введение в информационные технологии», «Компьютерные технологии в профессиональной деятельности».

Параллельно с дисциплиной изучаются «Методы зондирования окружающей среды», «Физика верхних слоёв атмосферы», «Физика облаков», «Радиолокационные наблюдения на аэродроме».

Дисциплина может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Перечень планируемых результатов обучения

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

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен применять современное программное обеспечение,	ПК-2.1. Знает физические законы, описывающие процессы в атмосфере, а также современные методы и технологии сбора, обработки и анализа	Знать: – физико-динамические принципы, ответственные за основные явления и процессы

спутниковые данные и различные виды метеорологической информации для оценки состояния атмосферы, повышения точности прогнозов и минимизации рисков в авиации.	данных о характеристиках атмосферы ПК-2.2. Умеет использовать теоретические знания, специализированное программное обеспечение и спутниковые данные для изучения и прогнозирования характеристик атмосферы и их динамики ПК- 2.3. Владеет методами анализа данных, работы с профессиональными системами обработки, визуализации и интерпретации информации о характеристиках атмосферы	в атмосфере и гидросфере от локального до планетарного масштаба; Уметь: – проводить численное моделирование термодинамических процессов в атмосфере; Владеть: – методикой обработки и интерпретации гидрометеорологической информации

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	6 семестр	
Зачётные единицы	2	2
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	32,5	32,5
в том числе:	-	-
лекции	14	14
занятия семинарского типа:	18	18
практические занятия	18	18
лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	39,34	39,34
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Контроль:	0,66	0,66
в том числе:		
текущий контроль успеваемости	0,5	0,5
промежуточная аттестация	0,16	0,16
Всего часов:	72	72
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.	Формы текущего контроля	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций

		Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Тема 1-2. Вода в атмосфере	4	4	10	Выполнение практических работ №1,2	ПК-2	ПК-2.1
2	Тема 3. Атмосферный аэрозоль	2	2	5	Выполнение практических работ №3	ПК-2	ПК-2.2
3	Тема 4. Методы и средства воздействий на атмосферные процессы.	2	2	5	Тестирование	ПК-2	ПК-2.3
	Текущий контроль успеваемости – 0,5						
4	Тема 5. Реагенты и способы их доставки в облака и туманы	2	4	10	Выполнение практических работ №4-5	ПК-2	ПК-2.2
5	Тема 6-7. Природа действия хладореагентов	4	6	9,34	Выполнение практических работ №6-8	ПК-2	ПК-2.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	Итого	14	18	39,34	-	-	-
	Всего часов: 72						

4.3 Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1-2. 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.	ПК-2
2	Тема 3. 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.	ПК-2
3	Тема 4. Методы и средства	Физические основы воздействий на	ПК-2

	воздействий на атмосферные процессы.	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.	
4	Тема 5. 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).	ПК-2
5	Тема 6-7. Природа действия хладореагентов	Поле температуры и влажности вокруг частицы реагента, внесенного в облако. Льдообразующая активность хладореагентов. Время и путь испарения реагента.	ПК-2

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание практических занятий

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
1-2	Практическая работа №1. Исследование зависимости давления насыщения над поверхностью чистой воды и раствора от температуры и кривизны поверхности	6	4
1-2	Практическая работа №2. Исследование процесса гомогенного ядрообразования в атмосфере	6	4
3	Практическая работа №3. Исследование влияния атмосферного аэрозоля на климат Земли	6	4
4	Тестирование	6	4
5	Практическая работа №4-5. Природа действия хладореагентов	7	3
6-7	Практическая работа №6-8. Расчет числа ледяных кристаллов, образующихся при внесении хладореагентов в облако. Время и путь испарения частицы реагента	9	3
	Всего:	40	22

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

Электронный учебный курс «Активные воздействия на атмосферные процессы» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=156

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

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале.

Таблица 6. Учёт успеваемости обучающегося по дисциплине

Учет успеваемости	Количество баллов
Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр:	100
— максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля	100
— максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	20

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

Перечень вопросов и критерии оценивания по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет.

Форма проведения зачета: тестирование.

6.3 Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Учет успеваемости	Количество баллов
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
Итого:	100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю

№	Вид работ	Min	Max
1.	Обязательная часть		
1.1	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	3	5
1.1.1	Промежуточный тест по теме «Фазовые переходы воды в атмосфере» (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	3	5
1.2	Выполнение лабораторных работ	15	35
1.2.1	Практическая работа №1. Исследование зависимости давления насыщения над поверхностью чистой воды и раствора от температуры и кривизны поверхности	3	6
1.2.2	Практическая работа №2. Исследование процесса гомогенного ядрообразования в атмосфере	3	6
1.2.3	Практическая работа №3. Исследование влияния атмосферного аэрозоля на климат Земли	2	6
1.2.4	Тестирование	2	6
1.2.5	Практическая работа №4-5. Природа действия хладореагентов	2	6
1.2.6	Практическая работа №6-8. Расчет числа ледяных кристаллов, образующихся при внесении хладореагентов в облако. Время и путь испарения частицы реагента	3	5
Итого баллов по обязательной части		18	40
2.	Вариативная часть		
2.1	Тест «Физика аэрозолей и гидрометеоров» (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	20
2.1.1	базовый уровень сложности	2	10
2.1.2	продвинутый уровень сложности	10	20

2.2	Учебное задание продвинутого уровня	10	20
	Доклады с презентацией по темам изучаемой дисциплины (не более одного)	2	10
	Дополнительная практическая работа «Природа действия хладореагентов»	5	10
2.3	Научный доклад на студенческой конференции по темем дисциплины	5	5
2.4	Участие в олимпиаде (физика, математика, метеорология, география)	5	10
2.4.1	участие	5	5
2.4.2	призер	10	10
2.5	Публикация в индексируемом журнале (совместно с преподавателем)	10	20
2.6	Научный доклад с презентацией на СНО по теме дисциплины	10	20
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по вариативной части		22	60
Итого баллов по дисциплине		40	100

Таблица 7.2. Конвертация баллов в итоговую оценку

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Не зачтено	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 «Активные воздействия на атмосферные процессы».

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

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. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417135701.pdf

3. Береснев С.А., Грязин В.И. Физика атмосферных аэрозолей: Курс лекций. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2008.

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

5. Мейсон Б. Дж. Физика облаков. Л.: Гидрометеоиздат, 1961. 541 с.

6. Корнеев В.П., Щукин Г.Г., Ким Н.С., Колосков Б.П., Несмеянов П.А., Сергеев Б.Н., Петрунин А.М., Бычков А.А., Частухин А.В. Искусственное регулирование атмосферных осадков и рассеяние туманов. – М.: «Грин Принт», 2019. – 300 с.

7. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы. — СПб.: Гидрометеоиздат, 2000. 778 с.

8. И.П. Мазин, А.Х. Хргиан. Облака и облачная атмосфера. Ленинград, Гидрометеоиздат, 1989

9. Доронин А.П. Воздействия на атмосферные процессы и явления: Учебное пособие. –
СПб. – 2014. – 292 с.
10. 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
11. Поташник Э.Л., Кузнецов А.Д. Математическое моделирование облачных процессов. -Санкт-Петербург: Изд. РГГМУ, 2010.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Образовательная платформа Яндекс Практикум [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://practicum.yandex.ru/
2. Образовательная платформа Открытое образование [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://openedu.ru/
3. Образовательная платформа Лекториум [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.lektorium.tv/

8.3 Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн, Режим доступа: http://elib.rshu.ru
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: http://znanium.com

8.4. Перечень программного обеспечения

1. Операционная система windows 7
2. Пакет Microsoft Office

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) «Elibrary» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elibrary.ru/

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

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.