

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.02.02.02 Физика аэрозолей и гидрометеоров

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль):
«Метеорология и климатические риски»

Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Абанников В.Н.

Утверждено

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

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины - сформировать профессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков, необходимых для проведения численного моделирования атмосферных процессов, способов обработки и анализа информации о физическом состоянии атмосферы.

Задачи:

1. Сформировать знание:
 - ~ процессов осадкообразования в облаках разного типа;
 - ~ основ гомогенного ядрообразования;
 - ~ влияния атмосферного аэрозоля на климат земли.
2. Сформировать умение:
 - ~ проводить численное моделирование термодинамических процессов в атмосфере;
 - ~ анализировать полученные данные;
 - ~ обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы.
3. Сформировать владение:
 - ~ методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений;
 - ~ методами анализа и интерпретации данных результатов расчетов;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы. Дисциплина изучается в 6 семестре для освоения профессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Математика», «Физика», «Прикладная математика», «Прикладная физика», «Вычислительная математика», «Физическая метеорология», «Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью».

Параллельно с дисциплиной изучаются дисциплины «Методы зондирования окружающей среды», «Влияние аэрозолей на климатическую систему».

Знания, полученные в результате изучения дисциплины могут быть использованы в преддипломной практике и при подготовке выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-3.

Таблица 1. Компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
---	---	---------------------

ПК-3. Способен интерпретировать результаты измерений для оценки текущих и будущих состояний атмосферы и климата, используя современные методы, технологии мониторинга и анализа атмосферы и климата.	ПК.-3.1. Знает закономерности физических процессов в атмосфере и климатических системах разного масштаба, а также методы их анализа. ПК.-3.2. Умеет проводить диагностику и интерпретацию характеристик атмосферы, включая изменения климата, используя современные методы сбора, обработки и анализа метеорологических данных. ПК-3.3. Владеет современными методами и технологиями мониторинга и анализа состояния атмосферы и климатической системы, а также навыками использования специализированного программного обеспечения для обработки и анализа метеорологических данных.	Знать: - процессов осадкообразования в облаках разного типа; - основ гомогенного ядрообразования; - влияния атмосферного аэрозоля на климат земли. Уметь: - проводить численное моделирование термодинамических процессов в атмосфере; - анализировать полученные данные; - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии атмосферы. Владеть: - методикой расчета основных метеорологических параметров по данным метеорологических измерений; - методами анализа и интерпретации данных результатов расчетов;
---	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

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

Объём дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	6 семестр	
Зачётные единицы	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	47	47
в том числе:	-	-
лекции	18	18
занятия семинарского типа:	28	28
практические занятия	28	28
лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	60,84	60,84
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Контроль:	1,16	1,16
в том числе:		
текущий контроль успеваемости	1,0	1,0

промежуточная аттестация	0,16	0,16
Всего часов:	108	108
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			
	6 семестр						
1	Тема 1. Фазовые переходы воды в атмосфере	4	8	15	Выполнение практической работы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2	Тема 2. Диффузионный рост капель и кристаллов льда в облаках	4	6	14	Выполнение практической работы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3	Тема 3. Коагуляционный рост капель и кристаллов льда в облаках	4	6	14	Выполнение практической работы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	Текущий контроль успеваемости – 1,0						
4	Тема 4. Кристаллизация капель водных растворов	4	4	12	Выполнение практической работы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
5	Тема 5. Атмосферный аэрозоль	2	4	5,84	Выполнение практической работы	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	Промежуточная аттестация – 0,16						
	ИТОГО		18	28	60,84		
	Всего часов: 108						

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. 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.	ПК-3

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
		Критическая влажность воздуха. Фазовое состояние конденсата при гомогенном фазовом переходе..	
2	Тема 2. Диффузионный рост капель и кристаллов льда в облаках	Распределение относительной влажности в облаках. Число облачных капель. Конденсационный рост капель. Конденсационный рост с учетом эффектов нагрева и обдува капель, а также поправки на размер капли. Максимальный размер облачных капель (дробление капель). Сублимационный рост кристаллов льда. Зависимость формы кристаллов льда от температуры и влажности воздуха.	ПК-3
3	Тема 3. Коагуляционный рост капель и кристаллов льда в облаках	Механизмы коагуляции гидрометеоров. Гравитационная, электрическая, броуновская и турбулентная коагуляция. Коагуляционный рост капель. Скорость движения частиц в атмосфере. Закон Стокса. Коагуляционный рост частиц града. Сухой и мокрый режим роста частиц града. Зависимость режима роста частиц града от температуры и влажности облака. Сравнительный анализ конденсационного роста капель, электрической и гравитационной коагуляции в теплых облаках. Сравнительный анализ конденсационного роста капель, кристаллов и гравитационной коагуляции в переохлажденных облаках	ПК-3
4	Тема 4. Кристаллизация капель водных растворов	Скорость замерзания переохлажденных капель воды. Относительная роль гомогенного и гетерогенного механизмов кристаллизации. Зависимость времени и температуры замерзания капель от размеров и скорости восходящих потоков. Зависимость типа процесса кристаллизации (взрывного или деформационного) от температуры.	ПК-3
5	Тема 5. 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-3

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	Практическая работа №1 Исследование зависимости давления насыщения над поверхностью чистой воды и раствора от температуры и кривизны поверхности	13	6
1	Практическая работа №2. Исследование процесса гомогенного ядрообразования в атмосфере	10	4
2	Практическая работа №3. Исследование процесса конденсационного роста капель и сублимационного роста кристаллов льда	20	8
3, 4	Практическая работа №4. Исследование процессов образования осадков в конвективных и слоистообразных облаках	36	14
5	Практическая работа №5. Исследование влияния	9,84	4

	атмосферного аэрозоля на климат Земли		
	Всего:	88,84	36

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

Электронный учебный курс «Физика аэрозолей и гидрометеоров» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=611>.

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
в том числе максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации	20

6.1. Текущий контроль

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 ответов на вопросы 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

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль:	0-100
в том числе 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	5	10
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	5	10

1.2	Выполнение практических работ №1-5	15	30
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 процесса конденсационного роста капель и сублимационного роста кристаллов льда	3	6
1.2.4	Практическая работа №4. Исследование процессов образования осадков в конвективных и слоистообразных облаках	3	6
1.2.5	Практическая работа №5. Исследование влияния атмосферного аэрозоля на климат Земли	3	6
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1	Тест «Физика аэрозолей и гидрометеоров»	2	10
2.1.1	базовый уровень сложности (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	5
2.1.2	продвинутый уровень сложности (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	5	10
2.2	Учебное задание продвинутого уровня	4	10
2.2.1	Доклады по темам изучаемой дисциплины (не двух одного)	4	10
2.3	Научный доклад с презентацией на студенческой конференции по теме дисциплины	5	10
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	Акселерационная программа/ проект Росмолодежи	20	40
2.6.1	участие	20	20
2.6.2	грант	40	40
	Промежуточная аттестация по дисциплине	0	20
Итого баллов по вариативной части		20	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 «Физика аэрозолей и гидрометеоров».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Крюкова С.В., Симакина Т.Е. Анализ загрязнения воздушного бассейна. Лабораторный практикум. – СПб.: РГГМУ, 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.
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.: 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.
10. Поташник Э.Л., Кузнецов А.Д. Математическое моделирование облачных процессов. -Санкт-Петербург: Изд. РГГМУ, 2010.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронный ресурс Экологический портал Санкт-Петербурга. Режим доступа:- <http://www.infoeco.ru/>
2. Архив погоды - <http://ww24.ru/dairy>
3. Данные зондирования атмосферы - <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>
4. Электронный ресурс Использование пакета анализа в Excel. Режим доступа:- <https://support.office.com/ru-ru/article>
5. Архив погоды в Санкт-Петербурге <http://rp5.ru>

8.3. Перечень программного обеспечения

Операционная система windows 7

Пакет Microsoft Office

8.4. 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>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>
2. [Российский индекс научного цитирования \(РИНЦ\) «Elibrary»](https://elibrary.ru/) [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 практических занятий и самостоятельной работы студентов.

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

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, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет"

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет"

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.