

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.07.01 Физическая метеорология

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.04 Гидрометеорология

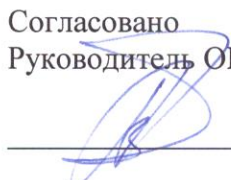
Направленность (профиль)

«Метеорология и климатические риски»

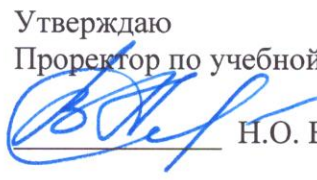
Уровень
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Абанников В.Н.

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 метеорологии, климатологии и охраны
атмосферы
20.06.2023, протокол №11-1
И.о. зав. кафедрой  Дробжева Я.В.

Авторы-разработчики:
к.ф.-м.н. Кашлева Л.В.

Санкт-Петербург
2023

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Физическая метеорология» — сформировать общепрофессиональную компетенцию, а также необходимый объем фундаментальных и прикладных знаний, умений и навыков для применения знания физико-динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, позволяющих давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую.

Задачи:

1. Сформировать знание:
 - о законах сохранения энергии;
 - о законах гидростатики, движения и термодинамики;
 - об основных видах антропогенных воздействий на атмосферу, гидросферу и литосферу.
2. Сформировать умение:
 - проводить анализ конкретных природных явлений;
 - рассчитывать градиенты давления, температуры и плотности с высотой в реальной атмосфере;
 - идентифицировать антропогенные факторы в изменениях состояния природной среды на фоне естественной динамики.
3. Сформировать владение:
 - методами оценки устойчивости атмосферы и возможности рассеяния примесей в атмосфере;
 - методами количественной оценки воздействия антропогенных факторов на природные системы, включая использование программного обеспечения для моделирования и анализа данных.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы, изучается во 2 семестре для освоения общепрофессиональных компетенций.

Изучению предшествуют следующие дисциплины:

«Математика», «Физика», «Геофизика».

Изучается параллельно во 2 семестре с такими дисциплинами как:

«Лучистая энергия в атмосфере».

Дисциплина является базовой для изучения дисциплин:

физика и химия атмосферы и всех дисциплин теоретической метеорологии, прогностической метеорологии, прикладной метеорологии и измерительной метеорологии, включая все профессиональные дисциплины.

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 компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Знает основные законы, теории и концепции в области математики, физики, химии и других естественных наук, необходимые для решения задач профессиональной деятельности ОПК-1.2. Умеет применять базовые знания математических и естественных наук для анализа и решения профессиональных задач, включая расчеты и интерпретацию данных ОПК-1.3. Владеет методиками использования математического аппарата и методами естественных наук для обработки данных, построения моделей и принятия решений в профессиональной деятельности.	Знать: – закон сохранения энергии; – законы гидростатики, движения и термодинамики; – основные виды антропогенных воздействий на атмосферу, гидросферу и литосферу. Уметь: – проводить анализ конкретных природных явлений; – рассчитывать градиенты давления, температуры и плотности с высотой в реальной атмосфере; – идентифицировать антропогенные факторы в изменениях состояния природной среды на фоне естественной динамики. Владеть: – методами оценки устойчивости атмосферы и возможности рассеяния примесей в атмосфере; – методами количественной оценки воздействия антропогенных факторов на природные системы, включая использование программного обеспечения для моделирования и анализа данных.

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

Объем дисциплины	Очная форма обучения	
	Семестр	Итого
	2 семестр	
Зачётные единицы	3	3
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	43	43
в том числе:	-	-
☐ лекции	14	14
☐ занятия семинарского типа:	28	28
☐ практические занятия	-	-
☐ лабораторные занятия	28	28
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	64,84	64,84
в том числе:	-	-

☐ курсовая работа	-	-
☐ контрольная работа	-	-
Контроль:	1,16	1,16
в том числе:		
текущий контроль успеваемости	1	1
промежуточная аттестация	0,16	0,16
Всего часов:	108	108
Вид промежуточной аттестации	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. Структура дисциплины

№	Тема дисциплины	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
1	Тема 1. Статика атмосферы. Вывод уравнения статики	2	4	8	Решение задач	ОПК-1	ОПК-1.1
2	Тема 2. Интегральные формы уравнения статики. Модель реальной атмосферы	2	4	10	Решение задач. Обсуждение решения	ОПК-1	ПК-1.1
3	Тема 3. Вывод уравнения I начала термодинамики. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.	2	4	8	Решение задач	ОПК-1	ОПК-1.2
4	Тема 4. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства	2	4	8	Выполнение и представление решения задач.	ОПК-1	ОПК-1.2
	Текущий контроль успеваемости – 1,0						
5	Тема 5. Критерии устойчивости атмосферы на основе метода частицы. Сухоадиабатические процессы. Изменение потенциальной температуры с высотой при различной стратификации. Стратификация атмосферы по отношению сухоадиабатическому перемещению. Кривая состояния и кривая стратификации.	2	4	8	Выполнение и представление решения задач.	ОПК-1	ОПК-1.1

	Уровень конденсации						
6	Тема 6. Влажноадиабатический процесс. Вывод уравнения 1 начала термодинамики для влажноадиабатического процесса. Влажноадиабатический градиент. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому движению, критерии неустойчивости атмосферы	2	4	10	Выполнение и представление решения задач.	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2
7	Тема 7. Энергия неустойчивости атмосферы. Термодинамические температуры	2	4	12,84	Выполнение и представление решения задач. Контрольная работа	ОПК-1	ОПК-1.2 ОПК-1.3
Промежуточная аттестация -0,16							
ИТОГО		14	28	64,84			
Всего часов: 108							

4.3. Содержание тем дисциплины

Таблица 4. Содержание тем дисциплины

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
1	Тема 1. Статика атмосферы. Вывод уравнения статики	Силы, действующие в атмосфере. Вывод основного уравнения статики и его следствия. Вертикальный градиент давления и барическая ступень.	ОПК-1
2	Тема 2. Интегральные формы уравнения статики. Модель реальной атмосферы	Интегральные формы уравнение статики. Барометрические формулы для однородной, изотермической, политропной моделей атмосферы. Формула Лапласа. Модель реальной атмосферы. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера. Горизонтальные неоднородности поля давления.	ОПК-1
3	Тема 3. Вывод уравнения I начала термодинамики. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона	Вывод уравнения I начала термодинамики применительно к метеорологии. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.	ОПК-1
4	Тема 4. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства	Сухоадиабатический градиент. Вывод формулы сухоадиабатического градиента. Расчет температуры воздушной частицы на произвольной высоте над поверхностью земли.	ОПК-1

№	Наименование темы дисциплины	Содержание	Компетенция
		Потенциальная температура, вывод формул. Свойства потенциальной температуры	
5	Тема 5. Критерии устойчивости атмосферы на основе метода частицы. Сухоадиабатические процессы. Изменение потенциальной температуры с высотой при различной стратификации. Стратификация атмосферы по отношению сухоадиабатическому перемещению. Кривая состояния и кривая стратификации. Уровень конденсации	Критерии устойчивости атмосферы на основе метода частицы. Сухоадиабатические процессы. Изменение потенциальной температуры с высотой при различной стратификации. Стратификация атмосферы по отношению к сухоадиабатическому перемещению. Кривая состояния и кривая стратификации. Уровень конденсации.	ОПК-1
6	Тема 6. Влажноадиабатический процесс. Вывод уравнения 1 начала термодинамики для влажноадиабатического процесса. Влажноадиабатический градиент. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому движению, критерии неустойчивости атмосферы	Влажноадиабатический процесс. Вывод уравнения 1 начала термодинамики для влажноадиабатического процесса. Влажноадиабатический градиент. Псевдоадиабатические процессы. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому движению, критерии неустойчивости атмосферы.	ОПК-1
7	Тема 7. Энергия неустойчивости атмосферы. Термодинамические температуры	Изменение параметров воздушной частицы при ее вертикальных перемещениях. Кривая состояния. Уровень конденсации. Уровень конвекции. Энергия неустойчивости. Аэрологическая диаграмма. Принципы построения термодинамических графиков, их использование. Стратификация атмосферы. Критерии оценки вертикальной термической устойчивости атмосферы. Метод частицы.	ОПК-1

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. Содержание лабораторных занятий

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
2 семестр			
1	Лабораторная работа № 1. Вывести уравнение статики.	4	2
1	Лабораторная работа № 2. Вывести уравнения для вертикального градиента давления и барической ступени.	4	2
2	Лабораторная работа № 3. Применение на практике барометрических формул для однородной, изотермической, политропной моделей атмосферы; формулы Лапласа (модель реальной атмосферы). Изменение плотности воздуха с высотой.	6	4
2	Лабораторная работа № 4. Стандартная атмосфера. Горизонтальные неоднородности поля давления.	4	2
3	Лабораторная работа № 5. Вывести уравнение 1 начала термодинамики для сухоадиабатического процесса (уравнение Пуассона). Применение на практике уравнения Пуассона.	4	2
3	Лабораторная работа № 6. Изучить структуру аэрологической диаграммы.	4	2
4	Лабораторная работа № 7. Вывести формулу сухоадиабатического градиента.	4	2

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов самостоятельной подготовки
4	Лабораторная работа № 8. Вывести формулу для определения потенциальной температуры. Потенциальная температура.	4	2
5	Лабораторная работа №9. Ввести силу плавучести и ускорение силы плавучести. Критерии неустойчивости атмосферы.	6	4
5	Лабораторная работа № 10. Понятие конденсации. Методы определения уровня конденсации на аэрологической диаграмме.	6	4
6	Лабораторная работа №11. Вывести уравнение I начала термодинамики для влажноадиабатического процесса. Построение кривой состояния.	6	4
6	Лабораторная работа №12. Влажноадиабатический градиент. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому движению.	6	4
7	Лабораторная работа №13. Принципы построения термодинамических графиков, их использование.	6	4
7	Лабораторная работа №14. Стратификация атмосферы, критерии оценки вертикальной термической устойчивости атмосферы.	6	4
	ВСЕГО	70	42

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

Электронный учебный курс «Физическая метеорология» в системе Moodle [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moodle.rshu.ru/>

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

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 в билете по темам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет с оценкой.

Форма проведения зачета с оценкой: устный ответ на два вопроса в билете.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Текущий контроль успеваемости	0-100
Промежуточная аттестация	0-20
ИТОГО	100

Таблица 7.1. Распределение баллов по текущему контролю успеваемости

№	Вид работ	Min	Max
1. Обязательная часть			
1.1.	Текущий контроль успеваемости по проверке сформированности остаточных знаний	2	4
1.1.1	Тест (Min – 30-49% правильных ответов, max -85-100% правильных ответов)	2	4
1.2	Выполнение лабораторных работ №1-14	18	36
1.2.1	Лабораторная работа № 1. Вывести уравнение статики.	1	2
1.2.2	Лабораторная работа № 2. Вывести уравнения для вертикального градиента давления и барической ступени.	1	2
1.2.3	Лабораторная работа № 3. Применение на практике барометрических формул для однородной, изотермической, политропной моделей атмосферы; формулы Лапласа (модель реальной атмосферы). Изменение плотности воздуха с высотой.	1	2
1.2.4	Лабораторная работа №4. Стандартная атмосфера. Горизонтальные неоднородности поля давления.	1	2
1.2.5	Лабораторная работа №5. Вывести уравнение I начала термодинамики для сухоадиабатического процесса (уравнение Пуассона). Применение на практике уравнения Пуассона.	1	2
1.2.6	Лабораторная работа №6. Изучить структуру аэрологической диаграммы.	1	2
1.2.7	Лабораторная работа №7. Вывести формулу сухоадиабатического градиента.	1	2
1.2.8	Лабораторная работа № 8. Вывести формулу для определения потенциальной температуры. Потенциальная температура.	1	2
1.2.9	Лабораторная работа №9. Ввести силу плавучести и ускорение силы плавучести. Критерии неустойчивости атмосферы.	1	2
1.2.10	Лабораторная работа № 10. Понятие конденсации. Методы определения уровня конденсации на аэрологической диаграмме.	1	2
1.2.11	Лабораторная работа №11. Вывести уравнение I начала термодинамики для влажноадиабатического процесса. Построение кривой состояния.	1	2
1.2.12	Лабораторная работа №12. Влажноадиабатический градиент. Стратификация атмосферы по отношению к влажноадиабатическому движению.	1	2
1.2.13	Лабораторная работа №13. Принципы построения термодинамических графиков, их использование.	1	2
1.2.14	Лабораторная работа №14. Стратификация атмосферы, критерии оценки вертикальной термической устойчивости атмосферы.	1	2
1.3	Решение квалификационных задач (д/з)	2	4
1.4	Посещаемость лабораторных занятий	1	2
1.5	Посещаемость лекций (наличие конспекта)	1	2
Итого баллов по обязательной части		20	40
2. Вариативная часть			
2.1.	Тренировочные задания		
2.1.1.	Письменный опрос по решению задач реконструктивного уровня (Ст)	5	15
2.1.2.	Письменный опрос по решению задач практико-ориентированного/исследовательского/творческого уровня (А/Д)	5	15
2.2.	Научный доклад на студенческой конференции «МФ» (не более двух)	10	20
2.5.	Публикация в индексируемом журнале		
2.5.1.	совместно с преподавателем	1	5
2.6.	Акселерационная программа/проект Росмолодёжи	1	5
	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 (отлично)	85-100
Зачтено (хорошо)	64-84
Зачтено (удовлетворительно)	40-63
Не зачтено (неудовлетворительно)	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 «Физическая метеорология».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Рыбакова, Ж. В. Основы физической метеорологии : учебное пособие / Ж. В. Рыбакова ; под редакцией В. Г. Блинкова. — Томск : Издательство Томского государственного университета, 2022. — 202 с.
2. Калинин, Н. А. Физическая метеорология : учебное пособие / Н. А. Калинин. — Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2023. — 257 с.
3. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: - (Высшее образование: Бакалавриат). <http://znanium.com/catalog.php>

Дополнительная литература

1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000.
2. Андреев А.О., М.В. Дукальская, Е.Г. Головина. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Учебное пособие. С.-Пб. РГГМУ, 2007
3. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.
4. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеиздат, 2010.
5. Курс метеорологии (физика атмосферы). / Кирюхин Б. В., Зверев А. С., Кондратьев К. Я., Селезнева Е. С., Тверской П. Н., Юдин М. И. Под ред. проф. П. Н. Тверского, Гидрометеиздат, 1951.
6. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г. Основы метеорологии.- СПб, изд. РГГМУ, 1978, 158с.
7. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.
8. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеиздат, 1981.
9. Атлас облаков. Под ред. А. Х. Хргиана, Н. И. Новожилова. - Л.: Гидрометеиздат, 1978.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. СДО MOODLE РГГМУ <http://moodle.rshu.ru/>
2. Электронный ресурс fzo.rshu.ru (онлайн-лекции), лекции по агрометеорологии, лектор Петрушенко В.Д.. <http://fzo.rshu.ru/content/vebinar/petrushenko>

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционная система: Astra linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://astralinux.ru/>
2. Операционная система: Alt linux [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.basealt.ru/alt-education/>
3. Браузер: Яндекс браузер [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://browser.yandex.ru/>
4. Файловый архиватор: 7-zip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.7-zip.org/>
5. Файловый менеджер: Far-manager [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://farmanager.com/>
6. Офисный пакет: OpenOffice [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.openoffice.org/ru/>

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Веб-портал в области свободного программного обеспечения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.opennet.ru/>
2. Веб-портал в области современных технологий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.computerra.ru/>
3. Информационный портал «Научная Россия» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/>
4. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. <http://elib.rshu.ru>
5. Электронно-библиотечная система Знаниум. <http://znanium.com>
6. Специализированный массив базы гидрометеорологических данных ВНИИГ-МИ-МЦД <http://meteo.ru/data>

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. База данных Web of Science
4. База данных Scopus
5. База данных НП «Международное Исследовательское Агентство «Евразийский Монитор» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eurasiamonitor.org/issliedovaniia>

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, набором демонстрационного оборудования и

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации — укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими 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.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

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.