

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 по дисциплине

ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Уровень:
Бакалавриат

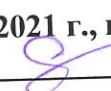
Форма обучения
Очная/Заочная

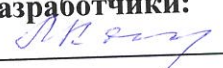
Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»

 Волобуев О.В.

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
« 19 » ноя 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры МКОА
« 12 » ноя 2021 г., протокол № 9
Зав. кафедрой  Сероухова О.С.

Авторы-разработчики:
 Кашлева Л.В.

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина " Физика атмосферы " является общепрофессиональной специальной физической дисциплиной изучаемой бакалаврами по направлению Прикладная гидрометеорология, направленность (профиль) – Прикладная метеорология. Целью освоения дисциплины «Физика атмосферы» является получение бакалаврами комплекса научных знаний, позволяющих им понимать существо явлений и процессов, происходящих в атмосфере, и влиянии на них различных факторов.

Основная задача дисциплины «Физика атмосферы» ознакомление студентов с основными положениями физики атмосферы, синоптической метеорологии и прогнозов погоды. При подготовке бакалавров направлению Прикладная гидрометеорология дисциплина "Физика атмосферы" является базовой для изучения в дальнейшем теоретической и экспериментальной физики атмосферы, синоптической метеорологии и Геоинформационные системы.

Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика атмосферы» для подготовки бакалавров по направлению 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, по профилю подготовки «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам, относится к дисциплинам базовой части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:

- «Физика», «Информатика», «Вычислительная математика», «Математика (теория вероятности и статистика)», «Геофизика», «Инженерная графика».

Параллельно с дисциплиной «Физика атмосферы» изучаются:

- «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Электротехника и электроника», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Механика жидкости и газа (гидродинамика)», «Дистанционное зондирование атмосферы», «Учебная практика по дисциплине «физика атмосферы».

Дисциплина «Физика атмосферы» является базовой для освоения дисциплин:

- «Экология», «Геоинформационные системы», «Методы статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений», «Безопасность жизнедеятельности при производстве гидрометеорологических работ», «Методы зондирования окружающей среды», «Синоптическая метеорология», «Космическая метеорология», «Авиационная метеорология», «Сетевые технологии обмена информацией», «Цифровые метеорологические измерительные системы», «Учебная практика по наблюдению за атмосферными процессами».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенции выпускников **ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-3.1.**

Таблица 1 - Профессиональные компетенции

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

ОПК – 2 Способен применять знания физико-динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую	ПК-2.1 Выявляет и анализирует факторы, приводящие к возникновению явлений и процессов, происходящих в природной среде и определяет механизмы их взаимодействия	Знать: изменение давления с высотой Преобразование различных видов энергии Условие возникновения баланса радиационных потоков в атмосфере Уметь: рассчитывать изменение давления с высотой; Рассчитывать высоту уровня конденсации и уровня конвекции; Владеть: навыками работы с Аэрологической диаграммой,
	ОПК-2.2 Дает качественную оценку механизмов взаимодействия явлений и (или) процессов природной среды	Знать: критерии устойчивости атмосферы составляющие радиационного баланса Уметь: оценивать прозрачность атмосферы и потоки радиации; Владеть: навыками построения кривой стратификации и кривой состояния;
ОПК-3 - Способен использовать базовые знания в области гидрометеорологии при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Выбирает методы решения профессиональной задачи, используя базовые знания в области гидрометеорологии	Знать: факторы, определяющие скорость изменения давления с высотой Оценка устойчивости атмосферы Термодинамические температуры Уметь: рассчитывать изменение давления с высотой в идеализированной и реальной атмосфере; Ускорение плавучести; Владеть: навыками расчета потоков радиации,

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

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

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	56	56
в том числе:		
лекции	28	16
Лабораторные занятия	28	16
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	88	128
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	экзамен	экзамен

4.1. Структура дисциплины

Таблица 3. - Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	лабораторные	СРС			
1	Давление в атмосфере	2	8	8	12	Решение задач Контр работа	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
2	Основы термодинамики атмосферы	2	10	10	38	Решение задач Контр работа	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
3	Лучистая энергия в атмосфере	2	8	8	30	Решение задач.	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
4	Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы Земля – атмосфера.	2	2	2	8	Решение задач. Контрольная работа	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
	ИТОГО		56	28	88			
С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу экзамена						144		

Таблица 4. - Структура дисциплины для заочной формы обучения

№ п/п	Разделы дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практич.	СРС			
1	Статика атмосферы	2	2	2	32	Решение задач Контр работа	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
2	Термодинамика атмосферы	2	6	6	40	Решение задач	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1

						Контр работа		ОПК-3.1
3	Лучистая энергия в атмосфере	2	6	6	36	Решение задач.	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
4	Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы Земля – атмосфера.	2	2	2	20	Решение задач. Контрольн работа	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.1 ОПК-3.1
	ИТОГО	2	16	16	128			
С учетом труда на экзамен					144			

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Статика атмосферы

Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики, его следствие. Барический градиент и барическая ступень. Барометрические формулы для однородной, изотермической, политропной и реальной моделей атмосфер. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера. Горизонтальные неоднородности поля давления. Состав атмосферно воздуха вблизи земной поверхности и в более высоких слоях атмосферы. Характеристики влажности.

2. Основы термодинамики атмосферы

Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы. Сухадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства.

Первое начало термодинамики при влажнодиабатическом процессе. Влажнодиабатический градиент, его зависимость от температуры и давления. Псевдодиабатические процессы. Эквивалентно-потенциальная и псевдопотенциальная температура, их свойства. Понятие о неадиабатических процессах.

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.

3. Лучистая энергия в атмосфере

Определение понятий и величин, характеризующих электромагнитное излучение. Понятия потока, интенсивности и инсоляции. Распределение энергии по спектру и интегральный поток солнечной радиации на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная.

Поглощение и рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Закон ослабления монохроматического и интегрального потоков радиации. Функции пропускания и поглощения. Спектральные и интегральные характеристики прозрачности атмосферы. Фактор мутности. Спектральный состав солнечной радиации у земной поверхности. Особенности радиационных процессов в загрязненной атмосфере.

Прямой, рассеянной и суммарной потоки солнечной радиации. Факторы, влияющие на них. Отражение и поглощение солнечной радиации земной поверхностью. Коэффициенты отражения (альбедо) и поглощения. Альбедо различных естественных поверхностей,

облаков и Земли как планеты. Суточный ход альбедо.

Длинноволновое излучение. Излучение земной поверхности и атмосферы. Распределение энергии по спектру. Радиационные свойства естественных поверхностей. Поглощение земного излучения в атмосфере. Уходящее и встречное излучение атмосферы. Эффективное излучение, факторы влияющие на него. .

4. Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы Земля – атмосфера.

Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы. Радиационный баланс Земли как планеты. Факторы, определяющие радиационный баланс, его суточный и годовой ход.

4.4. Содержание занятий лабораторного типа

Таблица 5. - Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Статика атмосферы	
	Контрольная работа	8
2	Основы термодинамики атмосферы	
	Контрольная работа	10
3	Лучистая энергия в атмосфере	6
4	Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы Земля – атмосфера.	
	Контрольная работа	4

Таблица 6. - Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Статика атмосферы	2
2	Основы термодинамики атмосферы	6
3	Лучистая энергия в атмосфере.	6
4	Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы Земля – атмосфера.	
	Контрольная работа	2

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

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Форма проведения экзамена – экзамен

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Физика атмосферы:

ОПК-2.1, ОПК 2.2, ОПК 3.1

1. Уравнение состояния сухого воздуха. 2 формы записи его.

2. Уравнение состояния водяного пара.

3. Уравнение состояния влажного воздуха. Виртуальная температура.

4. Силы, действующие в атмосфере. Силы, действующие в атмосфере в состоянии

равновесия.

5. Вывод основного уравнения статики.
6. Следствия из Основного уравнения статики -.
7. Вертикальный градиент давления. Физический смысл и формулы.
5. Барометрические формулы для однородной атм.
8. Барометрические формулы для изотермической атмосферы
9. Барометрические формулы для политропной атмосферы
10. Полная барометрическая формула.
11. Барометрическая формула реальной атмосферы.
12. Изменение плотности атмосферного воздуха с высотой в зависимости от вертикального градиента температуры.
13. Барическая ступень. Физический смысл и формулы.
14. Вертикальный масштаб атмосферы.
15. Суточный и годовой ход давления.
16. Распределение давления на уровне моря по поверхности Земли.
- Порядок проведения стандартных метеорологических наблюдений.
17. Первое начало термодинамики для сухого воздуха Уравнение Пуассона.
18. Сухоадиабатический вертикальный градиент температуры воздуха.
19. Ускорение конвекции.
5. Потенциальная температура. Методы ее определения.
20. Свойства потенциальной температуры.
21. Высота уровня конденсации. Ее определение
22. Изменение гигрометрических характеристик в адиабатическом поднимающемся воздухе с ненасыщенным паром.
23. Критерии устойчивости атмосферы при сухоадиабатическом процессе
24. Влажноадиабатические процессы. Первое начало термодинамики для воздуха, насыщенного водяным паром.
25. Влажноадиабатический вертикальный градиент температуры, его свойства.
26. Изменение гигрометрических характеристик при вертикальном перемещении воздуха с насыщенным паром.
27. Условия устойчивости атмосферы по отношению к вертикальным перемещениям воздуха.
28. Термодинамические температуры. Их физический смысл.
29. Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.
30. Солнце, солнечная активность
31. Законы излучения абсолютно черного тела.
32. Излучение Солнца и Земли, солнечная постоянная
33. Поглощение лучистой энергии в атмосфере
34. Молекулярное рассеяние солнечной радиации
35. Аэрозольное рассеяние солнечной радиации
36. Закон ослабления солнечной радиации
37. Характеристики прозрачности атмосферы.
38. Прямая, рассеянная и суммарная солнечная радиация.
39. Отраженная солнечная радиация. Альбедо.
40. Излучение Земли и атмосферы.
41. Эффективное излучение земной поверхности
42. Радиационный баланс коротковолновой радиации для деятельного слоя Земли.
43. Радиационный баланс длинноволновой радиации для деятельного слоя Земли.
44. Суммарный радиационный баланс деятельного слоя Земли.
45. Факторы, влияющие на величину радиационного баланса деятельного слоя земли.
46. Радиационный баланс атмосферы.

47. Радиационный баланс системы Земля – Атмосфера

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. - Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	7
лабораторные задания	9
Индивидуальные задания по темам	21
Контрольные работы	24
Промежуточная аттестация (экзамен)	39
ИТОГО	100

Таблица 8 - Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в конференции	5
ИТОГО	5

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 35 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9 - Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
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 «Физика атмосферы».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная 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, 1981.

5. <http://znanium.com/bookread2.php?book=424281>

б) дополнительная литература:

1. 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
2. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г. Основы метеорологии.- СПб, изд. РГГМУ, 1978,

158с.

3. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.

4. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеиздат, 1981.

5. 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/course/view.php?id=88>

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. windows 7 48130165 21.02.2011

2. office 2010 49671955 01.02.2012

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. <http://elib.rshu.ru>

2. Электронно-библиотечная система Знаниум. <http://znanium.com>

3. 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

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов лекционных, практических занятий и самостоятельной работы бакалавров.

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, презентационной переносной техникой.

Учебная аудитория для проведения ознакомительных занятий о проведении Метеорологических наблюдений – аудитория 105 (Учебная Метеостанция)

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, 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