

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

Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки / специальности

05.03.04 «Гидрометеорология»

Направленность (профиль): Метеорология

Уровень:

Бакалавриат

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ЦПОП


Абанников В.Н.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрено и утверждено на заседании ка-
федры

12 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Сероухова О.С.

Авторы-разработчики:

 Головина Е.Г.
 Мханна А.И.Н.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)» – получение студентами первичных научных знаний, позволяющих им понимать явления и процессы, происходящие в атмосфере, и влияния на них различных факторов.

Задачи:

- ознакомление студентов с основными положениями физики атмосферы, синоптической метеорологии и прогнозов погоды;
- изучение закономерностей, по которым процессы и явления происходят;
- организация системы наблюдений за атмосферными явлениями и процессами;
- прогнозирование наступления и развития атмосферных процессов и явлений;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)» для направления подготовки 05.03.04 – «Гидрометеорология», профиль «Метеорология» относится к дисциплинам вариативной части общепрофессионального цикла.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Физика», «Математика».

Параллельно с дисциплиной «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)» изучаются «Геофизика», «Инженерная графика», «Физика атмосферы», «Учебная практика по дисциплине «Физика атмосферы» и др.

Дисциплина «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)» является базой для изучения дисциплин «Физика атмосферы», «Безопасность жизнедеятельности при производстве гидрометеорологических работ», «Учебная практика по наблюдению за атмосферными процессами», «Синоптика», «Гидрометеорологические измерения», может быть использована при выполнении научно-исследовательской работы, в преддипломной практике, а также при написании выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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

Профессиональные компетенции

Таблица 1.

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2 Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности	ПК-2.1. Осуществляет анализ явлений и процессов, происходящих в природной среде, на основе данных наблюдений, экспериментальных и модельных данных	<i>Знать:</i> – строение, состав, свойства атмосферы; – распределение и изменение в атмосфере давления, температуры; – основы термодинамики атмосферы; – закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере; – условия образования и

		<p>классификацию туманов, облаков и осадков;</p> <ul style="list-style-type: none"> – основы динамики атмосферы; – Оптика в атмосфере. <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> –рассчитывать гидрометеорологические величины по результатам измерений на станции; – анализировать особенности вертикального распределения давления и температуры по данным радиозондирования атмосферы; – выполнять наблюдения, производить измерения и обработку основных гидрометеорологических величин (температура, атмосферное давление, скорость и направление ветра, характеристики влажности и т.д.); – анализировать метеорологические наблюдения с применением теоретических знаний, выполнять расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств. <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками расчета гидрометеорологических параметров атмосферы по данным радиозондирования; – навыками расчета высот изобарических поверхностей при использовании барометрических формул; – знаниями, достаточными для понимания природы
--	--	--

		основных физических процессов, протекающих в атмосфере, и ее тесном взаимодействии с земной поверхностью и околоземным космическим пространством.
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетные единицы, 288 часа.

Таблица 2.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения 2021 года набора
Общая трудоемкость дисциплины	288 часа
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	112
в том числе:	
лекции	56
лабораторные занятия	56
семинарские занятия	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	176
в том числе:	
курсовая работа	3
контрольная работа	-
Вид промежуточной аттестации	Экзамен

4.1. Структура дисциплины

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	Лабораторные занятия	СРС			

1	Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины.	2	2	2	12	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
2	Статика атмосферы. Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики	2	6	6	14	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
3	Основы термодинамики атмосферы	2	10	10	20	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
4	Закономерности распространения лучистой энергии в атмосфере	2	10	10	20	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
5	Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы.	3	8	8	44	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
6	Атмосферный аэрозоль	3	2	2	12	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
7	Фазовые переходы воды в атмосфере	3	4	4	12	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
8	Физические условия образования туманов, облаков и осадков	3	4	4	22	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1

9	Основы динамики атмосферы.	3	6	6	10	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
10	Основы оптики атмосферы	3	4	4	10	Вопросы на лекционных занятиях, лабораторные работы.	ПК-2	ПК-2.1
	Итого		56	56	176		ПК-2	ПК-2.1

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Строение, состав, свойства атмосферы

Предмет и метод метеорологии, ее место среди других наук и связь между ними. История атмосферы. Основные метеорологические величины и атмосферные явления. Состав атмосферы. Состав атмосферного воздуха. Постоянные и переменные составные части атмосферного воздуха. Изменение состава воздуха с высотой. Вертикальное строение атмосферы. Краткая характеристика тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы. Гомо- и гетеросфера. Озоносфера. Ионосфера. Понятие пограничного и приземного слоя атмосферы. Понятие о воздушных массах и фронтах. Уравнение состояния сухого и влажного воздуха. Виртуальная температура. Характеристики влажного воздуха и связь между ними.

4.2.2. Статика атмосферы

Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Уравнение статики, его следствие. Понятие локальной и полной производной метеорологических величин. Понятие градиента метеорологической величины. Барический градиент и барическая ступень. Барометрические формулы для однородной, изотермической, политропной и реальной моделей атмосферы. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера.

4.2.3. Основы термодинамики атмосферы

Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства. Первое начало термодинамики при влажноадиабатическом процессе. Влажноадиабатический градиент, его зависимость от температуры и давления. Псевдоадиабатические процессы. Эквивалентно-потенциальная и псевдопотенциальная температура, их свойства. Понятие о недиабетиче-

ских 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.

4.2.4. Закономерности распространения лучистой энергии 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. Распространение прямой, рассеянной и суммарной 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. Радиационный баланс земной поверхности. Радиационный баланс атмосферы. Радиационный баланс Земли как планеты. Факторы, определяющие радиационный баланс, его суточный и годовой ход. Широтное распределение радиационного баланса поверхности Земли, атмосферы и системы Земля - атмосфера. Уравнение теплового баланса земной поверхности. Факторы, влияющие на уравнение теплового баланса.

4.2.5. Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы.

Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Температура земной поверхности. Вертикальное распределение температуры почвы. Поток тепла в почве. Особенности распространения тепла в водоемах. Атмосфера – турбулентная среда. Динамические факторы возникновения атмосферной турбулентности. Основные характеристики турбулентности. Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы. Изменение скорости ветра с высотой. Суточный ход ветра. Потоки тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в турбу-

лентной атмосфере. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Методы его определения. Методы расчета турбулентного потока тепла. Суточный и годовой ход температуры. Изменение температуры воздуха с высотой. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Инверсии температуры. Высота и температура тропопаузы.

4.2.6. Атмосферный аэрозоль

Круговорот аэрозольных частиц в атмосфере. Облачные ядра конденсации.

4.2.7. Фазовые переходы воды в атмосфере.

Условия фазовых переходов вода в атмосфере. Диаграмма фазовых состояний воды в атмосфере. Испарение с земной поверхности и с поверхностей больших и малых водоемов. Равновесная относительная влажность. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Конденсация. Работа образования зародышевых капель. Роль ядер конденсации. Образование зародышевых капель. Факторы, влияющие на их рост. Переохлаждение капель. Образование ледяных кристаллов в атмосфере.

4.2.8. Физические условия образования туманов, облаков и осадков.

Туманы. Физико-метеорологические условия образования туманов. Их классификация. Основные характеристики туманов. Модели образования и строения туманов. Прогноз радиационных туманов. Облака. Физико-метеорологические условия образования облаков. Роль вертикальных движений различного масштаба, турбулентного перемешивания и радиационного выхолаживания в образовании облаков. Международная морфологическая классификация облаков. Генетическая классификация облаков. Физические характеристики облаков: водность, размер капель; капельные, кристаллические и смешанные облака; нижняя и верхняя границы облаков, их изменчивость во времени и пространстве. Осадки. Классификация осадков. Процессы укрупнения капель и кристаллов в облаках. Скорость роста и испарения капель. Коэффициент соударения (захвата). Роль твердой фазы в образовании осадков. Осадки из капельных, кристаллических и смешанных облаков. Особенности образования града. Наземная конденсация и осадки.

4.2.9. Основы динамики атмосферы.

Силы, действующие в атмосфере. Уравнение движения атмосферы. Установившееся движение воздуха без учета сил трения. Градиентный ветер. Геострофического ветер. Изме-

нение геострофического ветра с высотой. Спираль Экмана. Градиентный ветер в циклоне и антициклоне с учетом и без учета силы трения.

4.2.10. Основы оптики атмосферы.

Оптические величины. Оптические явления, связанные с рассеянием света в атмосфере. Метеорологическая дальность видимости. Видимость в облаках, туманах, осадках.

Причины рефракции света в атмосфере. Астрономическая и земная рефракции. Явления, обусловленные рефракцией света.

Гало, венцы, радуга и другие оптические явления.

4.3. Содержание занятий семинарского типа

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

Таблица 4.

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов
1	Расчет метеорологических величин и плотности воздуха	2
2	Методы стандартных метеорологических наблюдений.	2
3	Барометрические формулы для различных моделей атмосферы. Приведение атмосферного давления к уровню моря.	2
4	Первое начало термодинамики для атмосферы. Сухоадиабатический градиент.	2
5	Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.	2
6	Первое начало термодинамики для воздуха, насыщенного водяным паром. Влажноадиабатический градиент.	2
7	Уровень конденсации. Ускорение конвекции. Уровень конвекции.	2
8	Термодинамические температуры	2
9	Изменение характеристик влажности и термодинамических температур в адиабатически поднимающемся воздухе.	2
10	Оценка стратификации атмосферы. Факторы, влияющие на устойчивость атмосферы. Энергия неустойчивости.	2
11	Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Солярный кли-	2

	мат.	
12	Ослабление интегрального и спектрального потока солнечной радиации. Характеристики прозрачности атмосферы.	2
13	Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптические явления, связанные с рассеянием светового потока.	2
14	Расчет энергетической светимости земной поверхности. Излучение атмосферы	2
15	Спектр излучения Земли и атмосферы	2
16	Радиационный баланс деятельного слоя Земли, атмосферы и системы Земля-атмосфера	2
17	Тепловой баланс деятельного слоя Земли	2
18	Факторы, влияющие на фазовые переходы воды в атмосфере	2
19	Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши	2
20	Рост зародышевых капель в атмосфере.	2
21	Условия образования тумана. Микрофизические характеристики тумана. Видимость в тумане.	2
22	Условия образования облачности. Микрофизические характеристики облаков.	2
23	Рост капель и ледяных частиц в облаках и туманах. Осадки.	2
24	Силы, действующие в атмосфере	2
25	Расчет скорости геострофического ветра	2
26	Движение в циклоне и антициклоне	2
27	Расчет продолжительность дня	2
28	Расчет где на небосводе появится радуга	2

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).

Вопросы на лекции. Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующей лекции и на практических занятиях.

Решение задач по разделам. Студентам предлагаются задачи из задачника [3] для домашнего решения и последующей проверки.

Беседа со студентами (коллоквиум) после изучения каждой темы раздела.

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:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 23

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Форма проведения экзамена: устно по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-2.1:

Перечень вопросов к экзамену после второго семестра по дисциплине «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)»

- 1.Строение и состав атмосферы.
- 2.Озоносфера. Роль ее в физических процессах в атмосфере.
- 3.Основные характеристики состояния атмосферы.
- 4.Поля метеорологических величин. Градиенты метеорологических величин (МВ). Сравнение вертикальных и горизонтальных градиентов МВ.
- 5.Уравнение состояния сухого воздуха.
- 6.Уравнение состояния влажного воздуха, Виртуальная температура.
- 7.Расскажите про основные характеристики влажности, напишите формулы, их выражающие.
- 8.Уравнение статики атмосферы. Вертикальный барических градиент, зависимость его от МВ.
- 9.Как изменяется давление воздуха с высотой.
- 10.Барическая ступень - физический смысл, зависимость от метеорологических величин.
- 11.Барометрические формулы для различных моделей атмосферы (однородная, изотермическая, политропная, реальная).
- 12.Вертикальный градиент температуры в однородной атмосфере.
- 13.Для чего приводят давление к уровню моря.
- 14.Почему барометры наполняются обычно ртутью, а не другой жидкостью.
- 15.Как меняется состав воздуха с высотой.
- 16.Что такое виртуальная температура и как ее используют.
- 17.Какие задачи решаются при помощи барометрической формулы.
- 18.Порядок проведения стандартных метеорологических наблюдений.
- 19.Первое начало термодинамики для сухого воздуха, (уравнение, физический смысл).
20. I начало термодинамики для адиабатического процесса.
- 21.Сухоадиабатический градиент температуры воздуха.
22. Потенциальная температура.
23. Методы определения потенциальной температуры.
24. Основные свойства потенциальной температуры.
25. Аэрологическая диаграмма. Основы построения.
26. Кривая стратификация и кривая состояния на АД.

27. Конвекция. Метод расчета ускорения конвекции.
28. Уровень конденсации, Уровень выравнивания температур.
29. I нач. термодинамики для воздуха с насыщенным паром.
30. Влажноадиабатический градиент температуры.
31. Термодинамические температуры.
32. Стратификация атмосферы. Методы определения степени устойчивости атмосферы. (по АД, по изменению термодинамических температур воздуха с высотой, по ускорению конвекции).
33. Энергия неустойчивости.
34. Что такое кривая стратификации.
35. Что такое воздушная масса и атмосферный фронт.
36. Опишите распределение температуры с высотой, какова роль конвекции, каковы условия неустойчивой, устойчивой и безразличной стратификации в сухой, влажной и влажно насыщенном атмосфере.

Солнце, солнечная активность

37. Законы излучения абсолютно черного тела.
38. Что понимается под солнечной постоянной?
39. Что называется, прямой солнечной радиацией?
40. Как поглощается солнечная радиация в атмосфере?
41. Расскажите о суммарной радиации.
42. Излучение Солнца и Земли, чем отличаются спектры распределения интенсивности излучения по длинам волн.
43. Поглощение лучистой энергии в атмосфере
44. Что такое «парниковый» эффект?
45. Молекулярное рассеяние солнечной радиации
46. Аэрозольное рассеяние солнечной радиации
47. Закон ослабления солнечной радиации
48. Характеристики прозрачности атмосферы.
49. Прямая, рассеянная и суммарная солнечная радиация.
50. Отраженная солнечная радиация. Альбедо.
51. Теоретические, возможные и действительные суточные суммы потоков солнечной радиации.
52. Излучение Земли и атмосферы.
53. Эффективное излучение земной поверхности
54. Радиационный баланс коротковолновой радиации для деятельного слоя Земли.
55. Радиационный баланс длинноволновой радиации для деятельного слоя Земли.
56. Суммарный радиационный баланс деятельного слоя Земли.
57. Факторы, влияющие на величину радиационного баланса деятельного слоя земли.
58. Радиационный баланс атмосферы.
59. Радиационный баланс системы Земля – Атмосфера
60. Тепловой баланс деятельного слоя Земли

Перечень вопросов к экзамену после третьего семестра по дисциплине «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)»

1. Поля метеорологических величин. Градиенты метеорологических величин (МВ).
2. Сравнение вертикальных и горизонтальных градиентов МВ.
3. Основные характеристики состояния атмосферы
4. Уравнение состояния сухого воздуха,
5. Уравнение состояния влажного воздуха, Виртуальная температура.

6. Характеристики влажности воздуха,
7. Уравнение статики атмосферы. Вертикальный барических градиент, зависимость его от МВ.
8. Барическая ступень - физический смысл, зависимость от МВ,
9. Барометрические формулы для различных моделей атмосферы (однородная, изотермическая, политропная, реальная),
10. Вертикальный градиент температуры в однородной атмосфере,
11. Практическое использование барометрических формул.
12. Порядок проведения стандартных метеорологических наблюдений.
13. Первое начало термодинамики для сухого воздуха Уравнение Пуассона.
14. Сухоадиабатический вертикальный градиент температуры воздуха.
15. Ускорение конвекции.
16. Потенциальная температура. Методы ее определения.
17. Свойства потенциальной температуры.
18. Высота уровня конденсации. Ее определение
19. Изменение гигрометрических характеристик в адиабатическом поднимающемся воздухе с ненасыщенным водяным паром.
20. Критерии устойчивости атмосферы при сухоадиабатическом процессе
21. Влажноадиабатические процессы. Первое начало термодинамики для воздуха, насыщенного водяным паром.
22. Влажноадиабатический вертикальный градиент температуры, его свойства.
23. Изменение гигрометрических характеристик при вертикальном перемещении воздуха с насыщенным паром.
24. Условия устойчивости атмосферы по отношению к вертикальным перемещениям воздуха.
25. Термодинамические температуры. Их физический смысл.
26. Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.
27. Солнце, солнечная активность
28. Законы излучения абсолютно черного тела.
29. Что понимается под солнечной постоянной?
30. Что называется, прямой солнечной радиацией?
31. Как поглощается солнечная радиации в атмосфере?
32. Расскажите о суммарной радиации.
33. Излучение Солнца и Земли, чем отличаются спектры распределения интенсивности излучения по длинам волн.
34. Поглощение лучистой энергии в атмосфере
35. Что такое «парниковый» эффект?
36. Молекулярное рассеяние солнечной радиации
37. Аэрозольное рассеяние солнечной радиации
38. Закон ослабления солнечной радиации
39. Характеристики прозрачности атмосферы.
40. Прямая, рассеянная и суммарная солнечная радиация.
41. Отраженная солнечная радиация. Альбедо.
42. Теоретические, возможные и действительные суточные суммы потоков солнечной радиации.
43. Излучение Земли и атмосферы.
44. Эффективное излучение земной поверхности
45. Радиационный баланс коротковолновой радиации для деятельного слоя Земли.
46. Радиационный баланс длинноволновой радиации для деятельного слоя Земли.
47. Суммарный радиационный баланс деятельного слоя Земли.
48. Факторы, влияющие на величину радиационного баланса деятельного слоя земли.
49. Радиационный баланс атмосферы.

50. Радиационный баланс системы Земля – Атмосфера
51. Тепловой баланс деятельного слоя Земли
52. Что такое влагооборот, перечислите основные процессы, составляющие влагооборот?
53. Суточный и годовой ход характеристик влажности.
54. Изменение содержания водяного пара с высотой.
55. Потоки тепла в атмосфере. Методы расчета турбулентного потока тепла в атмосфере. Суточный и головой ход температуры.
56. Изменение температуры воздуха с высотой в приземном слое. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Инверсии температуры.
57. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Динамический и термический факторы возникновения атмосферной турбулентности. Методы определения коэффициента турбулентности.
58. Фазовые переходы воды в атмосфере. Диаграмма фазового состояния воды в атмосфере, её анализ.
59. Метеорологическая дальность видимости. Дальность видимости естественных и искусственных объектов. Видимость в облаках, туманах и осадках. Факторы, влияющие на неё.
60. Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы. Изменение скорости ветра с высотой. Суточный ход ветра. Местные ветры.
61. Испарение с поверхности больших и малых водоёмов. Испарение с поверхности суши. Методы их определения.
62. Радиационные туманы. Прогноз радиационных туманов.
63. Понятие о воздушных массах и фронтах. Дивергенция и конвергенция в циклонах и антициклонах
64. Уравнение переноса водяного пара в турбулентной атмосфере. Распределение характеристик влажности в тропосфере. Испарение и методы его расчета. Равновесная относительная влажность.
65. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона и его следствия (зависимость давления насыщения водяного пара от температуры при постоянном значении удельной теплоты парообразования).
66. Физико-метеорологические условия образования туманов. Их классификация. Физические характеристики туманов.
67. Роль ядер конденсации в атмосфере. Образование зародышевых капель. Влияние кривизны поверхности капель на испарение. Закон Рауля. Влияние зарядов на поверхности капли на испарение. Основные условия необходимые для роста капель в атмосфере.
68. Морфологическая и генетическая классификация облачности. Физико-метеорологические условия образования облаков. Физические характеристики облаков.
69. Процессы укрупнения капель в облаках. Конденсационный и коагуляционный механизмы роста капель
70. Динамический и термический факторы возникновения атмосферной турбулентности. Связь турбулентного потока с градиентом.
71. Физико-метеорологические условия образования осадков. Их классификация. Физические характеристики осадков.
72. Расчет турбулентных потоков тепла и водяного пара по градиентным измерениям.
73. Силы, действующие в атмосфере. Геострофический ветер. Основные силы, действующие в атмосфере. Градиентный ветер в циклоне и антициклоне.
74. Понятие о приземном и пограничном слоях атмосферы. Изменение скорости ветра с высотой.
75. Уравнение притока тепла в атмосфере. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.

76. Оптические явления, связанные с рассеянием света.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Распределение баллов по видам учебной работы

Таблица 5.

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	7
Расчет метеорологических величин и плотности воздуха	2
Методы стандартных метеорологических наблюдений.	2
Барометрические формулы для различных моделей атмосферы. Приведение атмосферного давления к уровню моря.	3
Первое начало термодинамики для атмосферы. Сухоадиабатический градиент.	2
Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.	3
Первое начало термодинамики для воздуха, насыщенного водяным паром. Влажноадиабатический градиент.	2
Уровень конденсации. Ускорение конвекции. Уровень конвекции.	3
Термодинамические температуры	3
Изменение характеристик влажности и термодинамических температур в адиабатически поднимающемся воздухе.	2
Оценка стратификации атмосферы. Факторы, влияющие на устойчивость атмосферы. Энергия неустойчивости.	2
Солнечная радиация на верхней границе атмосферы. Солнечная постоянная. Солярный климат.	2
Ослабление интегрального и спектрального потока солнечной радиации. Характеристики прозрачности атмосферы.	2
Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Оптические явления, связанные с рассеянием светового потока.	3
Расчет энергетической светимости земной поверхности. Излучение атмосферы	2
Спектр излучения Земли и атмосферы	2
Радиационный баланс деятельного слоя Земли, атмосферы и системы Земля-атмосфера	3
Тепловой баланс деятельного слоя Земли	2
Факторы, влияющие на фазовые переходы воды в атмосфере	2
Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши	2
Рост зародышевых капель в атмосфере.	4
Условия образования тумана. Микрофизические характеристики тумана. Видимость в тумане.	2
Условия образования облачности. Микрофизические характеристики облаков.	2
Рост капель и ледяных частиц в облаках и туманах. Осадки.	2
Силы, действующие в атмосфере	2
Расчет скорости геострофического ветра	4
Движение в циклоне и антициклоне	4
Расчет продолжительность дня	3

Расчет где на небосводе появится радуга	3
Промежуточная аттестация	23
ИТОГО	100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Таблица 6.

Оценка	Баллы
Отлично	80-100
Хорошо	65-79
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

1. Термодинамические процессы в атмосфере.
2. Преобразования солнечной радиации в атмосфере и на земной поверхности.
3. Молекулярное рассеяние солнечной радиации. Оптические явления, связанные с рассеянием света в атмосфере.
4. Физика поглощения электромагнитного излучения в атмосфере.
5. Ослабление солнечной радиации в атмосфере.
6. Распределение радиационного баланса по земной поверхности.
7. Осадки из водяных, ледяных и смешанных облаков.
8. Условия образования града, крупы, снежных зерен
9. Испарение и факторы его определяющие.
10. Методы расчета испарения с различных подстилающих поверхностей.
11. Метеорологические аспекты круговорота воды в атмосфере
12. Физические процессы образования и классификация туманов.
13. Физические процессы образования и классификация облаков
14. Факторы, влияющие на величину давления насыщенного пара над поверхностью.
15. Водяной пар в воздухе и характеристики влажности воздуха.
16. Особенности режима влажности атмосферы высоких широт.
17. Образование и эволюция водяной капли в атмосфере.

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 «Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

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. Толмачева, Н.И. Физическая метеорология. Учебное пособие; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012.– 324 с.
4. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
5. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеиздат, 1981. с.
6. <http://znanium.com/bookread2.php?book=424281>

Дополнительная литература

1. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1984.
2. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеиздат, 1981.
3. Атлас облаков. Под ред. А. Х. Хргиана, Н. И. Новожилова. – Л.: Гидрометеиздат, 1978.
4. Кирюхин Б. В., Зверев А. С., Кондратьев К. Я., Селезнева Е. С., Тверской П. Н., Юдин М. И. Курс метеорологии (физика атмосферы). Под ред. проф. П. Н. Тверского, Гидрометеиздат, 1951.
5. Тверской П. Н. Курс метеорологии (физика атмосферы), Гидрометеиздат, 1963.
6. Зверев А. С. Туманы и их предсказание, Гидрометеиздат, 1954.
7. Гаврилов В.А. Видимость в атмосфере. - Л.: Гидрометеиздат, 1966. - 324 с

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. <http://elib.rshu.ru/> - Электронно-библиотечная система **ГидроМетеОнлайн** (учебники, учебные пособия, монографии, статьи по гидрометеорологии)
2. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека **eLIBRARY.RU**
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - электронная библиотека РФФИ
4. <http://www.springer.com/> - научное издательство **Springer** (материалы по геофизическим, экологическим географическим направлениям научных исследований, по общественным, социальным, гуманитарным наукам и информационным технологиям)
5. Анализ данных температурно-ветрового зондирования <http://www.flymeteo.org>
6. Анализ критериев неустойчивости атмосферы <http://www.weather.uwyo.edu>
7. Анализ спутниковых данных <http://eumetrain.org/>

8.3. Перечень информационных справочных систем

1. [ГидроМетеОнлайн](#);

8.5. Перечень профессиональных баз данных

Профессиональные базы данных не используются

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспеченностью доступа к архиву метеорологических карт и наблюдений

1. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
2. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
3. **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.

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИ-
ВЕРСИТЕТ**

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Метеорология (Физика атмосферы, океана и вод суши)

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.04 «Гидрометеорология»

Профиль:
Метеорология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

Рассмотрено и утверждено на заседании ка-
федры

12 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой _____ Сероухова О.С.

Авторы-разработчики:

_____ Головина Е.Г.
_____ Мханна А.И.Н.

Санкт-Петербург 2021

1. Планирование и организация времени, необходимого для изучения дисциплины

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Структура и содержание дисциплины». Здесь указаны все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах, рекомендуемая литература и электронные образовательные ресурсы. Работая с РПД, необходимо обратить внимание на следующее: - только основные разделы дисциплины разбираются на лекциях, однако часы отводятся также на самостоятельное изучение по рекомендуемой учебной литературе и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул и др., входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины необходимо самостоятельно контролировать по вопросам для самоконтроля в учебных изданиях;

- материалы тем, отведенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входят составной частью в темы текущего и промежуточного контроля;

- на каждое практическое занятие отводится от 4 до 6 часов самостоятельной работы для выполнения домашнего задания, полученного в аудитории;

2. Рекомендации по контактной работе

Лекции имеют целью дать систематизированные основы научных знаний. При изучении и проработке теоретического материала для студентов очной формы обучения необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД ОФО литературные источники и ЭОР

- ответить на контрольные вопросы, по теме представленные в Конспекте лекций

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на практических занятиях, к зачету. Она включает проработку лекционного материала – изучение рекомендованных источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект должен быть выполнен в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки. Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны быть выполнены также аккуратно, содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом. В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);

- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);

- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы); - создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

3. Рекомендации по самостоятельной работе

Самостоятельная работа (СР) как вид деятельности студента многогранна. В качестве форм СР при изучении дисциплины «Основы научных исследований» предлагаются: - работа с научной и учебной литературой; - подготовка доклада к практическому занятию; - более глубокое изучение с вопросами, изучаемыми на практических занятиях; - подготовка к тестированию и зачету; Задачи самостоятельной работы: - обретение навыков самостоятельной научно-исследовательской работы на основании анализа текстов литературных источников и

применения различных методов исследования; - выработка умения самостоятельно и критически подходить к изучаемому материалу. Технология СР должна обеспечивать овладение знаниями, закрепление и систематизацию знаний, формирование умений и навыков. Апробированная технология характеризуется алгоритмом, который включает следующие логически связанные действия студента: - чтение текста (учебника, пособия, конспекта лекций); - конспектирование текста; - решение задач и упражнений; - подготовка к деловым играм; - ответы на контрольные вопросы; - составление планов и тезисов ответа.

4. Работа с литературой

№	Раздел / тема дисциплины	Основная литература	Дополнительна литература
1	Строение, состав, свойства атмосферы. Метеорологические величины	1. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеоздат, 2000. 2. Андреев А.О., М.В. Дукальская, Е.Г. Головина. Облака: происхождение, классификация, распознавание. Учебное пособие. С.-Пб. РГГМУ, 2007	1. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. □ Л.: Гидрометеоздат, 1984. 2. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеоздат, 1981. 3. Атлас облаков. Под ред. А. Х. Хргиана, Н. И. Новожилова. □ Л.: Гидрометеоздат, 1978.
2	Статика атмосферы. Модели атмосферы, барометрические формулы. Выводы из уравнения статики	3. Толмачева, Н.И. Физическая метеорология. Учебное пособие; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012.– 324 с. 4. Бройдо А. Г. и др. Задачник по общей метеорологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1984.	4. Кирюхин Б. В., Зверев А. С., Кондратьев К. Я., Селезнева Е. С., Тверской П. Н., Юдин М. И. Курс метеорологии (физика атмосферы). Под ред. проф. П. Н. Тверского, Гидрометеоздат, 1951. 5. Тверской П. Н. Курс метеорологии (физика атмосферы), Гидрометеоздат, 1963.
3	Основы термодинамики атмосферы	5. Психометрические таблицы. – Л.; Гидрометеоздат, 1981. с. 6.	6. Зверев А. С. Туманы и их предсказание, Гидрометеоздат, 1954.
4	Лучистая энергия в атмосфере	http://znanium.com/bookread2.php?book=424281	7. Гаврилов В.А. Видимость в атмосфере. - Л.: Гидрометеоздат, 1966. - 324 с
5	Тепловой режим деятельного слоя Земли и атмосферы		
6	Атмосферный аэрозоль		
7	Фазовые переходы воды в атмосфере		
8	Физическ		

	ие условия образования туманов, облаков и осадков		
9	Основы динамики атмосферы		
10	Основы оптики атмо- сферы		