




МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра метеорологии и физики околоземного космического пространства

УТВЕРЖДАЮ
декан географического факультета,
доц. Воложина С. Ж.

«18» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Наименование дисциплины (модуля) **Б1.О.26 Физическая метеорология**

Направление подготовки **05.03.04 Гидрометеорология**

Направленность (профиль) подготовки **Информационные технологии в метеорологии**

Квалификация выпускника - **бакалавр**

Форма обучения **заочная** (программа реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий частично)

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол №6 от «18» июня 2021 г.

Председатель  С.Ж. Воложина

Рекомендовано кафедрой метеорологии и физики околоземного космического пространства

Протокол №7 от «15» июня 2021 г.

Зав.кафедрой  Латышева И.В.

Иркутск 2021 г.

Содержание

	стр.
I. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП.	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)	4
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	4 9
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	18 20
4.3 Содержание учебного материала	
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	22 27
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	27
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	
а) перечень литературы	
б) периодические издания	
в) список авторских методических разработок	
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	29
6.1. Учебно-лабораторное оборудование:	
6.2. Программное обеспечение:	
6.3. Технические и электронные средства обучения:	
VII. Образовательные технологии	29
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	32

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Цель: формирование у студентов знаний, позволяющих им понимать процессы, происходящие в атмосфере, о структуре атмосферы, о взаимодействии атмосферы с поверхностью суши и водоемов.

Задачи:

1. Сформировать представления о целях, задачах, возможностях и проблемах современной метеорологии, о метеорологических величинах.
2. Сформировать систему знаний в области понимания физических процессов, происходящих в атмосфере.
3. Развить у студентов навыки анализа условий формирования погоды, эффективного использования метеорологической информации для решения задач профессиональной деятельности.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.О.26 Физическая метеорология относится к обязательной части образовательной программы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Б1.О.17 Общая метеорология, Б1.О.19 Актинометрия, Б1.О.15 Физика, Б1.О.16.01 Аналитическая геометрия и высшая алгебра. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Б1.В.01 Климатология, Б1.В.02 Динамическая метеорология, Б1.В.ДВ.02.02 Гидрометеорология опасных явлений

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 05.03.04 Гидрометеорология:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
<i>ОПК-1</i> Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности	<i>ИДК Б-ОПК-1.2</i> Применяет базовые знания физических законов и анализа физических явлений при решении задач профессиональной деятельности	Знать: строение атмосферы; основы термодинамики атмосферы; тепловой и водный режим атмосферы; структуру и основные закономерности теплового баланса подстилающей поверхности, деятельного слоя суши и океана; турбулентность и особенности приповерхностного энергообмена для объяснения структуры и характеристик пограничного слоя атмосферы. Уметь: применять законы термодинамики к атмосферным процессам; определять влияние воды на термодинамические процессы и объяснять процессы, приводящие к образованию капель воды, облаков, осадков. Владеть: методами первичной



обработки данных метеорологических; навыками самостоятельной работы с современной научной литературой по проблемам метеорологии.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов, в том числе 0,14 зачетных единиц, 5 часов на экзамен.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Курс	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися		Консультация		
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1. <i>Введение</i> . Предмет и методы физической метеорологии. Ее связь с другими науками естественного цикла. Основные этапы становления и развития физической метеорологии	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
2	1. <i>Введение</i> . Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен

3	2. <i>Состав и строение атмосферы.</i> Состав атмосферного воздуха с нижних слоев атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	3	11		1			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
4	2. <i>Состав и строение атмосферы.</i> Атмосферный озон, его вертикальное распределение. Пространственно-временное распределение поля общего содержания озона. Долгопериодная изменчивость озоносферы.	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
5	3. <i>Солнечная радиация.</i> Солнце как источник энергии. Солнечная активность и влияние ее колебаний на метеорологические процессы различного временного масштаба. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная и ее вариации. Основные законы теплового излучения.	3	11		1			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
6	3. <i>Солнечная радиация.</i> Ослабление солнечной радиации в атмосфере. Общие принципы процесса ослабления монохроматического потока излучения. Поглощение радиации в атмосфере; спектр и полосы поглощения. Рассеяние радиации в атмосфере; молекулярное рассеяние (теория Рэлея), индикатрисса рассеяния, эффект Форбса; рассеяние на аэрозолях, выводы теории Ми. Прозрачность атмосферы и ее характеристики. Спектральный и интегральный коэффициенты прозрачности. Фактор мутности.	3	12,5		0,5	2		10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
7	3. <i>Солнечная радиация.</i> Потoki лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.	3	10,5		0,5			10	Отчет о выполнении практической работы, выполнение самостоятельной работы / экзамен
8	3. <i>Солнечная радиация.</i> Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
9	4. <i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	3	11		1			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
10	4. <i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Поток тепла в почве. Суточный и годовой ход темпе-	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экза-

	ратуры почвы. Влияние растительного покрова и других факторов на тепловой режим почвы. Снежный покров и его значение в тепловом режиме почвы. Вечная мерзлота. Заморозки. Особенности распространения тепла в водоемах.								мен
11	5. <i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	3	11		1			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
12	5. <i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей.	3	14			4		10	Отчет о выполнении практической работы, выполнение самостоятельной работы / экзамен
13	5. <i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приземном слое атмосферы.	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
14	5. <i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Конвективный, турбулентный потоки тепла в атмосфере. Потоки, обусловленные адиабатическими изменениями давления и фазовыми переходами. Уравнение притока тепла в атмосфере. Параметр шероховатости. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы.	3	11		1			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
15	6. <i>Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы.</i> Распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Периодические изменения температуры воздуха в тропосфере и стратосфере. Высота и температура тропопаузы. Тепловой режим свободной атмосферы. Стратосферные потепления.	3	10,5		0,5			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
16	6. <i>Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы.</i> Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.	3	10,5		0,5			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
17	7. <i>Водный режим атмосферы.</i> Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых пере-	3	13		1	2		10	Отчет о выполнении практической работы,

	ходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термодинамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.								выполнение самостоятельной работы / экзамен
18	7. <i>Водный режим атмосферы.</i> Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой ход влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.	3	12,5		0,5	2		10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
19	7. <i>Водный режим атмосферы.</i> Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.	3	10,5		0,5			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
20	8. <i>Туманы, облака, осадки.</i> Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктура туманов и облаков.	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
21	8. <i>Туманы, облака, осадки.</i> Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.	3	10,5		0,5			10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
22	8. <i>Туманы, облака, осадки.</i> Происхождение атмосферных осадков. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков. Роль твердой фазы в образовании осадков. Распределение количества осадков по Земному шару, годовой ход осадков. Влагооборот. Физические основы воздействия на облака и туманы.	3	17,5		0,5			17	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
23	9. <i>Атмосферное электричество.</i> Ионизация атмосферы. Ионосфера и ее роль в распространении электромагнитных волн. Электрическое поле атмосферы. Напряженность электрического поля, ее связь с другими элементами атмосферного электричества и метеорологическими величинами. Электрические токи в	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен

	атмосфере. Гипотезы о происхождении атмосферного электричества.								
24	<i>9. Атмосферное электричество.</i> Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Гигиенические разряды. Атмосферика. Способы грозозащиты.	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
25	<i>10. Международное сотрудничество в изучении атмосферы.</i> Международные системы наблюдений за состоянием атмосферы. Глобальная система наблюдений ВМО. Глобальные системы наблюдений за климатом, химическим составом атмосферой, за планетой Земля. Международные центры обработки и архивации данных о погоде и климате.	3	10					10	Выполнение самостоятельной работы / экзамен
	Контроль самостоятельной работы	3	2						
	Промежуточная аттестация	3	5						экзамен
	Итого часов		288		10	10		257	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Введение.</i> Предмет и методы физической метеорологии. Ее связь с другими науками естественного цикла. Основные этапы становления и развития физической метеорологии	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Введение.</i> Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Состав и строение атмосферы.</i> Состав атмосферного воздуха с нижних слоев атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Состав и строение атмосферы.</i> Атмосферный озон, его вертикальное распределение. Пространственно-временное распределение поля общего содержания озона. Долгопериодная изменчивость озоносферы.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Солнечная радиация.</i> Солнце как источник энергии. Солнечная активность и влияние ее колебаний на метеорологические процессы различного временного масштаба. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная и ее вариации. Основные законы теплового излучения.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Солнечная радиация.</i> Ослабление солнечной радиации в атмосфере. Общие принципы процесса ослабления монохроматического потока излучения. Поглощение радиации в атмосфере; спектр и полосы поглощения. Рассеяние радиации в атмосфере; молекулярное рассеяние (теория Рэлея), индикатрисса рассеяния, эффект Форбса; рассеяние на аэрозолях, выводы теории Ми. Прозрачность атмосферы и ее характеристики. Спектральный и интегральный коэффициенты прозрачности. Фактор мутности.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Солнечная радиация.</i> Потоки лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Солнечная радиация.</i> Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Поток тепла в почве. Суточный и годовой ход температуры почвы. Влияние растительного покрова и других факторов на тепловой режим почвы. Снежный покров и его значение в тепловом режиме почвы. Вечная мерзлота. Заморозки. Особенности распространения тепла в водоемах.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приземном слое атмосферы.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.6), основная и дополнительная литература
3	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Конвективный, турбулентный потоки тепла в атмосфере. Потоки, обусловленные адиабатическими изменениями давления и фазовыми переходами. Уравнение притока тепла в атмосфере. Параметр шероховатости. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.6), основная и дополнительная литература
3	<i>Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы.</i> Распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Периодические изменения температуры воздуха в тропосфере и стратосфере. Высота и температура тропопаузы. Тепловой режим свободной атмосферы. Стратосферные потепления.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.6), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.</i>	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Водный режим атмосферы. Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термодинамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.</i>	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Водный режим атмосферы. Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой год влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.</i>	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Водный режим атмосферы.</i> Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Туманы, облака, осадки.</i> Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктура туманов и облаков.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Туманы, облака, осадки.</i> Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Туманы, облака, осадки.</i> Происхождение атмосферных осадков. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков. Роль твердой фазы в образовании осадков. Распределение количества осадков по Земному шару, годовой ход осадков. Влагооборот. Физические основы воздействия на облака и туманы.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Атмосферное электричество.</i> Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферики. Способы грозозащиты	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
3	<i>Атмосферное электричество.</i> Ионизация атмосферы. Ионосфера и ее роль в распространении электромагнитных волн. Электрическое поле атмосферы. Напряженность электрического поля, ее связь с другими элементами атмосферного электричества и метеорологическими величинами. Электрические токи в атмосфере. Гипотезы о происхождении атмосферного электричества.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	10	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература

Курс	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	<i>Международное сотрудничество в изучении атмосферы.</i> Международные системы наблюдений за состоянием атмосферы. Глобальная система наблюдений ВМО. Глобальные системы наблюдений за климатом, химическим составом атмосферой, за планетой Земля. Международные центры обработки и архивации данных о погоде и климате.	Составить конспект, раскрыть содержание тем	до начала сессии	17	конспект	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.б), основная и дополнительная литература
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				257		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				26		

4.3. Содержание учебного материала

1. *Введение*

- 1.1 Предмет и методы физической метеорологии. Ее связь с другими науками естественного цикла. Основные этапы становления и развития физической метеорологии.
- 1.2 Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.

2. *Состав и строение атмосферы*

- 2.1 Состав атмосферного воздуха с нижних слоев атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли.
- 2.2 Атмосферный озон, его вертикальное распределение. Пространственно-временное распределение поля общего содержания озона. Долгопериодная изменчивость озоносферы.

3. *Солнечная и земная радиация*

- 3.1 Солнце как источник энергии. Солнечная активность и влияние ее колебаний на метеорологические процессы различного временного масштаба. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная и ее вариации. Основные законы теплового излучения.
- 3.2 Ослабление солнечной радиации в атмосфере. Общие принципы процесса ослабления монохроматического потока излучения. Поглощение радиации в атмосфере; спектр и полосы поглощения. Рассеяние радиации в атмосфере; молекулярное рассеяние (теория Рэлея), индикатрисса рассеяния, эффект Форбса; рассеяние на аэрозолях, выводы теории Ми. Прозрачность атмосферы и ее характеристики. Спектральный и интегральный коэффициенты прозрачности. Фактор мутности.
- 3.3 Потоки лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.
- 3.4 Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».

4. *Теплообмен в верхних слоях почвы и вод*

- 4.1 Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.
- 4.2 Поток тепла в почве. Суточный и годовой ход температуры почвы. Влияние растительного покрова и других факторов на тепловой режим почвы. Снежный покров и его значение в тепловом режиме почвы. Вечная мерзлота. Заморозки. Особенности распространения тепла в водоемах.

5. *Тепловое состояние атмосферы*

- 5.1 Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.
- 5.2 Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей.
- 5.3 Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приземном слое атмосферы.
- 5.4 Конвективный, турбулентный потоки тепла в атмосфере. Потоки, обусловленные адиабатическими изменениями давления и фазовыми переходами. Уравнение притока тепла в атмосфере. Параметр шероховатости. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы.

6. *Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы*

6.1 Распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Периодические изменения температуры воздуха в тропосфере и стратосфере. Высота и температура тропопаузы. Тепловой режим свободной атмосферы. Стратосферные потепления.

6.2 Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.

7. Водный режим атмосферы

7.1 Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термодинамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.

7.2 Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой ход влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.

7.3 Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.

8. Туманы, облака, осадки

8.1 Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктура туманов и облаков.

8.2 Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.

8.3 Происхождение атмосферных осадков. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков. Роль твердой фазы в образовании осадков. Распределение количества осадков по Земному шару, годовой ход осадков. Влагооборот. Физические основы воздействия на облака и туманы.

9. Атмосферное электричество

9.1 Ионизация атмосферы. Ионосфера и ее роль в распространении электромагнитных волн. Электрическое поле атмосферы. Напряженность электрического поля, ее связь с другими элементами атмосферного электричества и метеорологическими величинами. Электрические токи в атмосфере. Гипотезы о происхождении атмосферного электричества.

9.2 Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферики. Способы грозозащиты.

10. Международное сотрудничество в изучении атмосферы

Международные системы наблюдений за состоянием атмосферы. Глобальная система наблюдений ВМО. Глобальные системы наблюдений за климатом, химическим составом атмосферой, за планетой Земля. Международные центры обработки и архивации данных о погоде и климате.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7

1	3. <i>Солнечная радиация.</i> Ослабление солнечной радиации в атмосфере. Общие принципы процесса ослабления монохроматического потока излучения. Поглощение радиации в атмосфере; спектр и полосы поглощения. Рассеяние радиации в атмосфере; молекулярное рассеяние (теория Рэлея), индикатрисса рассеяния, эффект Форбса; рассеяние на аэрозолях, выводы теории Ми. Прозрачность атмосферы и ее характеристики. Спектральный и интегральный коэффициенты прозрачности. Фактор мутности.	Решение задач из сборника задач [дополнительная: 4]. Глава 5 «Лучистая энергия в атмосфере и на земной поверхности». (С.27-39)	2		Расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
2	5. <i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей	Практическая работа «Расчет составляющих теплового баланса».	4		Отчеты о выполнении практической работы	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
3	7. <i>Водный режим атмосферы.</i> Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термодинамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.	Решение задач из сборника задач [дополнительная: 4]. Глава 8 «Водяной пар в атмосфере». (С.94-97)	2		расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
4	7. <i>Водный режим атмосферы.</i>	Решение задач из сборника задач	2		расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)

	Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой ход влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.	[дополнительная: 4]. Глава 9 «Методы расчета испарения с поверхности суши и водоемов». (С.108-118)				
--	---	--	--	--	--	--

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	2	3	4	5
1	<i>Введение.</i> Предмет и методы физической метеорологии. Ее связь с другими науками естественного цикла. Основные этапы становления и развития физической метеорологии	Составить конспект по вопросам: Предмет изучения физической метеорологии. Связь физической метеорологии с другими науками. Описать этапы развития физической метеорологии	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
2	<i>Введение.</i> Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	Составить конспект по вопросам: Перечислить основные направления физической метеорологии. Дать описание методов исследования атмосферы. Дать описание методам, получившим развитие в последние 20 лет. Охарактеризовать международные программы сотрудничества в области метеорологии	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
3	<i>Состав и строение атмосферы.</i> Состав атмосферного воздуха с нижних слоев атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	Составить конспект по вопросам: Состав атмосферного воздуха с нижних слоев атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	ОПК-1	Б-ОПК-1.2

4	<i>Состав и строение атмосферы.</i> Атмосферный озон, его вертикальное распределение. Пространственно-временное распределение поля общего содержания озона. Долгопериодная изменчивость озоносферы	Составить конспект по вопросам: Дать описание пространственно-временного распределения поля общего содержания озона. Особенности долгопериодной изменчивости озоносферы	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
5	<i>Солнечная радиация.</i> Солнце как источник энергии. Солнечная активность и влияние ее колебаний на метеорологические процессы различного временного масштаба. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная и ее вариации. Основные законы теплового излучения.	Составить конспект по вопросам: Оценка солнечной активности. Привести примеры влияния солнечной активности на метеорологические процессы. Описать спектр Солнца. Записать законы теплового излучения и их следствия	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
6	<i>Солнечная радиация.</i> Ослабление солнечной радиации в атмосфере. Общие принципы процесса ослабления монохроматического потока излучения. Поглощение радиации в атмосфере; спектр и полосы поглощения. Рассеяние радиации в атмосфере; молекулярное рассеяние (теория Рэлея), индикатрисса рассеяния, эффект Форбса; рассеяние на аэрозолях, выводы теории Ми. Прозрачность атмосферы и ее характеристики. Спектральный и интегральный коэффициенты прозрачности. Фактор мутности.	Составить конспект по вопросам: Вывести закон ослабления солнечной радиации. Выписать основные газы, поглощающие солнечную радиацию. Указать полосы их поглощения. Описать процесс рассеяния в атмосфере и явления с ним связанные	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
7	<i>Солнечная радиация.</i> Потoki лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.	Описать основные потоки коротковолновой и длинноволновой радиации. Перечислить факторы, влияющие на это потоки. Дать описание географического распределения потоков.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
8	<i>Солнечная радиация.</i> Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».	Составить конспект по вопросам: Записать уравнение радиационного баланса земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
9	<i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Теплофизические характеристики	Перечислите основные теплофизические характеристики	ОПК-1	Б-ОПК-1.2

	ки почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	почвы. Привести примеры. Записать уравнения Фурье. Представить краткое вертикальное распределение температуры почвы.		
10	<i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Поток тепла в почве. Суточный и годовой ход температуры почвы. Влияние растительного покрова и других факторов на тепловой режим почвы. Снежный покров и его значение в тепловом режиме почвы. Вечная мерзлота. Заморозки. Особенности распространения тепла в водоемах.	Дать описание периодических колебаний температур почвы. Дать описание распределения тепла в водоемах.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
11	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	Описать закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Дать характеристику температурного режима деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
12	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей.	Записать уравнение теплового баланса деятельного слоя. Описать составляющие теплового баланса различных естественных поверхностей.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
13	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приземном слое атмосферы.	Дать описание характеристикам турбулентности. Описать суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приземном слое атмосферы	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
14	<i>Тепловое состояние атмосферы.</i> Конвективный, турбулентный потоки тепла в атмосфере. Потоки, обусловленные адиабатическими изменениями давления и фазовыми переходами. Уравнение притока тепла в атмосфере. Параметр шероховатости. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы	Записать уравнение притока тепла в атмосфера. Описать изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы. Параметр шероховатости, примеры.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
15	<i>Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы.</i> Распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Периодические измене-	Описать распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Указать высоту и	ОПК-1	Б-ОПК-1.2

	<p>ния температуры воздуха в тропосфере и стратосфере. Высота и температура тропопаузы. Тепловой режим свободной атмосферы. Стратосферные потепления.</p>	<p>температуру тропопаузы. Дать характеристику теплового режима атмосферы. Проанализировать факторы, влияющие на возникновение стратосферных потеплений.</p>		
16	<p><i>Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы.</i> Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.</p>	<p>Составить конспект по вопросам: Виды температурных инверсий, их роль в метеорологических процессах</p>	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
17	<p><i>Водный режим атмосферы.</i> Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термодинамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.</p>	<p>Составить конспект по вопросам: Вывод уравнения Клаузиуса-Клапейрона. Перечислить аномальные свойства воды. Перечислить факторы, влияющие на парциальное давление насыщения.</p>	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
18	<p><i>Водный режим атмосферы.</i> Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой год влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.</p>	<p>Дать определение понятиям испарение и испаряемость. Описать вертикальное распределение водяного пара. Назвать факторы, влияющие на скорость испарения в естественных условиях.</p>	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
19	<p><i>Водный режим атмосферы.</i> Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.</p>	<p>Составить конспект по вопросам: Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.</p>	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
20	<p><i>Туманы, облака, осадки.</i> Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктура туманов и облаков.</p>	<p>Перечислить процессы, влияющие на формирование туманов. Привести классификацию туманов.</p>	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
21	<p><i>Туманы, облака, осадки.</i> Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные об-</p>	<p>Описать морфологическую и генетическую классификацию облаков. Дать характеристику</p>	ОПК-1	Б-ОПК-1.2

	лака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.	процессов, приводящих к формированию облаков. Описать особенности пространственно-временного распределения облачности.		
22	<i>Туманы, облака, осадки.</i> Происхождение атмосферных осадков. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков. Роль твердой фазы в образовании осадков. Распределение количества осадков по Земному шару, годовой ход осадков. Влагооборот. Физические основы воздействия на облака и туманы.	Составить конспект по вопросам: Виды осадков, их размеры и условия образования. Указать роль твердой фазы в образовании осадков	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
23	<i>Атмосферное электричество.</i> Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферика. Способы грозозащиты	Дать описание электрического поля облаков. Сформулировать основы теории грозового электричества. Перечислить условия формирования молний.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
24	<i>Атмосферное электричество.</i> Ионизация атмосферы. Ионосфера и ее роль в распространении электромагнитных волн. Электрическое поле атмосферы. Напряженность электрического поля, ее связь с другими элементами атмосферного электричества и метеорологическими величинами. Электрические токи в атмосфере. Гипотезы о происхождении атмосферного электричества.	Составить конспект по вопросам: Ионизация атмосферы. Ионосфера и ее роль в распространении электромагнитных волн. Электрическое поле атмосферы. Напряженность электрического поля, ее связь с другими элементами атмосферного электричества и метеорологическими величинами. Электрические токи в атмосфере. Гипотезы о происхождении атмосферного электричества.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
25	<i>Международное сотрудничество в изучении атмосферы.</i> Международные системы наблюдений за состоянием атмосферы. Глобальная система наблюдений ВМО. Глобальные системы наблюдений за климатом, химическим составом атмосферой, за планетой Земля. Международные центры обработки и архивации данных о погоде и климате.	Составить конспект по вопросам: Какие созданы международные системы наблюдений за состоянием атмосферы (их функции, задачи, формы работы). Дать характеристику Глобальных систем наблюдений за климатом, химическим составом атмосферой, за пла-	ОПК-1	Б-ОПК-1.2

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Работа с литературой (подготовка письменных ответов): студенту следует изучить список основной и дополнительной литературы, указанный в программе дисциплины. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода). При оформлении письменного ответа на вопрос необходимо продумывать каждое предложение, стремиться к емкости предложения. Пользуясь справочными изданиями, выяснить значения терминов, понятий.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) перечень литературы

основная

1. Васильев, А. А. Физическая метеорология : учебное пособие / А. А. Васильев, Ю. П. Переведенцев. – Казань : КФУ, 2017. – 72 с. – ISBN 978-5-00019-804-9. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/101180> (дата обращения: 03.10.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Матвеев Л. Т. Физика атмосферы / Л.Т. Матвеев. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000. – 778 с. (15 экз.).
3. Рыбакова Ж. В. Общая физика и некоторые аспекты физической метеорологии : учебное пособие / Ж. В. Рыбакова, В. Г. Блинкова ; под редакцией Б. Д. Белана. — Томск : ТГУ, [б. г.]. — Часть 3 : Электричество. Магнетизм — 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-94621-738-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112889> (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Семенченко Б.А. Физическая метеорология / Б.А. Семенченко. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 416 с. (29 экз.).

дополнительная

1. Арсеньев С. А. Теория мезомасштабной турбулентности. Вихри атмосферы и океана / С. А. Арсеньев; ред. Г. С. Голицын. - Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика: Инт компьютер. исслед., 2010. (1 экз.)
2. Базелян Э. М. Физика молнии и молниезащиты / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. – М. : Физматлит, 2001. – 319 с. (2 экз.)
3. Блейк Д. Физические основы динамики атмосферы и метеорологии : учеб. пособие / Д. Блейк, Р. Робсон ; пер. с англ. под ред. А. Д. Калашникова. – Долгопрудный : Интеллект, 2016. – 159 с.
4. Сборник задач по общей метеорологии / под ред. В. Г. Морачевского. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 321 с. (2 экз.).
5. Тарасов Л.В. Ветры и грозы в атмосфере Земли : учебное пособие / Л. В. Тарасов. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. – 277 с.
6. Тлисов М. И. Физические характеристики града и механизм его образования [Текст] : научное издание / М. И. Тлисов ; Фед. служба России по гидрометеорологии и мониторингу окруж. среды; Высокогорн. геофизический ин-т. – СПб. : Гидрометеиздат, 2002. – 386 с.
7. Швед, Г. М. Введение в динамику и энергетику атмосферы : учебное пособие / Г. М. Швед. – СПб. : СПбГУ, 2020. – 396 с. – ISBN 978-5-288-06029-8. – Текст : электрон-

ный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/163697> (дата обращения: 03.10.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Зуев В.В. Лидарный контроль стратосферы / В.В. Зуев. – Новосибирск: Наука, 2004. – 307 с.

б) периодические издания

1. Научно-технический журнал «Метеорология и гидрология» ISSN 0130-2906.
2. Журнал «Оптика атмосферы и океана» ISSN 0869-5695.
3. Журнал «Гидрометеорологические исследования и прогнозы» ISSN 2618-9631.

в) список авторских методических разработок:

1. Кочугова Е. А. Физическая метеорология: актинометрические наблюдения и их обработка : учеб.-метод. пособие / Е. А. Кочугова ; рец.: Д. Ф. Хуторянская, А. С. Балыбина ; Иркут. гос. ун-т. - Иркутск : Изд-во ИГУ, 2018. - 93 с.

Методические материалы, подготовленные и размещенные в ЭИОС ИГУ (образовательный портал Иркутского государственного университета).

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://meteo.ru/data> - Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр Данных
2. www.panda.org - Всемирный Фонд Дикой Природы, страница Климатической компании WWF - последние «климатические» события и новости, материалы для прессы.
3. www.climatenetwork.org - CAN - Climate Action Network - объединение неправительственных организаций, занимающихся проблемами изменения климата.
4. www.ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk - IPCC, центр распространения данных об изменениях климата.
5. www.ipcc.ch - IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change - (МГЭИК) Межправительственная Группа Экспертов по Изменению Климата.
6. www.lib.noaa.gov - Библиотека Агентства США по исследованию атмосферы и океана, широкий спектр материалов и данных об изменениях климата.
7. www.pacinst.org - сайт с обширной библиотекой материалов о влиянии изменений климата на флору, фауну и экосистемы в целом.
8. www.unfccc.int - Секретариат Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК), архив документов и решений органов конвенции.
9. www.wmo.ch - Всемирная Метеорологическая Организация - широкий спектр материалов и данных об изменениях климата.
10. <http://www.gosic.org/wdcmnet> - Мировой центр данных США (метеорология).
11. <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/overview/index.html> - Данные о Земле
12. <https://www.ecmwf.int/en/research/climate-reanalysis> – Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды ECMWF

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Лекционные занятия проходят в аудитории на 30 посадочных мест с мультимедийным оборудованием и учебной мебелью. Практические занятия, проходят в компьютерном классе на 14 посадочных мест.

6.2. Программное обеспечение:

Microsoft OfficeProPlus 2013 RUS OLP NL Acdmc (Контракт № 03-013-14 от 08.10.2014.Номер Лицензии Microsoft 45936786); WinPro10 Rus Upgrd OLP NL Acdmc (Сублицензионный договор № 502 от 03.03.2017 Счет № ФРЗ- 0003367 от 03.03.2017 Акт № 4496 от 03.03.2017 Лицензия № 68203568); Adobe Acrobat XI Лицензия АЕ для акад. организаций Русская версия Multiple License RU (65195558)Platforms (Государственный контракт № 03-019-13).

6.3. Технические и электронные средства:

Учебный материал подается с использованием современных средств визуализации с применением мультимедийного оборудования.

Персональные компьютеры для выполнения практических и самостоятельных работ. По каждой теме дисциплины подготовлены презентации.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

Информационные технологии: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к занятиям, занятия сопровождаются мультимедийными презентациями, просмотром роликов по изучаемым темам.

Проектная технология: организация самостоятельной работы студентов, когда обучение происходит в процессе деятельности, направленной на разрешение проблемы, возникшей в ходе изучения темы

Проблемное обучение: стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы, его элементы используются в ходе занятий.

Контекстное обучение: мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением;

Станционное обучение: организация целенаправленной и планомерной самостоятельной работы студентов на занятии в мини-группах в целях более эффективного усвоения проходимого материала, когда каждая группа выбирает свою образовательную траекторию, и студенты сами оценивают свою работу.

Наименование тем занятий с указанием форм/ методов/ технологий обучения:

№ п/п	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы//технологии дистанционного, интерактивного обучения	Количество часов
1	2	3	4	5
1	2 <i>Состав и строение атмосферы.</i> Состав атмосферного воздуха с нижних слоев атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	лекция	информационные технологии	1
2	3 <i>Солнечная радиация.</i>	лекция	информационные	1

	Солнце как источник энергии. Солнечная активность и влияние ее колебаний на метеорологические процессы различного временного масштаба. Спектр излучения Солнца. Солнечная постоянная и ее вариации. Основные законы теплового излучения.		технологии	
3	3. <i>Солнечная радиация</i> . Ослабление солнечной радиации в атмосфере. Общие принципы процесса ослабления монохроматического потока излучения. Поглощение радиации в атмосфере; спектр и полосы поглощения. Рассеяние радиации в атмосфере; молекулярное рассеяние (теория Рэлея), индикатрисса рассеяния, эффект Форбса; рассеяние на аэрозолях, выводы теории Ми. Прозрачность атмосферы и ее характеристики. Спектральный и интегральный коэффициенты прозрачности. Фактор мутности	лекция	информационные технологии	0,5
4	3. <i>Солнечная радиация</i> . Потоки лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.	лекция	информационные технологии	0,5
5	4 <i>Теплообмен в верхних слоях почвы и вод</i> Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	лекция	информационные технологии	1
6	5. <i>Тепловое состояние атмосферы</i> . Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	лекция	информационные технологии	1
7	5. <i>Тепловое состояние атмосферы</i> . Конвективный, турбулентный потоки тепла в атмосфере. Потоки, обусловленные адиабатическими изменениями давления и фазовыми переходами. Уравнение притока тепла в атмосфере. Параметр шеро-	лекция	информационные технологии	1

	ховатости. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы.			
8	6.Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Распределение температуры в тропосфере и нижней стратосфере. Периодические изменения температуры воздуха в тропосфере и стратосфере. Высота и температура тропопаузы. Тепловой режим свободной атмосферы. Стратосферные потепления.	лекция	информационные технологии	0,5
9	6.Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.	лекция	информационные технологии	0,5
10	7.Водный режим атмосферы. Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термодинамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.	лекция	информационные технологии	1
11	7.Водный режим атмосферы. Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой ход влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.	лекция	информационные технологии	0,5
12	7.Водный режим атмосферы. Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.	лекция	информационные технологии	0,5
13	8. Туманы, облака, осадки. Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Глав-	лекция	информационные технологии	0,5

	ные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.			
14	8. Туманы, облака, осадки. Происхождение атмосферных осадков. Классификация осадков. Процессы укрупнения облачных элементов и образования осадков. Роль твердой фазы в образовании осадков. Распределение количества осадков по Земному шару, годовой ход осадков. Влагооборот. Физические основы воздействия на облака и туманы.	лекция	информационные технологии	0,5

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля - не предусмотрены

Оценочные материалы текущего контроля

Демонстрационный вариант теста

Водный режим. Конденсационный и коагуляционный рост капель

Уровень конденсации – это ...

- А) высота, на которой в перемещающемся вверх влажном воздухе водяной пар достигает состояния насыщения.
- Б) уровень, до которого распространяются восходящие вертикальные движения (струи), порождаемые энергией неустойчивости;
- В) уровень, где температура поднимающейся частицы выравнивается с температурой окружающего воздуха.

С высотой число ядер конденсации

- А) увеличивается
- Б) уменьшается
- В) остается неизменным

При какой относительной влажности в атмосфере на аэрозолях образуются капли воды?

- А) 80%
- Б) 100-110%
- В) 50%
- Г) 600-800%

Координаты тройной точки:

- А) $t = 100^{\circ}\text{C}$, $E = 1013,2$ гПа
- Б) $t = 0,01^{\circ}\text{C}$, $E = 6,1114$ гПа
- В) $t = -12^{\circ}\text{C}$, $E = 6,1114$ гПа

Факторы, влияющие на давление насыщения (лишнее исключить):

- А) температура
- Б) кривизна испаряющей поверхности
- Г) растворы солей
- Д) электрические заряды
- Е) конвекция

Составьте пару

- А) размер молекул пара 10^{-1} см
- Б) размер облачных частиц 10^{-4} см
- В) размер капель осадков 10^{-8} см

Критерии оценки теста:

Критерии оценки	Оценка
Студент дал менее 60 % правильных ответов	неудовлетворительно
Студент дал менее 61-70 % правильных ответов	удовлетворительно
Студент дал менее 71-85 % правильных ответов	хорошо
Студент дал более 86 % правильных ответов	отлично

Текущий контроль в виде проверки отчета по практической или самостоятельной работе, предполагает следующие варианты оценивания:

Критерии оценки	Оценка
Студент полно (или с небольшими ошибками) излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.	зачет
Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Делает ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.	незачет

Критерии оценки решения задач:

Критерии оценки	Оценка
Студент решил задачи. Получил правильные ответы.	зачет
Студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.	незачет

Критерии оценки конспекта:

Оценка	Критерии
«зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно; – демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер; – обнаруживают твердое знание программного материала (обязательно понимание взаимосвязей между явлениями и процессами, знание основных закономерностей). – усвоили основную и наиболее значимую дополнительную литературу; – способны применять знание теории к решению задач профессионального характера; – допускают отдельные погрешности и неточности при ответе.
«незачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – Предполагает, что студент не разобрался с основными вопросами изученных в процессе обучения курсов, не понимает сущности географических процессов и явлений. – материал излагается непоследовательно, не представляет опреде-

	<p>ленной системы знаний;</p> <ul style="list-style-type: none"> – имеются заметные нарушения норм литературной речи; – обнаруживают значительные пробелы в знаниях основного программного материала; – допускают принципиальные ошибки в ответе на вопросы; – демонстрируют незнание теории
--	--

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	2	3	4
1	Контроль выполнения самостоятельной работы	Введение Состав и строение атмосферы Солнечная радиация Теплообмен в верхних слоях почвы и воды Тепловое состояние атмосферы Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы Водный режим атмосферы Атмосферное электричество Международное сотрудничество в изучении атмосферы	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
2	Отчет о выполнении практической работы	Солнечная радиация Тепловое состояние атмосферы Водный режим атмосферы	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
3	Расчетно-графические работы	Солнечная радиация Тепловое состояние атмосферы Водный режим атмосферы	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.

К экзамену допускаются студенты, полностью выполнившие все практические работы, предоставившие на проверку конспекты, т. е. студенты, аттестованные по всем видам текущего контроля. Под выполненными практическими работами понимается: устное собеседование, наличие письменного отчета.

Примерный список вопросов к экзамену

Основные вопросы, задаваемые студентам на экзамене, должны носить обобщающий характер, позволить студентам наиболее полно продемонстрировать полученные знания как в общем виде, так и в деталях. Например:

1. Что называется атмосферой?
2. Каков состав воздуха, как он меняется с высотой, на какие слои разбивается атмосфера?
3. Напишите уравнение состояния сухого и влажного воздуха.
4. Выведите уравнение статики атмосферы и барометрическую формулу, какие задачи решаются с ее помощью?
5. Какая электромагнитная радиация идет от Солнца к Земле и какие изменения она испытывает при проникновении в атмосферу?
6. Какую радиацию излучает Земля и атмосфера, что такое «парниковый» эффект?
7. Тепловой режим атмосферы. Основные процессы, определяющие теплообмен между воздухом и окружающей средой.
8. Какие виды теплообмена наиболее существенны при анализе взаимодействиястилающей поверхности и атмосферы?
9. Уравнение теплопроводности почвы. Особенности теплового режима почв и водоемов.
10. Распределение температуры с высотой в приземном слое атмосферы.
11. Суточный и годовой ход температуры воздуха. Факторы, влияющие на амплитуду суточного и годового хода температуры воздуха.
12. Явный и скрытый теплообмен в атмосфере.
13. Инверсии температуры, их типы и происхождение.
14. Перенос тепла в деятельном слое водоемов и суши.
15. Параметр шероховатости от чего он зависит?
16. Географическое распределение температуры воздуха у земной поверхности в январе, июле и в году.
17. Уравнение теплового баланса земной поверхности и его составляющие.
18. Влияние снежного и растительного покрова на температуру почвы. Вечная мерзлота
19. Заморозки. Методы борьбы с заморозками.
20. Температурный режим свободной атмосферы.
21. Стратосферные потепления.
22. Физические свойства льда, воды и водяного пара.
23. Фазовые переходы воды в атмосфере. Условия фазового равновесия. Термодинамическая диаграмма равновесия фаз.
24. Характеристики влажности воздуха. Суточный и годовой ход парциального давления водяного пара и относительной влажности.
25. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
26. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.
27. Испарение. Молекулярно-кинетическая теория испарения с поверхности жидкости. Испарение с ограниченной площади.
28. Испарение с поверхности воды в естественных условиях. Суточный и годовой ход испарения.
29. Методы расчета испарения. Испарение и испаряемость.
30. Конденсация водяного пара на земной поверхности и наземных предметах (роса, иней, изморозь, гололед, гололедица).
31. Механизмы охлаждения воздуха, дающие начало конденсации и сублимации.
32. Ядра конденсации и ледяные ядра (ядра замерзания).
33. Туманы, условия образования. Туманы и смоги в городах.

34. Международная классификация облаков. Глобальное поле облачности.
35. Стратосферные и мезосферные облака.
36. Процесс роста и укрупнение облачных капель. Механизмы образования осадков. Виды осадков и их классификация. Вымывающее действия осадков.
37. Баланс влаги на поверхности Земли.
38. Ионизация атмосферы. Ионосфера и ее роль в распространении электромагнитных волн. Электрическое поле атмосферы. Напряженность электрического поля, ее связь с другими элементами атмосферного электричества и метеорологическими величинами.
39. Гипотезы о происхождении атмосферного электричества.
40. Электрическое поле облаков.
41. Основы теории грозового электричества. Молнии. Тихие разряды. Способы грозозащиты.



федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Иркутский государственный
университет»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Физическая метеорология

Направление подготовки 05.03.04 Гидрометеорология

1. Вопрос для проверки уровня обученности ЗНАТЬ*
Инверсии температур, их типы и происхождение. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.
2. Вопрос для проверки уровня обученности УМЕТЬ*
Локальные и индивидуальные изменения температуры
3. Вопрос (задача/задание) для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ*
Нарисовать термодинамическую диаграмму равновесия фаз. Дать ее анализ
Педагогический работник _____
(подпись)

Заведующий кафедрой _____
(подпись)

Дата

Критерии оценки экзамена:

Критерии оценки	Оценка
1. Раскрыто содержание материала билета: исчерпывающие и аргументированные ответы на вопросы в билете. 2. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, не требует дополнительных пояснений, точно ис-	отлично

<p>пользуется терминология.</p> <p>3. Демонстрируются глубокие знания.</p> <p>4. Даны обоснованные ответы на дополнительные вопросы.</p>	
<p>1. Ответы на поставленные вопросы в билете излагаются систематизировано и последовательно.</p> <p>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер, в изложении допущены небольшие пробелы (неточности), не искажившие содержание ответа.</p> <p>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</p> <p>4. При ответе на дополнительные вопросы полные ответы даны только при помощи наводящих вопросов.</p>	хорошо
<p>1. Неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса.</p> <p>2. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после наводящих вопросов.</p> <p>3. Демонстрируются поверхностные знания; имеются затруднения с выводами.</p> <p>4. При ответе на дополнительные вопросы ответы даются только при помощи наводящих вопросов</p>	удовлетворительно
<p>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине, не раскрыто его основное содержание.</p> <p>2. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях, при использовании терминологии, которые не исправлены после наводящих вопросов.</p> <p>3. Демонстрирует незнание и непонимание существа экзаменационных вопросов.</p> <p>4. Не даны ответы на дополнительные или наводящие вопросы.</p>	неудовлетворительно

Разработчик:



доцент

Е.А. Кочугова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению и профилю подготовки 05.03.04 Гидрометеорология.

Программа рассмотрена на заседании кафедры метеорологии и физики околоземного космического пространства

«15» июня 2021 г.

Протокол № 7 Зав. кафедрой



И В. Латышева

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика