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,
канд. геогр. наук, доцент
С. Ж. Вологжина
«16» апреля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины
Б1.О.26 ФИЗИЧЕСКАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Направление подготовки
05.03.04 Гидрометеорология

Направленность (профиль) подготовки
Гидрология: управление водными ресурсами

Квалификация выпускника – бакалавр
Форма обучения – очная

Согласовано с УМК географического факультета

Протокол № 5 от «16» апреля 2025 г.
Председатель: канд. геогр. наук, доцент

_____ *С. Ж. Вологжина*

Рекомендовано кафедрой метеорологии и физики околоземного космического пространства

Протокол № 3 от «15» апреля 2025 г.
Зав. кафедрой

_____ *И. В. Латышева*

Иркутск 2025 г.

Содержание

I. Цели и задачи дисциплины (модуля)

II. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

III. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

IV. Содержание и структура дисциплины (модуля)

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

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

4.3 Содержание учебного материала

4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

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

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)

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

6.2. Программное обеспечение:

6.3. Технические и электронные средства обучения:

VII. Образовательные технологии

VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

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 Информационные технологии для обработки метеорологических данных, 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
ОПК-1 Способен применять базовые знания в области математических и естественных наук при решении задач профессиональной деятельности	*Б-ОПК-1.2* 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 1,4 зачетных единиц, 52 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/н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1. *Введение.* Предмет и методы физической метеорологии. Ее связь с другими науками естественного цикла. Основные этапы становления и развития физической метеорологии	3	2		2				Устный опрос/ экзамен
2	1. *Введение.* Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	3	9,5		2		0,5	7	Устный опрос/ экзамен

3	2. *Состав и строение атмосферы*. Состав атмосферного воздуха с нижних слоях атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	3	3		2		1		Устный опрос/ экзамен
4	2. *Состав и строение атмосферы***.** Атмосферный озон, его вертикальное распределение. Пространственно-временное распределение поля общего содержания озона. Долгопериодная изменчивость озоносферы.	3	3		2		1		Устный опрос/ экзамен
5	3. *Солнечная радиация*. 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	4,5		2	2	0,5		Расчеты /Экзамен
6	3.*Солнечная радиация*. 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	4,5		2	2	0,5		Расчеты /Экзамен
7	3. *Солнечная радиация*. Потоки лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.	3	4,5		2	4	0,5		Отчет о выполнении практической работы /Экзамен
8	3.*Солнечная радиация*. Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».	3	4,5		2	2	0,5		Устный опрос, расчеты /Экзамен
9	*4. Теплообмен в верхних слоях почвы и вод* Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	3	6,5		2	4	0,5		Контрольная работа, Расчеты /Экзамен
10	*4. Теплообмен в верхних слоях почвы и вод* Поток тепла в почве. Суточный и годовой ход темпе-	3	2,5		2		0,5		Устный опрос /Экзамен

	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.								
11	*5. Тепловое состояние атмосферы*. Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	3	5		2	2	1		Расчеты /Экзамен
12	*5. Тепловое состояние атмосферы*. Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей.	3	23		2	20	1		Отчеты о выполнении практической работы /Экзамен
13	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приводном слое атмосферы.	3	5		4		1		Устный опрос/Экзамен
14	*5.Тепловое состояние атмосферы*. 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	10,5		4		0,5	6	Конспект /Экзамен
15	*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.	3	12,5		2		0,5	10	Устный доклад/Экзамен
16	*6.Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы*. Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.	3	12,5		2		0,5	10	Реферат/ Экзамен
17	*7.Водный режим атмосферы*. Физические свойства льда, воды и водяного пара. Условия фазовых переходов воды в атмосфере. Парциальное давление насыщения, его зависимость от температуры. Термо-	4	10		4	4	2		Тестирование, расчеты/ Экзамен

	динамическая диаграммы равновесия фаз. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Влияние кривизны поверхности, растворимых примесей и электрических зарядов на парциальное давление насыщения.								
18	*7.Водный режим атмосферы*. Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой год влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.	4	11		2	8	1		Расчеты/ Экзамен
19	*7.Водный режим атмосферы*. Конденсация и сублимация водяного пара. Процесс возникновения зародышевых капель в атмосфере. Ядра конденсации. Конденсационный рост капель. Коагуляционный рост капель.	4	5		4		1		Устный опрос/ Экзамен
20	*8. Туманы, облака, осадки.* Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктура туманов и облаков.	4	11		4	6	1		Расчеты/ Экзамен
21	*8. Туманы, облака, осадки.* Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.	4	15		6	8	1		Отчет о выполнении практической работы/ Экзамен
22	*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.	4	13		6	6	1		Расчеты/ Экзамен
23	*9. Атмосферное электричество.* 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.	4	3		2		1		Устный опрос/ Экзамен

24	*9. Атмосферное электричество.* Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферики. Способы грозозащиты.	4	27		2		1	24	Доклад / Экзамен
25	*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	23		2		1	20	Доклад / Экзамен
	Контроль самостоятельной работы	3	3						
	Контроль самостоятельной работы	4	4						
	Промежуточная аттестация	3	26						экзамен
	Промежуточная аттестация	4	26						экзамен
	Итого часов		288		66	66	20	77	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	***Введение.*** Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	обзор периодической литературы	в течение семестра	7	Устный опрос	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.г)
3	*Тепловое состояние атмосферы*. 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.	составление конспекта	в течение семестра	6	конспект	литература [1-6]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
3	*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.	обзор научной литературы, подготовка к защите доклада	в течение семестра	10	устный доклад	материалы, представленные в электронной информационно-образовательной среде; литература [1-6]
3	*Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы*. Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.	написание реферата	в течение семестра	10	реферат	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.г), литература [1- 6]
4	*Атмосферное электричество*. Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферики. Способы грозозащиты.	обзор научной литературы, подготовка к защите доклада	в течение семестра	24	устный доклад	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.г), литература [1- 6]

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
4	*Международное сотрудничество в изучении атмосферы*. Международные системы наблюдений за состоянием атмосферы. Глобальная система наблюденийВМО.Глобальные системы наблюдений заклиматом, химическим составом атмосферой, за планетой Земля. Международные центры обработки и архивации данных о погоде и климате.	обзор научной литературы, подготовка к защите доклада	в течение семестра	20	Устный доклад	информационно-справочные и поисковые системы (раздел V.г)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час)				**77**		
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час)				**68**		

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 слоях 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 приводном 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 год 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/ практических	№ раздела и темы	Наименование семинаров,	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компе-нтенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	*3.Солнечная радиа-*	Решение задач	2		Расчеты	ОПК-1

	ция. 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.	Раздел «Лучистая энергия в атмосфере и на земной поверхности».				(Б-ОПК-1.2)
2	3.*Солнечная радиация.* 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 Раздел «Лучистая энергия в атмосфере и на земной поверхности».	2		Расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
3	*3.Солнечная радиация.* Потоки лучистой энергии в атмосфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.	Практическая работа «Определение высоты солнца в момент актинометрического наблюдения»	4		Отчеты о выполнении практической работы	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
4	3. *Солнечная радиация.* Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверх-	Решение задач Раздел «Лучистая энергия в атмосфере и на земной поверхности».	2		Расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)

	ность-атмосфера».					
5	*4.Теплообмен в верхних слоях почвы и вод* Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	Решение задач Раздел «Тепловой режим почвы и водоемов».	4		Расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
6	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	Решение задач Раздел «Тепловой режим нижнего слоя атмосферы».	2		Расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
7	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей	Практическая работа «Расчет составляющих теплового баланса». Практическая работа «Анализ среднеширотных величин составляющих теплового баланса».	20		Отчеты о выполнении практической работы	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
8	*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.	Решение задач. Раздел «Водяной пар в атмосфере».	4		расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
9	*7.Водный режим*	Решение задач.	8		расчеты	ОПК-1

	атмосферы. Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой год влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.	Раздел «Методы расчета испарения с поверхности суши и водоемов».				(Б-ОПК-1.2)
10	*8. Туманы, облака, осадки.* Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктура туманов и облаков.	Решение задач. Раздел «Облака и туманы».	6		расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
11	*8. Туманы, облака, осадки.* Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.	Практическая работа: «Международная классификация облаков»	8		Отчет о выполнении практической работы	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)
12	*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	Решение задач. Раздел «Осадки».	6		Расчеты	ОПК-1 (Б-ОПК-1.2)

	и туманы.					

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	*Введение.* Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	Используя ресурс https://public.wmo.int/ru/ресурсы/бюллетень, подготовиться к устному опросу по вопросам: 1. Современные методы и методики дистанционного зондирования. 2. Развитие новых технологий обработки и хранения информации 3. Диагностирование природных техногенных катастроф. 4. Цели и задачи международных программ по изучению атмосферы	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
2	*Тепловое состояние атмосферы*. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы	Составить подробный конспект, отражающий изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
3	*Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы*. Тепловой режим свободной атмосферы. Стратосферные потепления.	Подобрать литературу, и выполнить ее обзор на тему «Внезапные стратосферные потепления». Обзор представить в виде доклада на 5-7 минут. Выявить проблемы, которые нашли отражение в результатах исследований, показать расхождения в материалах разных исследований (если таковые имеются), сопоставить полученные результат, выявить недостаточно изученные аспекты проблемы.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
4	*Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы*. Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.	Написать реферат на одну из тем: - Приземные инверсии в атмосфере. - Приподнятные инверсии в атмосфере. - Инверсии температуры и их влияние на концентрацию приземного озона. - Инверсии температуры как фактор, влияющий на уровень загрязнению пограничного слоя атмосферы.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2
5	*Атмосферное электричество.* Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферики. Способы грозозащиты.	1. Выполнить обзор научной литературы. 2. Подготовить к защите доклад. Примерные темы: - Молния и статическое электричество. - Шаровая молния. - Механизмы влияния атмосферного электричества на характеристики тропосферы Земли. - Конвективные системы, как источник грозовой активности - Электрические процессы в облачности слоистых форм. - Влияние выбросов ТЭЦ на электрическое состояние атмосферы. - Инструментальные методы наблюдения гроз. 3. Выступить с докладом на 7-10 минут.	ОПК-1	Б-ОПК-1.2

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Устный опрос: Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. При подготовке следует внимательно изучить вопросы для подготовки, использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к устному опросу, студент должен, внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую литературу. При этом важно научиться выделять в рассматриваемой проблеме самое главное и сосредотачивать на нем основное внимание при подготовке. Ответ на каждый вопрос должен быть доказательным и аргументированным, студенту нужно уметь отстаивать свою точку зрения. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Доклад и презентация: Самостоятельную работу над темой доклада следует начать с изучения литературы. В поисках книг заданной тематики необходимо обратиться к библиотечным каталогам, справочникам, тематическим аннотированным указателям литературы, периодическим изданиям (газетам и журналам), электронным каталогам, Интернету. Предпочтение следует отдавать литературе, опубликованной в течение последних 5 лет.

Осуществив отбор необходимой литературы, студенту необходимо составить рабочий план доклада. В соответствии с составленным планом производится изучение литературы и распределение материала по разделам доклада. Необходимо отмечать основные, представляющие наибольший интерес положения изучаемого источника. Изложение текста доклада должно быть четким, аргументированным. Изучая литературу, студент должен показать все многообразие точек зрения, а в случае выбора какой-либо одной из них - обосновывать, аргументировать свою позицию. Продолжительность доклада не более 15-20 минут.

Для получения положительной оценки наличие компьютерной презентации обязательно. Для подготовки компьютерной презентации используется специализированная программа PowerPoint. Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, анимации и видеофрагментов. Графическая информация рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде. Желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки. Все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле.

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.

Реферат: Выбор темы реферата определяется студентом самостоятельно в соответствии с перечнем тем, предлагаемых преподавателем.

Структура реферат должна включать: введение, основную часть, заключение и список литературы. Введение должно включать в себя краткое обоснование актуальности темы реферата. В этой части необходимо также показать, почему данный вопрос может представлять научный интерес и какое может иметь практическое значение. Студент должен

выделить цель и задачи, которые требуется решить для реализации цели.

Основная часть реферата содержит материал, который отобран для рассмотрения проблемы. Необходимо обратить внимание на обоснованность распределения материала на параграфы, умение формулировать их название, соблюдение логики изложения.

Основная часть реферата, кроме содержания, выбранного из разных научных источников, также должна включать в себя собственное мнение автора и самостоятельно сформулированные выводы, опирающиеся на приведенные факты.

Заключение – часть реферата, в которой формулируются выводы по параграфам, обращается внимание на выполнение поставленных во введении задач и цели. Заключение должно быть четким, кратким, вытекающим из основной части. Объем реферата – 15-18 страниц.

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

а) перечень литературы

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.: Гидрометеоиздат, 2000. – 778 с.
3. Русин И. Н. Основы учения об атмосфере : учеб. пособие / И. А. Русин. – СПб. : СпецЛит, 2018. – 271 с.
4. Семенченко Б. А. Физическая метеорология / Б. А. Семенченко. – М. : Аспект Пресс, 2002. – 416 с.
5. Сотникова Р. Т. Введение в физику Солнца : учеб. пособие: в 2 ч. / Р. Т. Сотникова [и др.] ; рец.: А. Г. Тлатов, С. А. Язев ; Иркутский гос. ун-т, Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Иркутский науч. центр, Ин-т солнечно-земной физики. Ч. 2. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2012. – 195 с.
6. Сотникова Р. Т.: учеб. пособие : в 2 ч. / Р. Т. Сотникова, Л. К. Кашапова ; Иркутский гос. ун-т, Физ. фак. Ч.1. – Иркутск : Изд-во ИГУ, 2010. – 135 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).

2. Кочугова Е. А. Атлас облаков [Электронный ресурс] : научное издание / Е. А. Кочугова ; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - Электрон. текстовые дан. - [Иркутск] : [б. и.], [2007]. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. - (Труды ученых ИГУ). - Систем. требования: процесор Pentium I и выше ; операц. система Windows 95/98/2000/XP ; CD-ROM дисковод ; программа Adobe Acrobat Reader 3.0 и выше.
3. 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/wdcmet - Мировой центр данных США (метеорология).
11. http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/overview/index.html - Данные о Земле
12. ttps://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:

- Libreoffice (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: http://www.libreoffice.org/about-us/licenses/ (бессрочно).
- ОС «Альт Образование». Лицензия № ААО.0323.00 от 01.05.2023 (3 года).
- GIS QGIS (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://qgis.org/ru/site/ (бессрочно).
- Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition (обновляемое ПО) Лицензия № 1B08-211201-040133-810-136 от 12.01.2021 (2 года).
- 7zip (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.7-zip.org/license.txt (бессрочно).
- Adobe Reader DC 2019.008.20071 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://wwwimages2.adobe.com/www.adobe.com/content/dam/acom/en/legal/licenses-terms/pdf/PlatformClients_PC_WWEULA-en_US-20150407_1357.pdf (бессрочно).
- Google Chrome (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.google.ru/chrome/browser/privacy/eula_text.html (бессрочно).
- Mozilla Firefox (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.mozilla.org/ru/about/legal/terms/firefox/ (бессрочно).

- AST-Test plus 75. Лицензионный договор Л-129-21 от 01.05.2021 (3 года).
- «Антиплагиат.ВУЗ». Номер лицензии: №5789/347/22 от 30.12.2022 от 30.12.2022 (1 год)
- GIMP 2.8.18 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://www.gimp.org/about/COPYING (бессрочно).
- Inkscape 0.92 (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: https://inkscape.org/en/about/license/ (Программа распространяется на условиях GNU General Public License.) (бессрочно).
- Система автоматизации библиотек ИРБИС64 (ежегодно обновляемое ПО). Договор подряда 04-040-12 от 21.09.2012 Лицензия№670/1 от 16.12.2015 (бессрочно).
- 2GIS (ежегодно обновляемое ПО). Условия использования по ссылке: http://law.2gis.ru/licensing-agreement/ (бессрочно).
- Mapinfo Professional 16. Лицензионный сертификат S/N MINWRS150001065 от 12.01.2017 (бессрочно).

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	*1.Введение.* Предмет и методы физической метеорологии. Ее связь с другими науками естественного цикла. Основные этапы становления и развития физической метеорологии	лекция	информационные технологии	2
2	*1.Введение.* Структура и направления современной метеорологии, их практические приложения. Краткие сведения о методах исследования атмосферы. Международное сотрудничество в метеорологических исследованиях.	лекция	информационные технологии	2
3	*2.Состав и строение атмосферы*. Состав атмосферного воздуха с нижних слоях атмосферы. Изменение газового состава с высотой. Естественный и антропогенный аэрозоль: физические свойства, размеры. Стратосферные аэрозоли	лекция	информационные технологии	2
4	*2.Состав и строение атмосферы***.** Атмосферный озон, его вертикальное распределение. Пространственно-временное распределение поля общего содержания озона. Долгопериодная изменчивость озоносферы.	лекция	информационные технологии	2
5	*3.Солнечная радиация.* 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.	лекция	информационные технологии	2
6	3.*Солнечная радиация.* 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	2
7	3. *Солнечная радиация.* Потоки лучистой энергии в атмо-	лекция	информационные	2

	сфере (коротковолновая радиация и длинноволновое излучение земной поверхности и атмосферы) и, факторы их определяющие. Географическое распределение потоков.		технологии	
8	3.*Солнечная радиация.* Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы «земная поверхность-атмосфера».	лекция	информационные технологии	2
9	*4.Теплообмен в верхних слоях почвы и вод* Теплофизические характеристики почвы, воды и воздуха. Основные законы распространения тепла в почве. Вертикальное распределение температуры почвы.	лекция	информационные технологии	2
10	*4.Теплообмен в верхних слоях почвы и вод* 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.	лекция	информационные технологии	2
11	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Закономерности распространения тепла в нижней атмосфере. Температурный режим деятельного слоя, приземного и пограничного слоев атмосферы. Суточный ход температуры воздуха.	лекция	информационные технологии	2
12	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Уравнение теплового баланса деятельного слоя. Структура теплового баланса различных естественных поверхностей.	лекция	информационные технологии	2
13	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Ламинарное и турбулентное состояние атмосферы. Характеристики турбулентности. Коэффициент турбулентного обмена и коэффициент турбулентности. Суточный и годовой ход коэффициента турбулентности в приземном и приводном слое атмосферы.	лекция	информационные технологии	4
14	*5.Тепловое состояние атмосферы*. Конвективный, турбулентный потоки тепла в атмосфере. Потоки, обусловлен-	лекция	информационные технологии	4

	ные адиабатическими изменениями давления и фазовыми переходами. Уравнение притока тепла в атмосфере. Параметр шероховатости. Изменение температуры с высотой в приземном слое атмосферы.			
15	*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/ самостоятельная работа	информационные технологии/ проблемное обучение	2
16	*6.Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы*. Инверсии температуры в атмосфере. Роль температурных инверсий в метеорологических процессах.	лекция	информационные технологии	2
17	*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	4
18	*7.Водный режим атмосферы*. Испарение и испаряемость. Скорость испарения. Распределение водяного пара в атмосфере. Суточный и годовой год влажности воздуха. Пространственно-временное распределение характеристик влажности.	лекция	информационные технологии	2
19	*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	4
20	*8. Туманы, облака, осадки.* Процессы возникновения туманов и их классификация. Закономерности распределения туманов во времени и пространстве. Микроструктур-	лекция	информационные технологии	4

	ра туманов и облаков.			
21	*8.Туманы, облака, осадки*. Облака. Морфологическая и генетическая классификация облаков. Образование слоистообразных облаков. Волнистообразные облака. Процессы возникновения кучевообразных облаков. Главные закономерности пространственно-временного распределения облаков. Глобальное поле облачности.	лекция	информационные технологии	6
22	*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	6
23	*9. Атмосферное электричество.* 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.	лекция	информационные технологии	2
24	*9. Атмосферное электричество.* Электрическое поле облаков. Основы теории грозового электричества. Условия возникновения молний. Формы молний. Тихие разряды. Атмосферики. Способы грозозащиты.	лекция/ самостоятельная работа	информационные технологии/ проблемное обучение	2
25	*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.	лекция	информационные технологии	2
Итого часов : 66				

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 = 100^0C, E = 1013,2 гПа

Б) t = $0,01^0$C, E = 6,1114 гПа

В) t = -12^0C, 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	зачет

(отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.	
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 **устного опроса:**
Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.
Критерии оценивания:
1) полнота и правильность ответа;
2) степень осознанности, понимания изученного;
3) языковое оформление ответа.

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 реферата:

Критерии	Показатели
1. Новизна реферированного текста	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.
2. Степень раскрытия проблемы	- соответствие плана теме реферата; - соответствие содержания теме и плану реферата; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом; - умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.
3. Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные пуб-

	ликации, материалы сборников научных трудов и т.д.).
4. Соблюдение требований к оформлению	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев.
5. Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.

Критерии оценки	Оценка
Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.	отлично
Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	хорошо
Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	удовлетворительно
Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.	неудовлетворительно

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

Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов:

№	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Контролируемые компетенции/ индикаторы
1	**2**	**3**	**4**
1	Устный опрос	Введение Состав и строение атмосферы Солнечная радиация	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2

		Теплообмен в верхних слоях почвы и воды Тепловое состояние атмосферы Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы Водный режим атмосферы Атмосферное электричество	
2	Тестирование	Водный режим атмосферы	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
3	Отчет о выполнении практической работы	Солнечная радиация Тепловое состояние атмосферы Туманы, облака, осадки	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
4	Защита доклада	Атмосферное электричество Международное сотрудничество в изучении атмосферы	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
5	Расчетно-графические работы	Солнечная радиация Теплообмен в верхних слоях почвы и воды Тепловое состояние атмосферы Водный режим атмосферы Туманы, облака, осадки	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
6	Контрольная работа	Теплообмен в верхних слоях почвы и воды	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2
7	Реферат	Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы	ОПК-1/ Б-ОПК-1.2

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.

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

Протокол № 3 от «15» апреля 2025 г.

Зав. кафедрой

_____*И. В. Латышева*

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме

без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика

Лист согласования, дополнений и изменений
на 2026/2027 учебный год

Изменений в рабочей программе дисциплины на 2026/2027 учебный год нет.

Декан географического факультета  Вологжина С.Ж.