

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

**КЛИМАТОЛОГИЯ И ТЕОРИЯ КЛИМАТА**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.04 Прикладная гидрометеорология**

Направленность (профиль):  
**Гидрометеорология**

Квалификация:  
**Бакалавр**

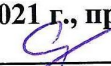
Форма обучения  
**Очная/Заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Гидрометеорология»

  
Абанников В.Н.

Председатель УМС  И.И. Палкин

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

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

Автор-разработчик  
 Лобанов В.А.

## 1. Цели освоения дисциплины

Климатология является одной из ведущих геофизических дисциплин особенно в современный период антропогенного изменения климата. Поэтому знание основ климатологии необходимо для понимания формирования различных видов климатов на планете и основных факторов, которые формирует различный климат в разных частях Земли.

Вторая часть дисциплины - это "Теория климата" для подготовки бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом для получения комплекса научных знаний, позволяющих им понимать учение о климате и его динамике, о климатах прошлого, настоящего и ближайшего будущего. Рассматриваются такие основные разделы как: динамические свойства климатической системы, международное сотрудничество в области изменения климата, факторы формирования климата и их динамика, статистические и физико-математические модели климата, методы изучения климатов прошлого, настоящего и будущего. Главная задача - изучение физических процессов и факторов, определяющих многообразие климатов Земли и их динамику на основе физико-математических и статистических моделей.

Целью освоения дисциплины «Климатология и теория климата» является подготовка бакалавров по направлению подготовки 05.03.04 «Прикладная гидрометеорология» (профиль «гидрометеорология»), владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания основ общей климатологии, факторов формирования климата и его динамики, распределения климатических характеристик по поверхности земного шара и математическое моделирование динамики климата.

Основные задачи дисциплины «Климатология и теория климата» связаны с освоением студентами:

- целей, задач и составляющих дисциплины климатологии;
- знаний о климатической системе и ее подсистемах;
- знаний об основных факторах формирования климата, которые делятся на внешние астрономические факторы, факторы циркуляции атмосферы и океана и факторы подстилающей поверхности;
- теории радиационного и теплового балансов земной поверхности и системы земля-атмосфера;
- пространственных распределений климатических характеристик по Земному шару и климатических классификациях.

Дисциплина изучается студентами, обучающимися по программе подготовки академического бакалавра на метеорологическом факультете, в 5-ом и 6-ом семестрах.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Климатология и теория климата» для подготовки бакалавров по направлению 05.03.04 – Прикладная гидрометеорология, по профилю подготовки «Гидрометеорология» относится к дисциплинам, **формируемым участниками образовательных отношений.**

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Геофизика», «Теория вероятности и математическая статистика», «Физика атмосферы», «Физическая метеорология», «Практическая метеорология».

Параллельно с дисциплиной «Климатология и теория климата» изучаются дисциплины: «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Статистические методы анализа гидрометеорологической информации», «Синоптическая метеорология».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенции выпускников **ОПК-2.1; ОПК-2.2, ОПК-3.2**

Таблица 1 - Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
<p>ОПК – 2 Способен применять знания физико-динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую.</p>	<p>ОПК-2.1 Выявляет и анализирует факторы, приводящие к возникновению явлений и процессов, происходящих в природной среде и определяет механизмы их взаимодействия</p>	<p><b>Знать:</b> климатическую систему и ее основные подсистемы (атмосфера, гидросфера, криосфера, биосфера, литосфера), основные факторы, формирующие климат: солнечная радиация, адвекция (циркуляция атмосферы), рельеф,стилающая поверхность, а также:          - цели, задачи и составляющие климатологии;          - историю становления и развития климатологии;          - составляющие радиационного и теплового балансов и их распределение по территории Земли;  <b>Уметь:</b> рассчитывать приходящую солнечную радиацию на заданной широте за сутки, калорические полугодия и год; определять средние многолетние климатические характеристики в пунктах наблюдений и строить их пространственные распределения в среде ГИС; давать объяснения и обоснование пространственно-временным распределениям приходящей солнечной радиации; получать пространственные распределения климатических характеристик и давать объяснения их закономерностям; получать распределения климатических характеристик внутри года и давать их интерпретацию для разных широтных зон.  <b>Владеть:</b> инструментами и методами анализа факторов формирования климата, включая расчеты приходящей радиации на верхней границе атмосферы, составляющих радиационного и теплового балансов и определением форм циркуляции атмосферы.</p>

<p>ОПК – 2 Способен применять знания физико-динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую.</p>	<p>ОПК-2.2 Дает качественную оценку механизмов взаимодействия явлений и (или) процессов природной среды</p>	<p><b>Знать:</b> научную основу различных механизмов взаимодействия в климатической системе, включая взаимодействие и взаимосвязь процессов в атмосфере и океане, влияние гор на климатические характеристики, особенности общей циркуляции атмосферы и океана.  <b>Уметь:</b> оценивать количественное влияние факторов солнечной радиации, адвекции, высоты местности, альбедо на климатические характеристик и их пространственные распределения.  <b>Владеть:</b> методами оценки влияния различных факторов климатической системы как на отдельные климатические характеристик, так и на их комплексы, представленные в виде климатических классификаций и климатического районирования.</p>
<p>ОПК-3 Способен использовать базовые знания в области гидрометеорологии при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-3.2 Анализирует и интерпретирует данные наблюдений, измерений, результаты теоретических расчетов и моделирования с учетом базовых знаний в области гидрометеорологии</p>	<p><b>Знать:</b> основные свойства динамики климатических характеристик и их отражение в спектре колебаний и в формировании сложной динамики климата в виде суперпозиции процессов разного временного масштаба и климатические аномалии, которые имели место в истории.  <b>Уметь:</b> выделять факторы, формирующие процессы разного временного масштаба в составляющих и характеристиках климатической системы и разделять общие климатические закономерности от аномальных процессов.  <b>Владеть:</b> инструментами и методами оценки закономерностей во времени и по пространству и методами выявления климатических составляющих разного временного масштаба.</p>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часа.

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

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма Обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>180</b>	<b>нет</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>70</b>	
в том числе:		
лекции	<b>28</b>	

практические занятия	<b>42</b>	
<b>Самостоятельная работа (СРС) – всего:</b>	<b>110</b>	
<b>Вид промежуточной аттестации (экзамен)</b>	<b>Зачет, экзамен</b>	

#### 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3. - Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Разделы дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практич.	СРС			
1	Цели, задачи и история развития климатологии Климатическая система и ее составляющие	5	2	2	6	Тесты, задания	<b>ОПК-2.1</b>	ОПК-2.1
2	Астрономические факторы формирования климата	5	2	2	6	Тесты, задания	<b>ОПК-2.1</b>	ОПК-2.1
3	Радиационный и тепловой баланс подстилающей поверхности, его составляющие и их распределение по поверхности Земли и внутри года	5	2	2	6	Тесты, задания	<b>ОПК-2.2,</b>	ОПК-2.2,
4	Факторы общей циркуляции атмосферы	5	2	2	6	Тесты, задания	<b>ОПК-2.2,</b>	ОПК-2.2,
5	Факторы общей циркуляции океана Влияние рельефа на климат	5	2	2	8	Тесты, задания	<b>ОПК-2.2,</b>	ОПК-2.2,
6	Пространственное распределение климатических характеристик и климатические классификации.	5	4	4	12	Тесты, задания	<b>ОПК-2.2,</b>	ОПК-2.2,

7	Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата	6	2	4	8	Тесты, задания	<b>ОПК-3.2</b>	ОПК-3.2
8	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	6	6	12	30	Тесты, задания	<b>ОПК-3.2</b>	ОПК-3.2
9	Эмпирико-статистические модели климатических изменений	6	1	2	4	Тесты, задания	<b>ОПК-3.2</b>	ОПК-3.2
10	Физико-математические модели климатических изменений	6	2	4	10	Тесты, задания	<b>ОПК-3.2</b>	ОПК-3.2
11	Исторические колебания климата	6	2	4	6	Тесты, задания	<b>ОПК-3.2</b>	ОПК-3.2
12	Современный и будущий климат	6	1	2	8	Тесты, задания	<b>ОПК-3.2</b>	ОПК-3.2
	<b>ИТОГО</b>		<b>28</b>	<b>42</b>	<b>110</b>			
<b>С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу зачета и экзамена</b>							<b>180</b>	

Таблица 4. - Структура дисциплины для заочной формы обучения

Заочная форма обучения отсутствует

### 4.3. Содержание разделов дисциплины

#### 4.3.1 Цели, задачи и история развития климатологии Климатическая система и ее составляющие

Определение климатологии и климата, виды климатологии. Цели, задачи и разделы климатологии, ее связь с другими дисциплинами. Общая характеристика климатической системы, основные методы изучения климатологии. История развития климатологии. Международное сотрудничество в области климатологии, включая долгосрочные климатические программы научных исследований и обучения (ВМО, ЮНЕСКО). Общая характеристика климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь. Климатообразующие факторы и их классификация.

#### 4.3.2 Астрономические факторы формирования климата

Астрономические факторы климата, солнечная радиация и солнечная постоянная. Поступление солнечной энергии на Землю. Расчет инсоляции за сутки, полугодия, год. Распределение инсоляции на внешней границе атмосферы по земному шару и ее сезон-

ная изменчивость. Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли, влияние прозрачности атмосферы и облачности на уменьшение солнечной радиации.

#### **4.3.3 Радиационный баланс и тепловой балансы подстилающей поверхности, его составляющие и их распределение по поверхности Земли и внутри года**

Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие. Суммарная солнечная радиация, ее определение, распределение по поверхности земли и внутри года. Альbedo разных видов поверхностей, измерение и расчет для водной поверхности, географическое распределение, роль подстилающей поверхности как фактора климата. Поток уходящего длинноволнового излучения, методы определения и пространственные закономерности. Географическое распределение радиационного баланса земной поверхности и его внутригодовая изменчивость. Радиационный баланс системы земля - атмосфера, атмосферы и океана.

Теплообмен между атмосферой и другими звеньями климатической системы. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие. Затраты тепла на испарение, методы их расчета и пространственно-временное распределение. Турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности в атмосферу, его определение и распределение по поверхности земли и внутри года. Теплообмен с нижележащими слоями почвы и воды, расчет потоков тепла и их пространственное распределение. Особенности теплообмена между атмосферой и океаном при наличии морских льдов. Сезонная изменчивость составляющих теплового баланса. Уравнение теплового баланса системы Земля – атмосфера. Механизм меридионального переноса энергии в атмосфере и Мировом океане и его географическое представление.

#### **4.3.4 Факторы общей циркуляции атмосферы**

Общая циркуляция атмосферы, её климатообразующее значение, виды циркуляции и методы изучения. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы. Характерные черты зональной и меридиональной циркуляции в тропосфере и стратосфере в разные сезоны года. Струйные течения, их классификация и основные характеристики. Система циклонов и антициклонов межширотного обмена. Сезонная повторяемость циклонов и антициклонов, поле давления и система воздушных течений.

Центры действия атмосферы и их сезонные свойства. Климатологические фронты: виды и сезонная изменчивость. Пассатная циркуляция в тропической зоне и ячейка Хэдли. Особенности поля давления и циркуляции в тропиках. Внутритропическая зона конвергенции. Тропические циклоны, их свойства и эволюция. Основные свойства муссонной циркуляции. Сезонные закономерности муссонной циркуляции на примерах Азиатского и Африканского муссонов.

#### **4.3.5 Факторы общей циркуляции океана. Влияние рельефа на климат**

Общая циркуляция океана и её влияние на климат. Океанические течения, их классификации и свойства основных теплых и холодных океанических течений Мирового океана. Особенности вертикальной циркуляции океана: апвеллинг, подводные вихри и ринги. Конвейер океанических течений Брокера. Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо.

Горный климат и горная климатология. Влияние рельефа на приход и расход солнечной радиации. Влияние рельефа на местную и общую циркуляцию атмосферы. Влияние рельефа на температуру почвы и воздуха, влажность воздуха, облачность, осадки, снежный покров. Вертикальная климатическая поясность.

#### **4.3.6 Пространственное распределение климатических характеристик и климатические классификации**

Методы пространственного обобщения и климатические карты. Географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на земном шаре. Температурные экстремумы и аномалии в зональном распределении температуры. Морской и континентальный климаты, пространственное распределение амплитуд годового хода, индексы континентальности. Влажность воздуха: парциальное давление водяного пара и относительная влажность, их пространственные закономерности в разные сезоны года. Пространственно-временное распределение осадков. Совместное влияние термического режима и режима увлажнения на климат, засухи. Влагооборот в атмосфере земного шара и водные балансы. Перенос водяного пара в атмосфере Земли в разные сезоны года. Пространственно-временное распределение облачности.

Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды. Ботанические классификации климатов: классификация В.П.Кеппена, ландшафтно-ботаническая классификация Л.С.Берга и другие. Гидрологическая классификация климатов А.И.Воейкова, Пенка и другие. Почвенные классификации В.В.Докучаева, В.Р.Волобуева, Т.Г.Селянинова и другие. Генетические классификации климатов, основанные на особенностях циркуляции (П.И.Броунов, Б.П.Алисов), теплового баланса деятельной поверхности (Будыко-Григорьев) и другие.

Задачи изучения климатов России и мира. Основные характеристики климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П.Алисова. Экваториальный и субэкваториальный типы климатов. Типы климатов в тропическом и субтропическом поясе. Характеристики климатов умеренных и арктических широт. Климаты России: климат арктического, субарктического и умеренного поясов, особенности формирования, климатические области.

Понятие о мезо и микроклимате. Мезоклимат леса и города. Микроклиматы водоемов и прибрежных территорий. Роль рельефа в формировании мезо и микроклимата.

#### **4.3.7. Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата**

Теория климата: определение, задачи, современное состояние. Основные проблемы теории климата: спектр колебаний, внешние факторы, чувствительность к изменениям, обратные связи, триггерный механизм, странные аттракторы, интразитивность.

История международного сотрудничества в изучении изменений климата. Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучения климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC.

#### **4.3.8. Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата**

Основные свойства отдельных компонент климатической системы (атмосферы, гидросферы, криосферы, литосферы и биосферы) в их влиянии на динамику климата. Причинно-следственные прямые и обратные взаимосвязи в климатической системе. Факторы и причины, определяющие эволюцию глобального климата.



Астрономическая теория М.Миланковича изменения климата и результаты расчетов. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты. Влияние солнечной активности на динамику климата: солнечная активность, история ее открытия, схемы солнечно-земных связей. Механизмы воздействия солнечной активности на нижнюю атмосферу. Данные наблюдений, воздействие на климат и прогноз. Влияние неустойчивости вращения Земли на климат: история, динамика скорости вращения Земли и координат полюса.

Перемещение материков по земному шару и горообразование: геологический календарь, теория тектонических плит, влияние динамики материков на оледенения. Движение магнитных полюсов Земли. Влияние интенсивности магнитного поля и положения полюсов на климат, динамика полюсов. Влияние вулканических извержений на изменение климата: география, типы, индекс интенсивности, история основных извержений и их влияние на климат и его основные характеристики: радиационный баланс, давление, температуру, осадки. Влияние природных катастроф на климат.

Классификация и состав факторов и загрязнителей. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды. Атмосферный аэрозоль: классификация, оценки потоков, воздействие на климат. Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса. Глобальное экологическое равновесие. Концепция биотической регуляции окружающей среды, «мир маргариток». История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.

Классификация и состав факторов и загрязнителей. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды. Атмосферный аэрозоль: классификация, оценки потоков, воздействие на климат. Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса. Глобальное экологическое равновесие. Концепция биотической регуляции окружающей среды, «мир маргариток». История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.

Виды хозяйственной деятельности и ее воздействия на климат. Антропогенные факторы, изменяющие локальный климат: изменение теплового баланса земной поверхности и его составляющих. Воздействия на растительный покров, водный режим, создание водохранилищ. Климат города. Изменение глобального климата в виде воздействия на состав атмосферы: рост углекислого газа и других газов и аэрозолей. Другие антропогенные факторы глобального влияния.

#### **4.3.9. Эмпирико-статистические модели климатических изменений**

Методология стационарной и динамической моделей. Общая схема и алгоритм построения моделей. Методы аппроксимации временных рядов. Методы выбора наиболее эффективной модели временного ряда из нескольких: стационарная модель, линейный тренд, ступенчатые изменения и гармоническая модель.

Анализ 800-тысячелетней палеорекострукции. Анализ температуры за последние 45 тыс. лет. Изменение глобальной температуры за последние 1000-1300 лет. Свойства наиболее продолжительных рядов наблюдений и зависимость результатов от выбранной модели. Изменение температуры воздуха и осадков на территории России.

#### **4.3.10. Физико-математические модели климатических изменений**

Классификация и иерархия климатических моделей. Одномерная модель М.И.Будыко, определение параметров модели, расширение модели для сезонов. Чувствительность модели к изменению притока радиации, альбедо, облачности. Приложение модели к исследованию изменения циркуляции, концентрации  $\text{CO}_2$  и однозначности клима-

та. Другие энерго-балансовые модели (ЭБМ): одномерная Селлера, нульмерная, нестационарная, двумерные модели.

Блок расчета потоков коротковолновой и длинноволновой радиации в радиационно-конвективной модели (РКМ). Радиационное равновесие с конвекцией. Параметризация модели и выводы по применению. Комбинирование ЭБМ и РКМ. Модели промежуточной сложности на примере климатической модели института физики атмосферы РАН.

Составляющие теории климата. Принципы построения моделей общей циркуляции атмосферы (МОЦА) и основные подсеточные процессы. Уравнения блока атмосферы, океана, суши, снежного покрова, морских и материковых льдов. Международная программа AMIP, чувствительность моделей к изменению CO<sub>2</sub>. Модель HadAM3 - HadOM3. Модель института вычислительной математики (ИВМ) РАН: вычислительные характеристики, воспроизведение современного климата и оценка воздействия.

#### 4.3.11. Исторические колебания климата

Источники сведений о климатах прошлого и история палеоклиматологии. Методы палеоклиматологии: изучение осадочных пород, биогеографические методы, дендрохронология, изотопные, химические и палеомагнитные методы. Приложения: ледяные керны, древние русла и осадки морей.

Климат докембрия: формирование и основные оледенения. Климат фанерозоя: изменения температуры, оледенения, климатические особенности разных периодов. Основные черты установившегося климатического режима и вклады радиации, альбедо и CO<sub>2</sub> в историческом изменении глобальной температуры. Изменение основных климатических характеристик. Палеоклимат отдельных регионов на примере Арктики.

Причины оледенений четвертичного периода. Особенности климата позднеледниковья по моделям и палеореконструкциям. Основные закономерности климата голоцена до нашей эры и в течение последних 2000 лет, включая анализ малого климатического оптимума и малого ледникового периода. Общие свойства динамики климата за геологическую историю.

#### 4.3.12. Современный и будущий климат

Особенности современного климата и наблюдаемые изменения в различных климатических характеристиках. Динамика и вклады показателей антропогенного воздействия на атмосферу. Особенности формирования климата ближайшего будущего и методы прогнозирования. Результаты сценарных оценок будущего климата на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Результаты по другим оценкам: палеоаналоги, астрономические прогнозы, результаты мониторинга и эмпирического анализа.

### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5. - Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Задачи климатологии и история ее развития	2
2	Расчет приходящей солнечной радиации на заданной широте	2
3	Методы определения составляющих радиационного и теплового балансов. Их пространственные распределе-	2

	ния.	
4	Основные виды общей циркуляции атмосферы и их свойства	2
5	Общая циркуляция океана, ее закономерности. Численная оценка влияния гор на климатические характеристики.	2
6	Пространственные закономерности климатических характеристик и их экстремумы. Виды климатических классификаций.	4
7	Задачи теории климата и международное сотрудничество	4
8	Оценка проявления современного изменения климата в рядах климатических характеристик и их факторов	12
9	Применение энерго-балансовых моделей для оценки влияния на температуру воздуха изменения приходящей радиации, облачности и концентрации углекислого газа	2
10	Особенности изменения климата в фанерозое	4
11	Основные закономерности современных изменений климата	4
12	Применение физико-математических моделей для оценки будущих проекций климата	2

Таблица 6. - Содержание практических занятий для заочной формы обучения

Заочная форма обучения отсутствует

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

Методические материалы по дисциплине (конспект лекций, методические указания по самостоятельной работе, тесты, презентации по темам дисциплины, практикум размещены на сайте метеофакультета <http://metfac.ru/> и в moodle: <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=2>

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 75;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 15;
- максимальное количество дополнительных баллов - 5

#### 6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

#### 6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – зачет 5ый семестр, экзамен 6ой семестр

Форма проведения зачета и экзамена – **ответы на вопросы билетов или тестирование**

**Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Климатология и теория климата»:**

**ОПК-2.1**

- 1). Определение климатологии и климата, виды климатологии.
- 2). Цели, задачи и разделы климатологии, ее связь с другими дисциплинами.
- 3). Основные методы изучения климатологии.
- 4). История развития климатологии: древний мир, средние века, первые приборы, начало метеорологических наблюдений.
- 5). Развитие климатологии в России: начало наблюдений, становление сети регулярных наблюдений, первые климатические обобщения.
- 6). Международное сотрудничество в области климатологии.
- 7). Общая характеристика климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь.
- 8). Климатообразующие факторы и их классификация.
- 9). Астрономические факторы климата: солнечная радиация и солнечная постоянная, поступление солнечной энергии на Землю.
- 10). Расчет инсоляции за сутки, полугодия, год.
- 11). Особенности распределения инсоляции на внешней границе атмосферы по земному шару и ее сезонная изменчивость.
- 12). Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли.

**ОПК-2.2**

- 13). Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие: суммарная солнечная радиация, альbedo разных видов поверхностей, поток уходящего длинноволнового излучения.
- 14). Методы определения и особенности пространственно-временного распределения радиационного баланса и его составляющих.
- 15). Радиационный баланс системы земля - атмосфера, атмосферы и океана.
- 16). Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие: затраты тепла на испарение, методы определения и общие закономерности по поверхности.
- 16). Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие: турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности в атмосферу, методы определения и общие закономерности по поверхности.
- 17) Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие: теплообмен с нижележащими слоями почвы и воды, методы определения и общие закономерности по поверхности.
- 18). Уравнение теплового баланса при наличии морских льдов.
- 19). Сезонная изменчивость составляющих теплового баланса.
- 20). Тепловой баланс системы Земля – атмосфера, широтное распределение составляющих, диаграмма Селлерса.
- 21). Общая циркуляция атмосферы: виды циркуляции и методы изучения. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы.
- 22). Характерные черты зональной и меридиональной циркуляции в тропосфере и стратосфере в разные сезоны года.
- 23). Струйные течения и их основные характеристики.
- 24). Система циклонов и антициклонов межширотного обмена. Сезонная повторяемость циклонов и антициклонов, поле давления и система воздушных течений.
- 25). Центры действия атмосферы и их сезонные свойства. Климатологические фронты: виды и сезонная изменчивость.

- 26). Пассатная циркуляция в тропической зоне и ячейка Хэдли. Особенности поля давления и циркуляции в тропиках. Внутритропическая зона конвергенции.
- 27). Тропические циклоны, их свойства и эволюция. Основные свойства муссонной циркуляции.
- 28). Сезонные закономерности муссонной циркуляции на примерах Азиатского и Африканского муссонов.
- 29). Общая циркуляция океана и её влияние на климат. Океанические течения, их классификации и свойства основных теплых и холодных океанических течений Мирового океана.
- 30). Особенности вертикальной циркуляции океана. Конвейер океанических течений Брокера.
- 31). Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо.
- 32). Влияние рельефа на климат. Горный климат и горная климатология. Влияние рельефа на приход и расход солнечной радиации.
- 33). Влияние рельефа на местную и общую циркуляцию атмосферы.
- 34). Влияние рельефа на температуру почвы и воздуха,
- 35). Влияние рельефа на влажность воздуха, облачность, осадки, снежный покров.
- 36). Вертикальная климатическая поясность.
- 37). Пространственное распределение климатических характеристик: методы пространственного обобщения и климатические карты.
- 38). Географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на земном шаре. Температурные экстремумы и аномалии в зональном распределении температуры.
- 39). Морской и континентальный климаты, пространственное распределение амплитуд годового хода, индексы континентальности.
- 40). Влажность воздуха: парциальное давление водяного пара и относительная влажность, их пространственные закономерности в разные сезоны года.
- 41). Пространственно-временное распределение осадков.
- 42). Совместное влияние термического режима и режима увлажнения на климат, засухи.
- 43). Влагооборот в атмосфере земного шара и водные балансы, облачность.
- 44). Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды.
- 45). Ботанические классификации (классификация В.П.Кеппена и другие).
- 46). Гидрологические (классификация климатов А.И.Воейкова и другие).
- 47). Почвенные (В.В.Докучаева, В.Р.Волобуева, Т.Г.Селянинова).
- 48). Генетические классификации, основанные на особенностях циркуляции (Б.П.Алисов) и теплового баланса деятельной поверхности (Будыко-Григорьев).
- 50). Основные характеристики климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П.Алисова.
- 51). Экваториальный и субэкваториальный типы климатов. Типы климатов в тропическом и субтропическом поясе.
- 52). Характеристики климатов умеренных и арктических широт.
- 53). Климаты России: климат арктического, субарктического и умеренного поясов, особенности формирования, климатические области.

**Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Климатология и теория климата»:**

**ОПК-3.2**

- 1). Теория климата: определение, задачи, современное состояние. Основные проблемы теории климата: спектр колебаний, внешние факторы, чувствительность к изменениям, обратные связи, триггерный механизм, странные аттракторы, интразитивность.

- 2).История международного сотрудничества в изучении изменений климата. Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучения климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC
- 3).Основные свойства отдельных компонент климатической системы (атмосферы, гидросферы, криосферы, литосферы и биосферы) в их влиянии на динамику климата.
- 4).Причинно-следственные прямые и обратные взаимосвязи в климатической системе.
- 5).Астрономическая теория М.Миланковича изменения климата и результаты расчетов. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты.
- 6).Влияние солнечной активности на динамику климата: солнечная активность, история ее открытия, схемы солнечно-земных связей. Механизмы воздействия солнечной активности на нижнюю атмосферу. Данные наблюдений, воздействие на климат и прогноз
- 7).Влияние нестабильности вращения Земли на климат: история, динамика скорости вращения Земли и координат полюса
- 8).Перемещение материков по земному шару и горообразование: геологический календарь, теория тектонических плит, влияние динамики материков на оледенения.
- 9).Движение магнитных полюсов Земли. Влияние интенсивности магнитного поля и положения полюсов на климат, динамика полюсов.
- 10).Влияние вулканических извержений на изменение климата: география, типы, индекс интенсивности, история основных извержений и их влияние на климат и его основные характеристики: радиационный баланс, давление, температуру, осадки.
- 11) Климатические катастрофы в истории Земли.
- 12).Классификация и состав факторов и загрязнителей. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды.
- 13).Атмосферный аэрозоль: классификация, оценки потоков, воздействие на климат.
- 14). Природа парникового эффекта.
- 15). Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса.
- 16). Глобальное экологическое равновесие. Концепция биотической регуляции окружающей среды, «мир маргариток».
- 17).История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое.

#### **ПК-5.2**

- 18).Виды автоколебаний в климатической системе. Основные закономерности общей циркуляции атмосферы. Природа зональной циркуляции.
- 19).Общая циркуляция мирового океана.
- 20).Квазидвухлетняя цикличность экваториальной атмосферы и влияние ее на зональную циркуляцию.
- 21).Центры действия атмосферы, основные индексы атмосферных колебаний и свойства их динамики.
- 22).Эль-Ниньо – Южное колебание: история открытия, механизм. Индекс южного колебания, его динамика. Индексы Эль-Ниньо и Ла-Нинья.
- 23).Влияние Гольфстрима на изменение климата.
- 24). Динамика криосферы и ее влияние на климат и изменение уровня океана.
- 25).Виды хозяйственной деятельности и ее воздействия на климат.
- 26).Антропогенные факторы, изменяющие локальный климат: изменение теплового баланса земной поверхности и его составляющих
- 27).Антропогенное воздействия на растительный покров, мезоклимат леса.
- 28).Антропогенное воздействие на водный режим, создание водохранилищ.
- 29). Климат города.

- 30). Изменение глобального климата в виде воздействия на состав атмосферы: рост углекислого газа и других газов и аэрозолей. Другие антропогенные факторы глобального влияния.
- 31). Методы аппроксимации временных рядов. Методы выбора наиболее эффективной модели временного ряда из нескольких.
- 32). Линейные статистические модели внутригодовых колебаний.
- 33). Способы пространственного обобщения и моделирования.
- 34). Построение линейных пространственных моделей

### **ПК-5.3**

- 35). Классификация и иерархия климатических моделей.
- 36). Одномерная модель М.И.Будыко, определение параметров модели,
- 36). Расширение модели М.И.Будыко для сезонов.
- 37). Чувствительность модели М.И.Будыко к изменению притока радиации, альбедо, облачности. Приложение модели к исследованию изменения циркуляции, концентрации CO<sub>2</sub> и однозначности климата.
- 38). Другие ЭБМ (Селлерса, Сергиных, Винникова и т.д.).
- 39). РКМ. Блок расчета потоков коротковолновой и длинноволновой радиации. Радиационное равновесие с конвекцией.
- 40). Параметризация РКМ модели и выводы по применению.
- 41). Комбинирование ЭБМ и РКМ.
- 42). Модели промежуточной сложности на примере КМ ИФА РАН.
- 43). Составляющие теории климата. Принципы построения МОЦА и основные подсеточные процессы.
- 44). Уравнения блока атмосферы, океана, суши, снежного покрова, морских и материковых льдов.
- 45). Международная программа AMIP, чувствительность моделей к изменению CO<sub>2</sub>. Модель HadAM3 - HadOM3.
- 46). Модель ИВМ РАН: вычислительные характеристики, воспроизведение современного климата и оценка воздействия.
- 47). Источники сведений о климатах прошлого и история палеоклиматологии.
- 48). Методы палеоклиматологии: изучение осадочных пород, биогеографические методы.
- 49). Методы палеоклиматологии: дендрохронология и изотопные,
- 50). Методы палеоклиматологии: химические и палеомагнитные методы
- 51). Примеры приложения методов палеоклиматологии для оценки климата прошлого: ледяные керны, древние русла и осадки морей
- 52). История и основные закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы. Климат докембрия: формирование и основные оледенения.
- 53). Климат фанерозоя: изменения температуры, оледенения, климатические особенности разных периодов.
- 54). Изменение климата в кайнозое. Основные черты установившегося климатического режима и вклады радиации, альбедо и CO<sub>2</sub> в историческое изменение глобальной температуры. Палеоклимат Арктики
- 55). Причины оледенений четвертичного периода. Особенности климата позднеледниковья по моделям и палеореконструкциям
- 56). Основные закономерности климата голоцена до нашей эры и в течение последних 2000 лет, включая анализ малого климатического оптимума и малого ледникового периода.
- 57). Общие свойства динамики климата за геологическую историю
- 58). Особенности современного климата и наблюдаемые изменения в различных климатических характеристиках.
- 59). Динамика и вклады показателей антропогенного воздействия на атмосферу

60). Особенности формирования климата ближайшего будущего и методы прогнозирования.

61). Результаты сценарных оценок будущего климата на основе МОЦАО для планеты и России. Результаты по другим прогнозам: палеоаналоги, астрономические прогнозы и т.д.

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7. - Распределение баллов по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы, за которую ставятся баллы</b>	<b>Баллы</b>
Посещение лекционных занятий	10
Практические задания	50
Тесты	20
Промежуточная аттестация	20
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>

Таблица 8 - Распределение дополнительных баллов

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

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 50 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 9 - Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

<b>Оценка</b>	<b>Баллы</b>
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

## 7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Практикуме по Клиματοлогии, Часть 1 и Часть 2 по освоению дисциплины «Климатология и теория климата».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### а) основная литература:

- 1.Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1 Общая климатология. Книга 1 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2019 – 378 с. Режим доступа [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170314.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf)
- 2.Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология. Книга 2 в двух



- книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2020 – 378 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170318.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170318.pdf)
3. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2011. – 144 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170314.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf)
  4. В.А.Лобанов Лекции по климатологии. Часть 2. Динамика климата. Кн.1. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ, 2016. - 332 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417174414.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417174414.pdf)
  5. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 2 Динамика климата. Книга 2 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2018 – 377 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417170318.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170318.pdf)
  6. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
  7. М.И.Будыко Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 352 с.

**б) дополнительная литература:**

1. О.А.Дроздов, В.А.Васильев, Н.В.Кобышева, А.Н.Раевский, Л.К.Смекалова, Е.П.Школьный Климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
2. Б.П.Алисов, Б.В.Полтараус Климатология. Из-во МГУ, 1974. – 299 с.
3. В.А.Лобанов Учебное пособие по региональной климатологии. СПб.: РГГМУ, 2020. – 170 с.
4. Ю.П. Переведенцев Теория климата (2-ое издание). Казанский Госуниверситет, 2009 - 504 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19484328>
5. О.А.Дроздов, В.А.Васильев, Н.В.Кобышева, А.Н.Раевский, Л.К.Смекалова, Е.П.Школьный Климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
6. Л.Т.Матвеев Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 296 с.
7. И.Л. Кароль Введение в динамику климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1988 – 216 с.
8. А.В. Кислов Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 352 с.
9. С.П. Хромов, М.П. Петросянц Метеорология и климатология. Из-во МГУ, 2001. – 528.
10. Н.Дрейпер, Г.Смит Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973 – 392 с.
11. Л.Закс Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598 с.
12. В.Н.Малинин Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург, 2008. – 407 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. СДО MOODLE РГГМУ <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=88>
2. Электронный ресурс <http://metfac.ru/> Презентации лекций по климатологии и теории климата (автор В.А.Лобанов)

8.3. Перечень программного обеспечения

1. windows 7 48130165 21.02.2011
2. office 2010 49671955 01.02.2012

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. <http://znanium.com>
3. Специализированный массив базы гидрометеорологических данных ВНИИГ-МИ-МЦД <http://meteo.ru/data>

- 8.5. Перечень профессиональных баз данных
1. Электронно-библиотечная система elibrary;
  2. База данных издательства SpringerNature;
  3. База данных Web of Science
  4. База данных Scopus

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

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

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

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

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

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

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

### **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

### **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий