Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

ТЕОРИЯ КЛИМАТА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/Заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»
_____ Волобуева О.В.

Председатель УМС _____И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
«19» ____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.

Санкт-Петербург 2021

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Теория климата" является подготовка бакалавров, владеющих знаниями в объеме, необходимом 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 дисциплины - изучение физических процессов и факторов, определяющих многообразие климатов Земли и их динамику на основе физико-математических и статистических моделей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория климата» для подготовки бакалавров по направлению 05.03.05 − Прикладная гидрометеорология, по профилю подготовки «Прикладная метеорология» относится к дисциплинам, **формируемым участниками образовательных отношений.**

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

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

Основные разделы “Теории климата” требуют предварительного изучения следующих дисциплин:

- астрономия для изучения динамики астрономических факторов климата;
- геофизика для изучения динамики геофизических факторов климата;
- общая химия и химия атмосферы для изучения влияния состава атмосферы на динамику климата;
- синоптическая и динамическая метеорология для изучения автоколебаний в климатической системе;
- экология, биология, геоэкология, геофизика для изучения антропогенного воздействия на динамику климата;
- математика, статистика и математическая физика для понимания статистических и физико-математических моделей динамики климата;
- география, геофизика, химия для изучения палеоклиматологии и ее методов.

Таким образом, дисциплина “Теория климата” является комплексной дисциплиной и обучающиеся должны для ее освоения иметь знания как по отдельным разделам фундаментальных дисциплин (“Математика”, “Физика”, “Химия”, “Информатика”, “География”), так и знать прикладные дисциплины по специальности “Метеорология”, такие как: “Физика атмосферы”, “Геофизика”, “Синоптическая метеорология”, “Динамическая метеорология”, “ Статистические методы анализа гидрометеорологической информации”.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенции выпускников **ПК-2.2; ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3**

Таблица 1 - Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК – 2 Способен анализировать явления и процессы природной среды, выявлять их закономерности	ПК-2.2 Выявляет закономерности и аномалии происходящих процессов в природной среде	**Знать:** 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. **Уметь:** выделять факторы, формирующие процессы разного временного масштаба в составляющих и характеристиках климатической системы и разделять общие климатические закономерности от аномальных процессов. **Владеть:** инструментами и методами оценки закономерностей во времени и по пространству и методами выявления климатических составляющих разного временного масштаба.
ПК – 5 Способен систематизировать метеорологическую информацию, полученную различными способами	ПК-5.1 Использует различные источники (данные наблюдений, экспериментов и результатов моделирования) и методы получения информации о конкретном явлении или процессе	**Знать:** современные источники информации в Интернете о климатических характеристиках как в пунктах наблюдений, так и в узлах регулярной сетки в виде данных реанализа для физико-математических моделей климата. **Уметь:** получать информацию с сайтов Интернета как о самих данных наблюдений за характеристиками климатической системы, так и о результатах их обработки и анализа. **Владеть:** современными технологиями для получения информации, в том числе и в виде форматов nc, по результатам численных экспериментов и будущих проекций климата в узлах регулярной сетки по физико-математическим моделям климата.
ПК – 5 Способен систематизировать метеорологическую информацию, полученную различными способами	ПК-5.2 Оценивает качество полученной метеорологической информации	**Знать:** проблему оценки качества информации для климатических исследований современных изменений климата, которая определяет эффективность и надежность выводов о современном изменении климата и его причинах. **Уметь:** оценивать качество информации объективными статистическими методами, включая оценку однородности эмпирических распределений на экстремумы, стационарности параметров и влияния пропусков и продолжительности рядов наблюдений на надежность получаемых ре-

		зультатов. **Владеть:** статистическими методами оценки качества климатической информации, учитывающими асимметричность распределений гидрометеорологических характеристик и естественную внутрирядную связанность.
ПК – 5 Способен систематизировать метеорологическую информацию, полученную различными способами	ПК-5.3. Проводит анализ и систематизацию поступившей информации, которая может быть использована в том числе для составления обзоров и справочников	**Знать:** источники информации о динамике и современных изменениях климата, представленные в виде отчетов МГЭИК, различных международных проектов и программ. **Уметь:** получать обобщенную и систематизированную информацию об изменениях климата с сайтов Интернета для составления обзоров и справочных пособий. **Владеть:** современными компьютерными технологиями, знаниями в области динамики климата и его факторов, иностранными языками и языками программирования для чтения и получения информации.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа.

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

Объём дисциплины	**Всего часов**	
	Очная форма обучения	**Заочная форма Обучения**
Общая трудоёмкость дисциплины	**108**	**108**
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	**42**	**12**
в том числе:		
лекции	**14**	**4**
практические занятия	**28**	**8**
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	**66**	**96**
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	**экзамен**	**экзамен**

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	Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата	6	**2**	**4**	**8**	Тесты, задания	**ПК-2.2**	ПК-2.2
2	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	6	**6**	**12**	**30**	Тесты, задания	**ПК-5.1**	ПК-5.1
3	Эмпирико-статистические модели климатических изменений	6	**1**	**2**	**4**	Тесты, задания	**ПК-5.1, ПК-5.2**	ПК-5.1, ПК-5.2
4	Физико-математические модели климатических изменений	6	**2**	**4**	**10**	Тесты, задания	**ПК-5.1, ПК-5.2**	ПК-5.1, ПК-5.2
5	Исторические колебания климата	6	**2**	**4**	**6**	Тесты, задания	**ПК-5.2, ПК-5.3**	ПК-5.2, ПК-5.3
6	Современный и будущий климат	6	**1**	**2**	**8**	Тесты, задания	**ПК-5.2, ПК-5.3**	ПК-5.2, ПК-5.3
	ИТОГО		**14**	**28**	**66**			
С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу экзамена						**108**		

Таблица 4. - Структура дисциплины для заочной 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	Задачи теории климата	6	**0,5**	**1**	**12**	Тесты,	**ПК-2.2**	ПК-2.2

	и международное сотрудничество в изучении изменений климата					задания		
2	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	6	**1**	**2**	**24**	Тесты, задания	**ПК-5.1**	ПК-5.1
3	Эмпирико-статистические модели климатических изменений	6	**0,5**	**1**	**12**	Тесты, задания	**ПК-5.1, ПК-5.2**	ПК-5.1, ПК-5.2
4	Физико-математические модели климатических изменений	6	**1**	**2**	**24**	Тесты, задания	**ПК-5.1, ПК-5.2**	ПК-5.1, ПК-5.2
5	Исторические колебания климата	6	**0,5**	**1**	**12**	Тесты, задания	**ПК-5.2, ПК-5.3**	ПК-5.2, ПК-5.3
6	Современный и будущий климат	6	**0,5**	**1**	**12**	Тесты, задания	**ПК-5.2, ПК-5.3**	ПК-5.2, ПК-5.3
	ИТОГО		**4**	**8**	**96**			
С учетом трудозатрат на подготовку и сдачу экзамена						**108**		

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1. 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 изучении климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC.

4.3.2. 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 нестабильности 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.

4.3.3. 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 палеореконструкции. 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.

4.3.4. 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 CO_2 и однозначности климата. Другие энерго-балансовые модели (ЭБМ): одномерная Селлерса, 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_2. Модель HadAM3 - HadOM3. Модель института вычислительной математики (ИВМ) РАН: вычислительные характеристики, воспроизведение современного климата и оценка воздействия.

4.3.5. 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_2 в историческом изменение 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.

4.3.6. 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 теории климата и международное сотрудничество	**4**
2	Оценка проявления современного изменения климата в рядах климатических характеристик и их факторов	**12**
3	Применение энерго-балансовых моделей для оценки влияния на температуру воздуха изменения приходящей радиации, облачности и концентрации углекислого газа	**2**
4	Особенности изменения климата в фанерозое	**4**
5	Основные закономерности современных изменений климата	**4**

6	Применение физико-математических моделей для оценки будущих проекций климата	**2**

Таблица 6. - Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Всего часов
1	Задачи теории климата и международное сотрудничество	**1**
2	Оценка проявления современного изменения климата в рядах климатических характеристик и их факторов	**2**
3	Применение энерго-балансовых моделей для оценки влияния на температуру воздуха изменения приходящей радиации, облачности и концентрации углекислого газа	**1**
4	Особенности изменения климата в фанерозое	**2**
5	Основные закономерности современных изменений климата	**1**
6	Применение физико-математических моделей для оценки будущих проекций климата	**1**

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 – **экзамен**

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

Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Теория климата»:

ПК-2.2

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 изучении 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.

ПК-5.1

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_2 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_2. 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_2 в историческом 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

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

Таблица 8 - Распределение дополнительных баллов

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

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

Таблица 9 - Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	**Баллы**
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. 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
2.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
3. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2.

(учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
4. М.И.Будыко Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 352 с.

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