

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

КЛИМАТОЛОГИЯ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

05.03.05 Прикладная гидрометеорология

Направленность (профиль)
Прикладная метеорология

Квалификация:
Бакалавр

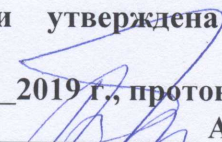
Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»


_____ Волобуева О.В.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
22 октября 2019 г., протокол № 2

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры
11 сентября 2019 г., протокол № 1
Зав. кафедрой  Абанников В.Н.

Авторы-разработчики:
_____ Лобанов В.А.

Санкт-Петербург 2019

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины "Климатология" 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: климатологическая обработка информации, факторы формирования климата и их динамика, закономерности распределения климатических характеристик на Земле и классификация климатов, 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 "Климатология" для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология, профиль – Прикладная метеорология относится к дисциплинам базовой части образовательной программы.

Дисциплина состоит из двух частей: "Общая климатология" и "Динамика климата". Часть "Общая климатология" включает в себя изучение основных закономерностей климата и его факторов по территории Земли, которые обобщены за многолетний период. Основные разделы "Общей климатологии" требуют предварительного изучения следующих дисциплин:

- теория вероятностей и математическая статистика для целей обработки климатической информации;
- физика атмосферы для понимания процессов, участвующих в формировании уравнений радиационного и теплового балансов;
- синоптическая метеорология для понимания факторов атмосферной циркуляции в формировании климата;
- физика океана для понимания факторов океанической циркуляции в формировании климата.

Часть "Динамика климата" предназначена для изучения изменений климата и формирующих его факторов во времени и поэтому связана с изучением динамики климата, в дополнении к "Общей климатологии", которая изучает климат в его статичном многолетнем состоянии. Основные разделы "Динамики климата" требуют предварительного изучения следующих дисциплин:

- введение в химию атмосферы для изучения влияния состава атмосферы на динамику климата;
- синоптическая метеорология, динамическая метеорология для изучения автоколебаний в климатической системе;
- теория вероятностей и математическая статистика для понимания статистических и физико-математических моделей динамики климата.

Таким образом, дисциплина "Климатология" является комплексной дисциплиной и обучающиеся должны для ее освоения иметь знания как по отдельным разделам фундаментальных дисциплин ("Математика", "Физика", "Информатика"), так и знать прикладные дисциплины, такие как: "Физика атмосферы", "Синоптическая метеорология", "Динамическая метеорология", "Статистические методы анализа гидрометеорологической информации".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Способность представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики.
ОПК-4	способностью давать качественную оценку фактов, явлений и процессов, происходящих в природной среде, возможных рисков и ущербов при наступлении неблагоприятных условий
ОПК-6	способностью осуществлять и поддерживать коммуникативную связь с внутренними и внешними пользователями гидрометеорологических данных об атмосфере, океане и водах суши

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Климатология» обучающийся должен:

Знать:

- способы получения и методы обработки климатологической информации;
- основные факторы формирования климата и составляющие уравнений радиационного и теплового балансов;
- закономерности распределения основных климатических характеристик по Земному шару;
- основные классификации климатов Земли;
- основные задачи теории климата и международные программы и проекты по исследованию изменений климата;
- структуру климатической системы Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата;
- статистические методы и модели для изучения пространственно-временных колебаний климата и полученные на их основе результаты;
- основные виды физико-математических моделей климатических изменений и результаты их применения;
- методы палеоклиматологии для получения информации о климатах прошлого;
- исторические изменения климатов Земли от возникновения планеты до современного периода и сценарные оценки климата ближайшего будущего.

Уметь:

- выполнять основные виды климатологической обработки данных, включая оценку однородности и стационарности информации, восстановление пропусков и увеличение продолжительности рядов наблюдений, определение параметров распределений и расчетных климатических характеристик;
- рассчитывать приходящую солнечную радиацию к верхней границе атмосферы;
- строить детерминированные пространственные модели климатических характеристик; статистические пространственно-временные модели, включая модели внутригодовых колебаний и простые физико-математические модели типа энергобалансовых, а также проводить на их основе исследования с привлечением международных архивов данных в Интернете, современных вычислительных средств и ГИС-технологий.

Владеть:

- методами обработки климатологической информации,
- знаниями об основных процессах и факторах, формирующих климат и общие закономерности распределения климатических характеристик по Земному шару,
- знаниями о причинах и факторах изменений климата,

- основные видами моделей для изучения динамики климата;
- знаниями об основных причинах изменения климата в прошлом, настоящем и ближайшем будущем.

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Климатология» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенцией планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки освоения компетенцией (описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

2019 год набора

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	28	8
в том числе:		
лекции	14	4
практические занятия	14	4
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	44	64
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	Зачет

4.1. Содержание разделов дисциплины

Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата	5	2	2	8	Коллоквиум	3	ОПК-1 ОПК-6
2	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	5	2	2	6	Коллоквиум.	2	ОПК-4
3	Влияние астрономических факторов на динамику климата	5	2	2	8	Коллоквиум	2	ОПК-4
4	Влияние геофизических	5	2	2	6	Коллоквиум	2	ОПК-4

	факторов на климат							
5	Влияние состава атмосферы на климат	5	2	2	6	Коллоквиум	2	ОПК-4
6	Влияние автоколебаний в климатической системе на динамику климата	5	2	2	6			ОПК-4
7	Антропогенное воздействие на динамику климата	5	2	2	6	Коллоквиум	1	ОПК-4
	ИТОГО		14	14	44		12	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета					72 часа			

Заочное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. рабога			
1	Задачи теории климата и международное сотрудничество в изучении изменений климата	7	2	2	10	Коллоквиум	1	ОПК-1 ОПК-6
2	Климатическая система Земли и влияние отдельных ее компонент на динамику климата	7	0	2	8	Коллоквиум.	1	ОПК-4
3	Влияние астрономических факторов на динамику климата	7	0	2	10	Коллоквиум	1	ОПК-4
4	Влияние геофизических факторов на климат	7	0	2	8	Коллоквиум	2	ОПК-4
5	Влияние состава атмосферы на климат	7	2	2	10	Коллоквиум	2	ОПК-4
6	Влияние автоколебаний в климатической системе на динамику климата	7	0	2	10			ОПК-4
7	Антропогенное воздействие на динамику климата	7	0	2	8	Коллоквиум	1	ОПК-4
	ИТОГО		4	4	64		8	

С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета	72 часа
--	---------

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. Климатическая информация и банки данных. Климатологическая обработка информации

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).

Оперативная и режимная метеорологическая информация, специализированные системы обработки, контроля управления базами данных Мировые и региональные центры хранения режимной информации, их функции и состав информации. Примеры видов информации, содержащейся в различных банках данных (Обнинск, Вашингтон и другие).

Климатологические ряды: источники и способы их получения. Цели и задачи климатологической обработки метеорологических данных.

Причины неоднородности. Предварительные (простые) методы выявления неоднородности и примеры их применения. Статистические методы оценки однородности эмпирических распределений климатических величин и стационарности основных параметров распределений (среднее значение и дисперсия). Влияние асимметрии и автокорреляции на статистику критериев. Примеры оценки однородности и стационарности по статистическим критериям.

Классификация методов восстановления данных и увеличения продолжительности рядов климатических характеристик. Условия построения эффективных регрессионных зависимостей для восстановления. Алгоритмы и уравнения трех основных методов восстановления данных. Показатели эффективности восстановления данных на зависимой и независимой информации. Применение исторических максимумов для корректировки эмпирических обеспеченностей и параметров распределений.

Виды эмпирических распределений климатических характеристик. Построение эмпирического распределения. Формулы расчета основных параметров распределений методом моментов и наибольшего правдоподобия. Аппроксимация эмпирических распределений климатических характеристик аналитическими законами. Особенности обработки различных метеорологических наблюдений и комплексные климатические показатели. Использование расчетных климатических характеристик в различных отраслях экономики: строительная климатология (СНиП), агроклиматология, медицинская и авиационная климатология.

4.2.2. Факторы формирования климата

Общая характеристика климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь. Климатообразующие факторы и их классификация. 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 сезонная изменчивость. Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли, влияние прозрачности атмосферы и облачности на уменьшение солнечной радиации.

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.

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.

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.

4.2.3. Пространственные распределения 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.

4.2.4. 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.

4.2.5. 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, температура, 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.

4.2.6. 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.

4.2.7. 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, альbedo, облачности. Приложение модели к исследованию изменения циркуляции, концентрации CO_2 и однозначности климата. Другие энергобалансовые модели (ЭБМ): одномерная Селлеса, 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.

4.2.8. 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, альbedo и CO₂ 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 палеорекострукциям. 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.

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.

4.3.Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Оценка однородности и стационарности климатических характеристик	Лабораторная работа	ОПК-1 ОПК-6
2	1	Работа с архивами климатических характеристик и их пополнение за последние годы с сайтов в Интернете	Практическая работа	ОПК-1 ОПК-6
3	2	Восстановление пропусков наблюдений и приведение непродолжительных рядов климатических характеристик к многолетнему периоду	Лабораторная работа	ОПК-4
4	2	Расчет параметров и квантилей распределений климатических характеристик	Лабораторная работа	ОПК-4
5	2	Выполнение расчетов по климатологической обработке рядов наблюдений в редакторе Excel.	Практическая работа	ОПК-4
6	2	Оформление заданий и лабораторных работ в редакторе Word	Практическая работа	ОПК-4
7	3	Теоретическое распределение солнечной радиации на верхней границе атмосферы	Лабораторная работа	ОПК-4
8	3	Использование ресурсов Интернет для определения астрономических характеристик на примере Солнечного калькулятора.	Практическая работа	ОПК-4
9	4	Пространственная изменчивость климатических данных	Лабораторная работа	ОПК-4
10	4	Обучение работе с основными функциями ГИС на примере QGIS.	Практическая работа	ОПК-4

11	5	Международные программы по изучению изменений климата в Интернете.	Практическая работа	ОПК-4
12	6	Применение статистических методов для оценки климатических изменений	Лабораторная работа	ОПК-4
13	7	Стохастическое моделирование пространственно-временных колебаний климата	Лабораторная работа	ОПК-4
14	7	Энергобалансовая модель климатических изменений М.И.Будыко	Лабораторная работа	ОПК-4
15	7	Результаты расчетов на основе МОЦАО в Интернете	Практическая работа	ОПК-4

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

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

5.1.2. Беседа со студентами (коллоквиум) перед выполнением каждой лабораторной работы. На основании результатов коллоквиума студент допускается (не допускается) к выполнению работы.

5.1.3. Прием и проверка отчета по каждой лабораторной работе.

Вопросы по лекциям:

1. Что такое однородность эмпирического распределения?
2. Какие основные причины возможной неоднородности?
3. По каким критериям оценивается однородность и их основные особенности?
4. Что такое обобщенные критерии оценки однородности?
5. Какова последовательность оценки однородности по статистическим критериям?
6. Что такое статистическая значимость параметров распределения и как она оценивается для коэффициентов автокорреляции, асимметрии и других параметров?
7. Что такое оценка стационарности и чем она отличается от оценки однородности?
8. По каким критериям оценивается стационарность средних значений и дисперсий?
9. Что оценивается раньше: стационарность средних или дисперсий и почему?
10. От каких особенностей временных рядов зависят критические значения статистик критериев стационарности средних и дисперсий?
11. Какова последовательность оценки стационарности по статистическим критериям и какие таблицы критических значений могут быть использованы для этого?
12. Какой вывод можно получить, если оценивать однородность асимметричных распределений с помощью статистических критериев, предназначенных для симметричных распределений?
13. Почему солнечная энергия является основным источником тепла на Земле?
14. Какие процессы являются источником энергии на Солнце и что происходит с температурой Солнца: растет или падает?
15. Что такое эклиптика?

16. Из чего состоит энергетический спектр приходящей радиации?
17. Что такое солнечная постоянная и чему она равна?
18. Почему на Земле происходит смена времен года?
19. Что такое солнцестояние и равноденствие и на какие даты они приходятся?
20. Как изменяется продолжительность светового дня в течение года?
21. От каких факторов зависит приток тепла от солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность?
22. Как определить склонение Солнца на любой день года?
23. Каковы основные закономерности распределения суточных сумм приходящей радиации при отсутствии атмосферы на разных широтах в течение года?
24. Чем отличаются две формулы расчета суточной инсоляции?
25. Что такое «Солнечный калькулятор» в Интернете и что по нему можно определить?
26. На сколько изменяется расстояние от Земли до Солнца в течение года?

Образцы вопросов для тестирования студентов.

1. Чем обусловлено внутригодовое изменение климатической характеристики?
 - а) Океаническими приливами
 - б) Непостоянством скорости вращения Земли
 - в) Изменением прецессии
 - г) Вращением Земли вокруг Солнца

(Правильный ответ – г)

2. Каким моментом является дисперсия?
 - а) Первым
 - б) Вторым
 - в) Третьим
 - г) Четвертым

(Правильный ответ – б)

3. К какому типу климатических классификаций относится классификация Б.П.Алисова
 - а) Ботанические
 - б) Гидрологические
 - в) Почвенные
 - г) Генетические

(Правильный ответ – г)

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, базовый учебник.

5.3. Промежуточный контроль

Очная форма обучения

Промежуточный контроль по результатам 5-го учебного семестра – зачет.

Заочная форма обучения

Контроль по результатам 3-го учебного года – зачет.

Зачет проходит в устной форме. Обучающимся предлагается наиболее полно ответить на выбранные случайным образом вопросы.

Вопросы к зачету

1. Определение климатологии и климата, виды климатологии. Цели, задачи и разделы климатологии, ее связь с другими дисциплинами. Общая характеристика климатической системы, основные методы изучения климатологии.
2. История развития климатологии: древний мир, средние века, первые приборы, начало метеорологических наблюдений. Развитие климатологии в России: начало наблюдений, становление сети регулярных наблюдений, первые климатические обобщения. Международное сотрудничество в области климатологии.
3. Источники и способы получения климатологических рядов, цели и задачи климатологической обработки метеорологических данных. Мировые и региональные центры хранения режимной информации, их функции и состав информации, примеры
4. Основные определения математической статистики: статистическая вероятность, основные теоремы вероятности, генеральная совокупность и выборка, статистические гипотезы и способы их проверки, распределения выборочных статистик и статистические критерии, параметры распределений.
5. Основные определения регрессионного анализа: статистические зависимости между переменными, простая и множественная регрессия, метод наименьших квадратов, оценка коэффициентов уравнения и анализ остатков.
6. Оценка однородности: причины неоднородности, предварительные (простые) методы выявления неоднородности и примеры их применения. Статистические методы оценки однородности эмпирических распределений климатических величин.
7. Оценка стационарности параметров временных рядов: причины, методы. Влияние асимметрии и автокорреляции на статистики критериев. Примеры оценки стационарности по статистическим критериям.
8. Восстановление пропусков и удлинение рядов наблюдений: классификация методов, основные уравнения, условия построения эффективных зависимостей для восстановления, показатели эффективности восстановления, применение исторических максимумов.
9. Определение расчетных климатических характеристик: построение эмпирического распределения, формулы расчета параметров, аппроксимация аналитическими распределениями.
10. Особенности обработки различных климатических характеристик и комплексные климатические показатели. Использование климатических характеристик в различных отраслях экономики на примере СНиПа по строительная климатология.
11. Общая характеристика климатической системы, компоненты системы, их физические свойства и взаимосвязь. Климатообразующие факторы и их классификация.
12. Астрономические факторы климата: солнечная радиация и солнечная постоянная, поступление солнечной энергии на Землю. Расчет инсоляции за сутки, полугодия, год.
13. Особенности распределения инсоляции на внешней границе атмосферы по земному шару и ее сезонная изменчивость. Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли.
14. Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие: суммарная солнечная радиация, альбедо разных видов поверхностей, поток уходящего длинноволнового излучения. Методы определения и особенности пространственно-временного распределения радиационного баланса и его составляющих. Радиационный баланс системы земля - атмосфера, атмосферы и океана.
15. Уравнение теплового баланса подстилающей поверхности и его составляющие: затраты тепла на испарение, турбулентный поток тепла от подстилающей поверхности в атмосферу, теплообмен с нижележащими слоями почвы и воды. Методы определения и общие закономерности по поверхности.

16. Уравнение теплового баланса при наличии морских льдов. Сезонная изменчивость составляющих теплового баланса. Тепловой баланс системы Земля – атмосфера, широтное распределение составляющих, диаграмма Селлера.
17. Общая циркуляция атмосферы: 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 и их основные характеристики.
18. 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.
19. 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.
20. 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. Конвейер океанических течений Брокера. Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо.
21. Влияние рельефа на климат. Горный климат и горная климатология. Влияние рельефа на приход и расход солнечной радиации, на местную и общую циркуляцию атмосферы, на температуру почвы и воздуха, влажность воздуха, облачность, осадки, снежный покров. Вертикальная климатическая поясность.
22. Пространственное распределение климатических характеристик: 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.
23. 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, облачность.
24. Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды. Ботанические классификации (классификация В.П.Кеппена), гидрологические (классификация климатов А.И.Воейкова), почвенные (В.В.Докучаева, В.Р.Волобуева, Т.Г.Селянинова), генетические классификации, основанные на особенностях циркуляции (Б.П.Алисов) и теплового баланса деятельной поверхности (Будыко-Григорьев).
25. 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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

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://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf
2. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 2 Динамика климата. Книга 2 в двух книгах: учебник. – СПб: РГГМУ, 2018 – 377 с. http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-417170318.pdf

3. 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
4. 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
5. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
6. Ю.П. Переведенцев Теория климата (2-ое издание). Казанский Госуниверситет, 2009 - 504 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19484328>

б) Дополнительная литература:

1. Ю.П. Переведенцев Теория климата. Казанский Госуниверситет, 2004, - 318 с.
2. О.А.Дроздов, В.А.Васильев, Н.В.Кобышева, А.Н.Раевский, Л.К.Смекалова, Е.П.Школьный Климатология. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 568 с.
3. Б.П.Алисов, Б.В.Полтараус Климатология. Из-во МГУ, 1974. – 299 с.
4. Л.Т.Матвеев Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 296 с.
5. И.Л. Кароль Введение в динамику климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1988 – 216 с.
6. Н.В. Кобышева. Г.Я.Наровлинский Климатологическая обработка метеорологической информации. Л.: Гидрометеиздат, 1978 – 295 с.
7. Н.Дрейпер, Г.Смит Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973 – 392 с.
8. Л.Закс Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598 с.
9. В.Н.Малинин Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург, 2008. – 407 с.
10. А.В. Кислов Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 352 с.
11. М.И.Будыко Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 352 с.
12. С.П. Хромов, М.П. Петросянц Метеорология и климатология. Из-во МГУ, 2001. – 528.

в) рекомендуемые интернет-ресурсы

1. Электронный ресурс Всемирной метеорологической организации. Режим доступа: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/gdps-2.html>
2. Электронный ресурс Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД). Режим доступа: <http://meteo.ru/institute/>
3. Электронный ресурс, посвященный исследованию климата. Режим доступа: <http://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?someone>
4. Электронный метеорологический ресурс. Режим доступа: <http://www.wetterzentrale.de/>

г) программное обеспечение

windows 7 47049971 18.06.2010
office 2013 62398416 11.09.2013
windows 7 48130165 21.02.2011
office 2010 49671955 01.02.2012

д) профессиональные базы данных

не используются

е) информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>
2. Электронно-библиотечная система Знаниум. Режим доступа: <http://znaniium.com>

7. Методические указания для обучающихся по освоению

дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1-8)	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.</p> <p>Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.</p> <p>Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.</p> <p>Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет</p>
Лабораторные и практические занятия (темы №1-8)	<p>Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.</p> <p>Конспектирование источников, прежде всего - базового учебника и описаний лабораторных работ.</p> <p>Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы и работа с текстом.</p> <p>Подготовка специальной рабочей тетради для лабораторных работ. Заготовка шаблонов таблиц, схем и другого графического материала для заполнения при выполнении работы.</p>
Подготовка к зачету и экзамену	<p>При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.</p>

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1-8	<u>информационные технологии</u> 1. чтение лекций с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 3. проведение компьютерного тестирования 4. работа с базами метеорологических данных <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения	1. Пакет Microsoft Word, Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL http://moodle.rshu.ru 4. Базы метеорологических и климатических данных http://www.wetterzentrale.de , http://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?someone 5. Архивы многолетних рядов среднемесячных температур воздуха и сумм месячных осадков

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

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

6. Учебная метеорологическая станция РГГМУ в г. Санкт-Петербург – оснащена стандартным метеорологическим оборудованием.

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.