

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы

Рабочая программа по дисциплине

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы подготовки кадров высшей квалификации по
направлению подготовки

05.06.01 «Науки о Земле»

Направленность (профиль):

Метеорология, климатология, агрометеорология

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

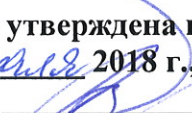
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Метеорология, климатология,
агрометеорология»

 Погорельцев А.И.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
08 февраля 2018 г., протокол № 7
Зав. кафедрой  Абанников В.Н.

Авторы-разработчики:
 Лобанов В.А.

Составители:

Лобанов В. А., д-р. техн. наук, профессор кафедры метеорологии, климатологии и охраны атмосферы РГГМУ.

© Лобанов В. А., 2018
© РГГМУ, 2018

1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина "Современное изменение климата" является аспирантской дисциплиной профессионального цикла и базовой дисциплиной, изучаемой по специальности метеорология в аспирантуре.

Целью дисциплины является получение аспирантами комплекса теоретических знаний и практических навыков, предназначенных для выполнения научно-исследовательских работ в области анализа и моделирования изменений климата как на основе данных наблюдений, так при применении современных моделей климатической системы.

Главная задача дисциплины - изучение состояния и результатов научных исследований в области анализа и моделирования современного изменения климата.

Дисциплина изучается аспирантами, обучающимися по программе подготовки аспирантов на метеорологическом факультете.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина "Современное изменение климата" для направления подготовки 05.06.01 – «Науки о Земле», профиль – «Метеорология, климатология, агрометеорология» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

Дисциплина включает в себя изучение в виде семинарских занятий современного состояния и результатов исследований в области изменения климата, а также методов анализа и моделирования климатических изменений для цели выполнения самостоятельных научно-исследовательских работ.

Основные разделы курса "Современное изменение климата" требуют предварительного изучения следующих дисциплин:

- специальные главы статистического анализа процессов и полей для выполнения анализа и моделирования;
- климатология для понимания факторов формирования климата и методов обработки климатологической информации;
- теория климата для понимания динамики факторов климатической системы и видов моделей для описания и объяснения динамики климата;
- информатика и вычислительная техника для работы с базами гидрометеорологических данных в Интернете и в стандартных редакторах Microsoft Office;
- программирование для создания отдельных вычислительных и сервисных программ;
- математическая статистика для целей анализа и пространственно-временного моделирования 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;
- геофизика для понимания динамики геофизических факторов климата.

Таким образом, дисциплина "Современное изменение 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: "Климатология", "Физика атмосферы, океана и вод суши", "Геофизика", "Синоптическая метеорология", "Динамическая метеорология", "Статистические методы в метеорологии". "Специальные главы статистического анализа процессов и полей".

Навыки, полученные в ходе изучения дисциплины, используются при изучении специальной дисциплины «Метеорология, климатология, агрометеорология», в ходе научно-исследовательской работы, педагогической практики, а также в процессе подготовки научно-квалификационной

работы (диссертации).

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций.

Код компетенции	Компетенция
ОПК-1	Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ПК-5	Владеть современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии
ПК-8	Знание методов и технологий обобщения результатов исследований для выявления новых явлений, закономерностей, законов и теоретических положений в области гидрометеорологии
УК-1	Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных областях
УК-2	Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

В результате изучения дисциплины «Современное изменение климата» аспирант должен:

Знать:

- историю проблемы современных изменений климата и основные международные проекты и мероприятия, связанные с ней;
- результаты исследований в области современного изменения климата, представленные в отчетах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК);
- классификацию климатических моделей и историю их развития;
- установленные закономерности изменения различных климатических характеристик на территории России и мира на основе анализа данных наблюдений;
- основные сценарии будущих изменений климата, представленные в специальном докладе о сценариях выбросов (СДСВ);
- современные физико-математические модели изменения климата, участвующие в эксперименте по сравнению моделей глобальной циркуляции атмосферы и океана для оценки будущего климата;
- результаты сценарных оценок будущего климата, полученные по разным моделям и разным сценариям;
- методы анализа и обработки гидрометеорологической информации с помощью современных программно-вычислительных средств;

Уметь:

- - самостоятельно проводить критический анализ результатов, полученных другими исследователями;
- - находить и использовать сайты в сети Интернет, на которых помещена климатическая информация и результаты выполнения международных проектов;
- - проводить самостоятельные научные исследования в области изменений климата, включая анализ климатических изменений на основе данных наблюдений и с помощью статистических методов и моделей;
- - использовать современные вычислительные программы и результаты сценарных оценок, полученных на основе современных физико-математических моделей.

Понимать:

научную проблему, причины современного изменения климата, состояние и методы исследований, полученные результаты и установленные закономерности, а также наиболее вероятные будущие состояния климата в целом для Земли и для отдельных ее регионов.

Владеть:

методиками и технологиями анализа, расчета и прогноза состояния разномасштабных процессов и явлений в атмосфере

Основные признаки освоения формируемых компетенций в результате освоения дисциплины "Современное изменение климата" 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 5 зачетных единиц, 180 часов.

Объём дисциплины Форма обучения	Всего часов	
	очная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	180 часов	
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	36	8
в том числе:		
лекции	-	4
практические занятия	36	4
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	144	172
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет	

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение
2018, 2017, 2016 года набора

№ 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	История проблемы современного изменения климата и международное сотрудничество.	3	0	4	10	Вопросы на занятии	1	ПК-5 ПК-8 ОПК-1
2	Физические основы и факторы современного изменения климата и физико-математические модели.	3	0	12	40	Вопросы на занятии	2	ПК-5 ПК-8 УК-1 ОПК-1

3	Установленные закономерности изменения климатических характеристик и статистическое моделирование.	3	0	10	40	Вопросы на занятии	2	ПК-5 ПК-8 УК-1 УК-2 УК-3 УК-4
4	Методы и результаты оценки будущего климата.	3	0	10	27	Вопросы на занятии	1	ПК-5 ПК-8 УК-1 УК-5 ОПК-1
ИТОГО			0	36	117		6	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (27 часов)						180		

Заочное обучение
2018, 2017, 2016, 2015 года набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Курс	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	История проблемы современного изменения климата и международное сотрудничество.	3	0	0	10	Опрос по теме при сдаче зачета	0	ПК-5 ПК-8 ОПК-1
2	Физические основы и факторы современного изменения климата и физико-математические модели.	3	2	2	50	Вопросы на занятии	0	ПК-5 ПК-8 УК-1 ОПК-1
3	Установленные закономерности изменения климатических характеристик и статистическое моделирование.	3	1	2	50	Вопросы на занятии	0	ПК-5 ПК-8 УК-1 УК-2 УК-3 УК-4
4	Методы и результаты оценки будущего климата.	3	1	0	35	Вопросы на занятии	0	ПК-5 ПК-8 УК-1

								УК-5 ОПК-1
	ИТОГО		4	4	145		0	
С учетом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета (27 часов)						180		

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1. История проблемы современного изменения климата и международное сотрудничество

В 1950 г. утверждена международная комиссия по климатологии, усилиями которой в 1957-58 гг. проведен международный геофизический год и многие последующие исследования, связанные, например с Сахельской засухой, наблюдением за озоном, что дало основание сделать в 1976 г. первое предупреждение о возможном изменении современного климата, обусловленного антропогенной деятельностью. Последующие основные международные события: 1978/79 гг. - первый глобальный эксперимент ПИГАП (Программа исследований глобальных атмосферных процессов); 1979 г. - первая Всемирная климатическая конференция, которая привела к учреждению Всемирной климатической программ; 1985г. - Венская конвенция об охране озонового слоя; 1994 г. - рамочная конвенция ООН об изменении климата; 1997 г. - принятие Киотского протокола. В начале 21 века проблема глобального изменения климата становится одной из основных проблем человечества и обсуждается в ООН и уровне глав государств.

Международные проекты по проблеме изменения климата и история их развития. Межправительственная группа экспертов по изменению климата, основные направления ее деятельности, состав и структура оценочных докладов. Четвертый оценочный доклад 2007 г., его содержание и основные выводы.

Международный проект по климатической изменчивости и предсказуемости (CLIVAR): назначение, цели проекта, структурная организация, национальные программы, полученные результаты, публикации, конференции. Другие международные проекты: эксперимент по глобальной энергии и водному циклу (GEWEX), проект по климату и криосфере (CLiC).

4.2.2. Физические основы и факторы современного изменения климата и физико-математические модели

Компоненты климатической системы и взаимосвязи между ними. Классификация факторов, влияющих на изменение климата и их характерные временные масштабы. Анализ динамики космических факторов: изменение параметров земной орбиты, солнечная активность, нестабильность вращения Земли. Влияние изменчивости геофизических факторов на климат: перемещение материков и горообразование, вулканическая деятельность, движение магнитных полюсов, глобальные природные катастрофы. Влияние автоколебаний в климатической системе на изменение климата: зональная циркуляция, центры действия атмосферы, Эль-Ниньо – Южное колебание, Госфстрим, криосфера.

Хозяйственная деятельность как основной фактор современного изменения климата. Виды хозяйственной деятельности и ее воздействия на климат. Антропогенные факторы, изменяющие локальный климат: урбанизация, воздействие на растительный покров, водный режим (водохранилища, орошение). Изменение глобального климата в виде воздействия на химический состав атмосферы: рост углекислого газа и других газов и

аэрозолей. Изменчивость парниковых газов в доиндустриальный и в индустриальный периоды. Другие антропогенные факторы глобального влияния.

Способы моделирования изменений климата. Физико-математические модели климата: история их развития и классификация. Составляющие теории климата и принципы построения моделей. Основные блоки климатической системы и уравнения, используемые для их описания в моделях ОЦАО. Взаимосвязь уравнений и краевых условий, последовательность расчета по модели. Прямые и обратные взаимосвязи, подсеточные процессы. Вычислительные характеристики моделей ОЦАО: разрешение модели, обмен информацией между блоками, вычисляемые характеристики. Воспроизведение современного климата на основе физико-математических моделей. Обнаружение влияния деятельности человека на изменение климата. Чувствительность к оценкам проявлений изменения климата.

4.2.3. Установленные закономерности изменения климатических характеристик и статистическое моделирование.

Основные сведения из истории изменения климата Земли. Климат докембрия: факторы формирования и основные оледенения. Климат фанерозоя: динамика изменения температуры, оледенения, климатические особенности разных периодов. Основные черты установившегося климатического режима. Причины оледенений четвертичного периода, особенности климата позднеледниковья. 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.

Оценка состояния климата Земли по данным оценочных докладов МГЭИК. Наблюдаемые изменения в антропогенных воздействиях и концентрациях парниковых газов. Наблюдаемые изменения в температуре воздуха: инструментальные данные о температуре суши и океанов, результаты анализа информации со спутников и шаров-зондов, применение косвенной информации. Наблюдаемые изменения в количестве атмосферных осадков и во влажности атмосферы. Наблюдаемые изменения в площади снежного покрова и материкового и морского льда, уровня моря. Наблюдаемые изменения в системах атмосферной и океанической циркуляции. Изменения в экстремальных метеорологических и климатических явлениях. Обобщенная картина: потепление на земном шаре, в отдельных его частях и другие изменения в климатической системе. Некоторые климатические характеристики, которые не претерпели изменений.

Оценка изменения климатических характеристик на территории России. Особенности климата России, его основные свойства и классификация. Источники информации, используемые для анализа. Особенности изменения температурного режима по территории России, включая сезонные изменения и изменения в экстремумах. Установленные закономерности в изменениях осадков во времени и по отдельным регионам России. Оценка изменения других климатических характеристик: опасные погодные явления, речной сток. Прогноз изменения климата России на ближайшую перспективу.

Цель и задачи статистического анализа и моделирования климатических процессов. Общая последовательность построения статистических моделей. Основные виды статистических моделей: стационарная - однородная и нестационарная – неоднородная реализация и соответствующие им теоретические постулаты. Ряды климатических характеристик как неоднородный и композиционный процесс. Основные существующие методы сглаживания, фильтрации и декомпозиции, включая осреднение, гармонический анализ. Соответствие методов декомпозиции основным свойствам климатических процессов, их ограничения и недостатки. Статистические методы оценки погрешности процесса.

Применением методов статистического моделирования для оценки климатических изменений. 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.

4.2.4. Методы и результаты оценки будущего климата

Цели и задачи оценки будущего климата в соответствии с МГЭИК: чувствительность к изменению климата (уязвимость), адаптация и смягчение последствий для отдельных регионов Земли и отраслей экономики. Методы прогноза и оценки будущего климата: сценарии изменений и математические модели климата, использование климатических палеоаналогов, использование установленных закономерностей во времени для экстраполяции.

Оценки ожидаемых будущих изменений климатических характеристик, полученные на основе установленных закономерностей по данным наблюдений для отдельных районов Земли. Результаты применения палеоаналогов для оценки будущего климата.

Сценарии развития человечества и энергетического воздействия на климат, их перечень и описание в специальном докладе МГЭИК о сценариях выбросов (СДСВ). Сравнение опорных сценариев и сценариев стабилизации. Основные характеристики сценариев семейства А2, А1В, В1, В2 и динамика изменения CO₂ до конца 21 века, полученная на их основе.

Международный проект по сравнению физико-математических моделей климата при воспроизведении настоящих и будущих климатических условий (АМIP). Результаты экспериментов по моделированию будущего климата по различным моделям и сценариям, приведенные в проекте CMIP5 (RCP-сценарии). Описание основных экспериментов и моделей, участвующих в проекте. Основные закономерности будущего климата, полученные по моделям общей циркуляции атмосферы и океана.

Проекции изменений климата и его последствий в различных регионах планеты и для различных отраслей экономики: водные ресурсы, экосистемы, продовольствие, здоровье, прибрежные территории. Влияние на последствия типа сценария, степени адаптации и путей социально-экономического развития.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

Очное обучение 2018, 2017, 2016 года набора

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Международные проекты по проблеме изменения климата и история их развития.	семинар	ПК-5, ПК-8 ОПК-1
2	2	Компоненты климатической системы и взаимосвязи между ними.	семинар	ОПК-1, ПК-5, ПК-8, УК-1
3	2	Хозяйственная деятельность как основной фактор современного изменения климата.	семинар	ОПК-1, ПК-2, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3
4	2	Способы моделирования изменений климата. Физико-математические модели	семинар	ОПК-1, ПК-5, ПК-8, УК-1

		климата: история их развития и классификация.		
5	3	Основные сведения из истории изменения климата Земли.	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3
6	3	Оценка состояния климата Земли по данным оценочных докладов МГЭИК.	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5
7	3	Оценка изменения климатических характеристик на территории России.	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5
8	3	Цель и задачи статистического анализа и моделирования климатических процессов.	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2
9	4	Цели и задачи оценки будущего климата в соответствии с МГЭИК.	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5
10	4	Результаты экспериментов по моделированию будущего климата по различным моделям и сценариям, приведенные в проекте СМIP5	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5
11	4	Проекции изменений климата и его последствий в различных регионах планеты и для различных отраслей экономики	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5

Заочное обучение

2018, 2017, 2016, 2015 года набора

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Способы моделирования изменений климата. Физико-математические модели климата: история их развития и классификация.	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5
2	3	Оценка изменения климатических характеристик на территории России	семинар	ПК-5, ПК-8, УК-1, УК-2, УК-3 УК-4, УК-5

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

5.1. Текущий контроль

Вопросы по занятиям Студентам предлагаются вопросы по каждому разделу с последующим их домашним анализом и письменными ответами на следующем занятии.

а) Образцы заданий текущего контроля.

Вопросы на занятиях:

1. Почему физико-математические модели климата являются основным инструментом для познания климатических изменений в прошлом, настоящем и будущем, а другие направления моделирования или неприменимы или малоэффективны?
2. Какие основные проблемы физико-математического моделирования?
3. Что включает в себя классификация климатических моделей и к какому классу относится ЭБМ М.И. Будыко?
4. Что такое обратные связи в климатической системе? Дайте примеры положительной и отрицательной обратной связи.
5. Какое основное уравнение используется в модели М.И. Будыко?
6. Какие эмпирические зависимости были разработаны М.И. Будыко, чтобы учесть влияние парникового эффекта на температуру воздуха?
7. Что такое нульмерная и одномерная ЭБМ М.И. Будыко?
8. От каких факторов зависит среднегодовая температура на любой широте φ и как они определяются?
9. Какие погрешности имеют место при расчете среднеширотных годовых температур по модели М.И. Будыко?
10. Какие дополнительные факторы учитываются в модели М.И. Будыко при расчете сезонных температур воздуха?
11. Каким образом по модели М.И. Будыко можно оценить влияние изменения приходящей радиации на температуру воздуха на разных широтах, и какие основные закономерности были установлены?
12. Какие широтные закономерности изменения температуры получены по модели М.И. Будыко при увеличении концентрации CO_2 ?
13. Когда и с какой целью был создан международный проект АМIP?
14. Что такое CMIP5 и какая информация в нем содержится?
15. Какие основные численные эксперименты проводятся с помощью глобальных моделей общей циркуляции атмосферы и океана в рамках проекта CMIP3?
16. Какие модели участвуют в международном эксперименте по моделированию климата 20-го и 21-го века?
17. Какие основные климатические характеристики могут быть получены на основе численного моделирования?
18. Приведите общую последовательность получения информации по результатам моделирования сайта проекта CMIP5 в Интернете.
19. Для какой цели применяется программа «Convert» и какие результаты можно получить на ее основе?
20. Опишите алгоритм получения многолетнего ряда смоделированной климатической характеристики для заданной метеостанции.
21. Что такое внутригодовое изменение климатической характеристики (годовой ход, сезонная функция) и чем оно обусловлено?
22. Что представляет собой климатическая функция внутригодовых колебаний и как можно ее получить?
23. Чем обуславливается линейность модели внутригодовых колебаний, и между какими переменными она строится?
24. Что такое коэффициент B_1 в модели внутригодовых колебаний, в каком случае он равен 1, и с какой характеристикой годового хода он связан?
25. Что такое коэффициент B_0 в модели внутригодовых колебаний, в каком случае он равен 0, и с какой характеристикой годового хода он связан?
26. Что характеризуют отклонения от линейной модели внутригодовых колебаний и как можно интерпретировать их среднее квадратическое отклонение?
27. Что такое пространственная корреляционная функция, и для какой цели она строится?

28. Какими показателями характеризуется однородность ПКФ?
29. Что такое климатическое поле и как оно вычисляется?
30. Между какими характеристиками строится линейная пространственная модель?
31. Какую интерпретацию имеют коэффициенты линейной пространственной модели A_1 и A_0 ?
32. Что такое параметр S_E в линейной пространственной модели и что он характеризует?
33. В чем различие между стационарной и нестационарной моделью временного ряда?
34. Какие основные виды нестационарных моделей Вы знаете и как они связаны с проявлением возможных внешних воздействий на климатическую систему?
35. Что такое среднее квадратическое отклонение остатков и чему оно равно для стационарной модели?
36. Как можно определить статистическую значимость модели линейного тренда без сравнения ее со стационарной моделью?
37. Каким образом можно определить дату перехода от одного стационарного режима к другому в модели ступенчатых изменений?
38. Что такое автокорреляционная функция и как на ее основе можно определить наиболее существенные и статистически значимые периоды гармонических колебаний?
39. Какие функциональные преобразования следует выполнить и в какой переменной для реализации модели гармонических колебаний?
40. Как оценить статистическую значимость коэффициентов моделей временных рядов?
41. Что такое эффективность нестационарных моделей и как она определяется?
42. Что такое статистическая значимость нестационарных моделей и как ее определить?

Вопросы для собеседования

1. Почему физико-математические модели климата являются основным инструментом для познания климатических изменений в прошлом, настоящем и будущем, а другие направления моделирования или неприменимы или малоэффективны?
2. Какие основные проблемы физико-математического моделирования?
3. Что включает в себя классификация климатических моделей и к какому классу относится ЭБМ М.И.Будыко?
4. Какие широтные закономерности изменения температуры получены по модели М.И.Будыко при увеличении концентрации CO_2 .

б). Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

Выполнение рефератов, эссе и докладов по данной дисциплине не предусмотрено.

в). Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Выполнение курсовых работ по данной дисциплине не предусмотрено учебным планом.

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, основную и дополнительную литературу, сайты Интернета.

5.3. Промежуточный контроль

Промежуточный контроль по результатам 3-го учебного семестра – зачет (очная форма обучения), 3-го года обучения– зачет (заочная форма обучения).

Образцы билетов к зачету

Билет 2

1. Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучения климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC
2. Чувствительность модели М.И.Будыко к изменению притока радиации, альbedo, облачности.

Билет 5

1. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты.
2. Комбинирование ЭБМ и РКМ. Модели промежуточной сложности на примере КМ ИФА РАН.

Билет 8

1. Влияние автоколебаний в климатической системе на изменение климата: зональная циркуляция, центры действия атмосферы, Эль-Ниньо – Южное колебание, Госфстрим, криосфера.
2. Линейные статистические модели внутригодовых колебаний. Модели многолетних колебаний, включая оценку погрешностей и методы декомпозиции.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Лобанов В.А., И.А.Смирнов. А.Е. Шадурский. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2011. – 144 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417170314.pdf
2. Лобанов В.А., И.А.Смирнов. А.Е. Шадурский. Практикум по климатологии. Часть 2. (учебное пособие). Санкт-Петербург, 2012. – 141 с.
3. Лобанов В.А., А.Е. Шадурский Выделение зон климатического риска на территории России при современном изменении климата. Монография. Санкт-Петербург, издание РГГМУ, 2013. – 123 с.
4. Лобанов В.А., Тощакова Г.Г. Проявление современных изменений климата на территории Костромской области. Монография. ФГБУ «Костромской центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Кострома. 2013 – 171 с.
5. Лобанов В.А., А.Л. Кандове, О.А.А. Шукри Методические указания по выполнению лабораторной работы: «Сценарные оценки будущего климата на основе моделей общей циркуляции атмосферы и океана и данных проекта СМIP5» Санкт-Петербург, издание РГГМУ, 2015 – 46 с.

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. С.П.Хромов, М.П. Петросянц Метеорология и климатология. Из-во МГУ, 2001. – 528.
5. Л.Т. Матвеев Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 296 с.

6. И.Л. Кароль Введение в динамику климата Земли. Л.: Гидрометеиздат, 1988 – 216 с.
7. Н.В. Кобышева. Г.Я. Наровлинский Климатологическая обработка метеорологической информации. Л.: Гидрометеиздат, 1978 – 295 с.
8. Н. Дрейпер, Г.Смит Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973 – 392 с.
9. Л. Закс Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598 с.
10. В.Н.Малинин Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Санкт-Петербург, 2008. – 407 с.
11. А.В. Кислов Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 352 с.
12. М.И. Будыко Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 352 с.

в) Рекомендуемые интернет-ресурсы

Климатология:

Электронный ресурс: <http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/gdps-2.html>

Электронный ресурс: <http://meteo.ru/institute/>

Электронный ресурс: <http://cdiac.ornl.gov/epubs/ndp/ndp041/graphics/ndp041.temp.gif>

Электронный ресурс: <http://climexp.knmi.nl/selectstation.cgi?someone>

Электронный ресурс: <http://www.wetterzentrale.de/>

Динамика климата:

Электронный ресурс: <http://www-pcmdi.llnl.gov/projects/amip/index.php>

Электронный ресурс: www.wcrp-climate.org/decadal/references/DCPP_Bias_Correction.pdf

Электронный ресурс: http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/standard_output.html#Experiments

Электронный ресурс: http://nldr.library.ucar.edu/repository/assets/ams-pubs/ams_pubs_200083.pdf

Электронный ресурс: <http://oko-planet.su/pogoda/pogodaday/47776-globalnye-klimaticheskie-indeksy.html>

Электронный ресурс: ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/nao_index.tim

Электронный ресурс: https://climatedataguide.ucar.edu/sites/default/files/nao_station_monthly.txt

Электронный ресурс: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao.shtml

Электронный ресурс: <http://www.cgd.ucar.edu/cas/jhurrell/indices.data.html#npanom>

Электронный ресурс: http://nsidc.org/data/seaice_index/archives/index.html

Электронный ресурс: <http://web.pml.ac.uk/gulfstream/Web2005.pdf>

Электронный ресурс: https://en.wikipedia.org/wiki/Latitude_of_the_Gulf_Stream_and_the_Gulf_Stream_north_wall_index

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий

Организация деятельности студента

Занятия (темы №1-4)

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.

Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой

литературе.

Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, на консультации, или с использованием удаленного доступа через Интернет

Подготовка к зачету При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

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 1-4	<u>информационные технологии</u> 1. проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций, 2. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента 2. сочетание индивидуального и коллективного обучения 3. использование баз данных 4. подготовка отчетов по практическим работам с использованием электронного офиса	1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Электронно-библиотечная система Znanium http://znanium.com . 4. Архивы многолетних рядов среднемесячных температур воздуха и сумм месячных осадков 5. Электронно-библиотечная система elibrary 6. База данных Web of Science 7. 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 практических занятий и самостоятельной работы студентов.

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

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

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

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.