

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО
Начальник учебного управления

И.Р. Гарайшина

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Изменение климата
по направлению:	Наукоёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Создание и развитие высокотехнологичного бизнеса Физтех-школа бизнеса высоких технологий кафедра климатических технологий
курс:	2
квалификация:	магистр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 15 час.

семинары: 30 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составил: В.Ю. Цепелев, канд. геогр. наук, преподаватель

Программа обсуждена на заседании кафедры климатических технологий 11.05.2022

Аннотация

Основной целью данного курса является понимание студентами условий формирования различных видов климатов на планете и основных факторов, которые формируют различный климат в разных частях Земли.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Освоение студентами фундаментальных знаний в области общей климатологии, факторов формирования климата и распределения климатических характеристик по поверхности земного шара, формированию современных знаний по практическому климатическому обслуживанию отраслей экономики, пониманию динамики развития климата в современную эпоху и методов его прогноза.

Задачи дисциплины

- освоение студентами базовых знаний в области дисциплины климатологии;
- приобретение теоретических знаний в области дисциплины климатологии;
- оказание консультаций и помощи студентам в области при изучении дисциплины климатологии;
- приобретение навыков самостоятельной работы в области дисциплины климатологии.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественнонаучную и экономическую сущность решаемых проблем на основе приобретенных знаний	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных и прикладных исследований в области профессиональной деятельности
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- климатическую систему, ее основные подсистемы (атмосфера, гидросфера, криосфера, биосфера, литосфера) и основные факторы, формирующие климат - солнечная радиация, адвекция (циркуляция атмосферы), рельеф, постилающая поверхность;
- цели, задачи и составляющие климатологии;
- историю становления и развития климатологии;
- составляющие радиационного и теплового балансов и их распределение по территории Земли;
- научную основу различных механизмов взаимодействия в климатической системе, включая взаимодействие и взаимосвязь процессов в атмосфере и океане, влияние гор на климатические характеристики, особенности общей циркуляции атмосферы и океана;
- проблему современного антропогенного воздействия на окружающую среду и климат, пути ее решения;
- степень влияния гидрометеорологических факторов на объекты хозяйственной деятельности и жизнедеятельность человека;
- методы получения климатологических рядов из наблюдаемой метеорологической информации, основные виды архивов и баз климатических данных.

уметь:

- рассчитывать приходящую солнечную радиацию на заданной широте за сутки, калорические полугодия и год;
- давать объяснения и обоснование пространственно-временным распределениям приходящей солнечной радиации;
- оценивать количественное влияние факторов солнечной радиации, адвекции, высоты местности, альбедо на климатические характеристик и их пространственные распределения;
- формировать многолетние ряды климатических характеристик из данных срочных наблюдений и данных суточной дискретности, получать метеорологическую и климатическую информацию с сайтов Интернета, получать данные реанализа и переводить данные в стандартные форматы с целью формирования баз климатических данных;
- определять средние многолетние климатические характеристики;
- получать пространственные распределения климатических характеристик и давать объяснения их закономерностям;
- получать распределения климатических характеристик внутри года и давать их интерпретацию для разных широтных зон;
- выявлять основные последствия, связанные с современным антропогенным воздействием на климатическую систему и климатические характеристики;
- анализировать природно-антропогенные связи между климатическими характеристиками и условиями хозяйственной деятельности.

владеть:

- инструментами и методами анализа факторов формирования климата, включая расчеты приходящей радиации на верхней границе атмосферы, составляющих радиационного и теплового балансов и определением форм циркуляции атмосферы;
- методами оценки влияния различных факторов климатической системы как на отдельные климатические характеристики, так и на их комплексы, представленные в виде климатических классификаций и климатического районирования;
- методами оценки антропогенного воздействия на климатические характеристики;
- методами практического применения климатической и метеорологической информации для обслуживания отраслей экономики;
- инструментами и методами статистического оценивания, регрессионного анализа, методами теории распределений, методами работы в среде ГИС для пространственного представления пунктов наблюдений и климатической информации.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Цели, задачи и история развития климатологии.	1	2		1
2	Климатическая система и ее составляющие.	1	2		1
3	Исторические колебания климата.	1	2		1
4	Современный и будущий климат.	1	2		1
5	Астрономические факторы формирования климата.	1	2		1
6	Радиационный баланс и тепловой балансы подстилающей поверхности, его составляющие и их распределение по поверхности Земли и внутри года.	1	2		1
7	Факторы общей циркуляции атмосферы.	2	2		1

8	Факторы общей циркуляции океана. Влияние рельефа на климат.	1	4		1
9	Внешние факторы климатической системы.	1	2		1
10	Пространственное распределение климатических характеристик.	1	2		1
11	Климатические классификации. Климатическое обслуживание «зеленой энергетики».	1	2		1
12	Климатическое обслуживание «зеленой энергетики».	1	2		2
13	Климатическая информация и банки данных.	1	2		1
14	Парниковые газы и загрязняющие вещества в атмосфере и их динамика.	1	2		1
Итого часов		15	30		15
Подготовка к экзамену		30 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

1. Цели, задачи и история развития климатологии.

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

2. Климатическая система и ее составляющие.

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

3. Исторические колебания климата.

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, альбеда и CO₂ в историческое изменение глобальной температуры. Изменение основных климатических характеристик. Палеоклимат отдельных регионов на примере Арктики. Причины оледенений четвертичного периода. Особенности климата позднеледникового 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. 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.

5. Астрономические факторы формирования климата.

Астрономические факторы формирования климата.

Астрономические факторы климата, солнечная радиация и солнечная постоянная. Поступление солнечной энергии на Землю. Расчет инсоляции за сутки, полугодия, год. Распределение инсоляции на внешней границе атмосферы по земному шару и ее сезонная изменчивость. Трансформации солнечной энергии в атмосфере Земли, влияние прозрачности атмосферы и облачности на уменьшение солнечной радиации.

6. Радиационный баланс и тепловой баланс подстилающей поверхности, его составляющие и их распределение по поверхности Земли и внутри года.

Радиационный баланс подстилающей поверхности и его составляющие. Суммарная солнечная радиация, ее определение, распределение по поверхности земли и внутри года. Альбеда 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.

7. Факторы общей циркуляции атмосферы.

Общая циркуляция атмосферы, её климатообразующее значение, виды циркуляции и методы изучения. Основные механизмы и схема общей циркуляции атмосферы. Характерные черты зональной и меридиональной циркуляции в тропосфере и стратосфере в разные сезоны года. Струйные течения, их классификация и основные характеристики.

Система циклонов и антициклонов межширотного обмена. Сезонная повторяемость циклонов и антициклонов, поле давления и система воздушных течений. Центры действия атмосферы и их сезонные свойства. Климатологические фронты: виды и сезонная изменчивость. Пассатная циркуляция в тропической зоне и ячейка Хэдли. Особенности поля давления и циркуляции в тропиках. Внутритропическая зона конвергенции. Тропические циклоны, их свойства и эволюция. Основные свойства муссонной циркуляции. Сезонные закономерности муссонной циркуляции на примерах Азиатского и Африканского муссонов.

8. Факторы общей циркуляции океана. Влияние рельефа на климат.

Общая циркуляция океана и её влияние на климат. Океанические течения, их классификации и свойства основных теплых и холодных океанических течений Мирового океана. Особенности вертикальной циркуляции океана: апвеллинг, подводные вихри и ринги. Конвейер океанических течений Брокера. Температура поверхности океана и ее сезонные изменения. Механизм явления Эль-Ниньо. Горный климат и горная климатология. Влияние рельефа на приход и расход солнечной радиации. Влияние рельефа на местную и общую циркуляцию атмосферы. Влияние рельефа на температуру почвы и воздуха, влажность воздуха, облачность, осадки, снежный покров. Вертикальная климатическая поясность.

9. Внешние факторы климатической системы.

Основные свойства отдельных компонент климатической системы. 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. Влияние неустойчивости вращения Земли на климат: история, динамика скорости вращения Земли и координат полюса. Перемещение материков по земному шару и горообразование: 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

10. 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. 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

11. Климатические классификации. Климатическое обслуживание «зеленой энергетики».

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.

12. Климатическое обслуживание «зеленой энергетики».

Влияние метеорологических факторов на режим тепло- и электроснабжения. Учет метеорологической информации при проектировании и эксплуатации высоковольтных линий электропередач. Ветроэнергетические установки. Климатическая информация для ветроэнергетики. Потенциальные ветроэнергоресурсы. Гелиоэнергетические установки. Климатические характеристики для гелиоэнергетики. Пространственно-временная структура рядов солнечной радиации. Районирование территорий по условиям обеспеченности гелиоресурсами.

13. Климатическая информация и банки данных.

Цели и задачи климатической обработки данных. Последовательность климатической обработки: обобщение внутригодового интервала, обобщение за многолетний период, параметры и расчетные климатические характеристики, обобщение по пространству. Оперативная и режимная информация. Основные признаки климатических рядов. Источники данных для климатических рядов. Системы обработки и передачи данных. Международная система хранения режимной метеорологической информации, мировые и региональные центры гидрометеорологических данных. Архивы, базы и банки данных. Функции мирового центра гидрометеорологических данных на примере ВНИИГМИ-МЦД. Банки данных Росгидромета. Международные архивы климатических данных на сайтах Интернета, структуры архивов и содержащаяся в них информация.

14. Парниковые газы и загрязняющие вещества в атмосфере и их динамика.

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. История изменения химического состава атмосферы. Динамика состава атмосферы в фанерозое. Классификация и состав факторов и загрязнителей. 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.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система). Принтер и бумага для распечатки материалов к лекциям. Компьютерный класс с компьютерами, оснащенными доступом в интернет для проведения практических занятий.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

- 1.
1. В.Н. Сорокина, Д.Ю. Гущина. География климатов. Изд-во МГУ, 2006 год.
2. А.А. Исаев, Климатологическая климатология, Москва, Научный мир, 2001 год, 458стр.
3. Б.П. Алисов, Б.В. Полтараус, Климатология, Изд-во МГУ, 1974 год
4. Хромов С.П, Петросянц М.А., Метеорология и климатология, Изд-во МГУ, 2001 год
5. А.В. Кислов, Климатология, Москва, Изд. Центр Академия, 2011 год.
6. М.И. Будыко, Изменения климата, Гидрометеиздат, Ленинград, 1974 год
7. А.С. Монин, Ю.А. Шишков, История климата, Гидрометеиздат, 1979 год.
8. М.И. Будыко, Эволюция биосферы, Гидрометеиздат, Ленинград, 1984 год

Дополнительная литература

1. А.С. Монин, Введение в теорию климата, Гидрометеиздат, Ленинград, 1984 год
2. Oliver Hidore, Climatology, Merril Publishing Company, Columbus, Ohio, 1984

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Рамочная конвенция по изменению климата <http://www.unfccc.int> Киотский протокол.....;
2. Environmental Law Information <http://www.ecolex.org>. Доступ к информации по законодательству в сфере охраны окружающей среды.....;
3. Intergovernmental panel on climate change. <http://www.ipcc.ch> Тексты публикаций по изменению климата, объявления о конференциях и встречах, исследования изменений климата и их последствий.....;
4. Мировой Центр Данных <http://meteo.ru/climate>.....;
5. ИКГЭ, Изменение климата России <http://climatechange.igce.ru/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины студент должен самостоятельно пополнять свои знания и изучить основополагающие работы в области изучаемой дисциплины.

Успешное освоение курса требует напряжённой работы студента непосредственно на лекции, а также самостоятельной работы для усвоения пройденного материала и решение задаваемых теоретических задач.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Наукоёмкие технологии и экономика инноваций
профиль подготовки:	Создание и развитие высокотехнологичного бизнеса Физтех-школа бизнеса высоких технологий кафедра климатических технологий
курс:	2
квалификация:	магистр
Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Экзамен	
Разработчик:	В.Ю. Цепелев, канд. геогр. наук, преподаватель

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественнонаучную и экономическую сущность решаемых проблем на основе приобретенных знаний	ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных и прикладных исследований в области профессиональной деятельности
ПК-2 Способен самостоятельно или в качестве члена (руководителя) малого коллектива организовывать и проводить научные исследования и их апробацию	ПК-2.1 Знает принципы построения научной работы, методы сбора и анализа полученного материала, способы аргументации

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Изменение климата» обучающийся должен:

знать:

- климатическую систему, ее основные подсистемы (атмосфера, гидросфера, криосфера, биосфера, литосфера) и основные факторы, формирующие климат - солнечная радиация, адвекция (циркуляция атмосферы), рельеф, постилающая поверхность;
- цели, задачи и составляющие климатологии;
- историю становления и развития климатологии;
- составляющие радиационного и теплового балансов и их распределение по территории Земли;
- научную основу различных механизмов взаимодействия в климатической системе, включая взаимодействие и взаимосвязь процессов в атмосфере и океане, влияние гор на климатические характеристики, особенности общей циркуляции атмосферы и океана;
- проблему современного антропогенного воздействия на окружающую среду и климат, пути ее решения;
- степень влияния гидрометеорологических факторов на объекты хозяйственной деятельности и жизнедеятельность человека;
- методы получения климатологических рядов из наблюдаемой метеорологической информации, основные виды архивов и баз климатических данных.

уметь:

- рассчитывать приходящую солнечную радиацию на заданной широте за сутки, калорические полугодия и год;
- давать объяснения и обоснование пространственно-временным распределениям приходящей солнечной радиации;
- оценивать количественное влияние факторов солнечной радиации, адвекции, высоты местности, альбедо на климатические характеристики и их пространственные распределения;
- формировать многолетние ряды климатических характеристик из данных срочных наблюдений и данных суточной дискретности, получать метеорологическую и климатическую информацию с сайтов Интернета, получать данные реанализа и переводить данные в стандартные форматы с целью формирования баз климатических данных;
- определять средние многолетние климатические характеристики;
- получать пространственные распределения климатических характеристик и давать объяснения их закономерностям;
- получать распределения климатических характеристик внутри года и давать их интерпретацию для разных широтных зон;
- выявлять основные последствия, связанные с современным антропогенным воздействием на климатическую систему и климатические характеристики;
- анализировать природно-антропогенные связи между климатическими характеристиками и условиями хозяйственной деятельности.

владеть:

- инструментами и методами анализа факторов формирования климата, включая расчеты приходящей радиации на верхней границе атмосферы, составляющих радиационного и теплового балансов и определением форм циркуляции атмосферы;
- методами оценки влияния различных факторов климатической системы как на отдельные климатические характеристики, так и на их комплексы, представленные в виде климатических классификаций и климатического районирования;
- методами оценки антропогенного воздействия на климатические характеристики;
- методами практического применения климатической и метеорологической информации для обслуживания отраслей экономики;
- инструментами и методами статистического оценивания, регрессионного анализа, методами теории распределений, методами работы в среде ГИС для пространственного представления пунктов наблюдений и климатической информации.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

- 1). Пространственное распределение климатических характеристик: методы пространственного обобщения и климатические карты.
- 2). Географическое распределение и временная изменчивость температуры воздуха на земном шаре. Температурные экстремумы и аномалии в зональном распределении температуры.
- 3). Пространственно-временное распределение осадков, совместное влияние термического режима и режима увлажнения на климат, засухи.
- 4). Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды.
- 5). Ботанические классификации (классификация В.П.Кеппена и другие).
- 6). Гидрологические (классификация климатов А.И.Воейкова и другие).
- 7). Почвенные (В.В.Докучаева, В.Р.Волобуева, Т.Г.Селянинова).
- 8). Генетические классификации, основанные на особенностях циркуляции (Б.П.Алисов) и теплового баланса деятельной поверхности (Будыко-Григорьев).
- 9). Основные характеристики климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П. Алисова.
- 10). Экваториальный и субэкваториальный типы климатов. Типы климатов в тропическом и субтропическом поясе.
- 11). Характеристики климатов умеренных и арктических широт.
- 12). Климатическая информация для гелио- и ветроэнергетики, потенциальные ветро и гелиоресурсы на территории России.
- 13) Климатическое обслуживание энергетической отрасли.
- 14) Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучения климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC.
- 15). Астрономическая теория Миланковича изменения климата и результаты расчетов. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты.
- 16). 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
- 17). Влияние неустойчивости вращения Земли на климат: история, динамика скорости вращения Земли и координат полюса
- 18). Перемещение материков и горообразование: геологический календарь, теория тектонических плит, влияние динамики материков на оледенения.
- 19). Движение магнитных полюсов Земли. Влияние интенсивности магнитного поля и положения полюсов на климат, динамика полюсов.
- 20). 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.
- 21). Классификация и состав факторов и загрязнителей атмосферы. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды.
- 22). Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса.
- 23). Классификация и иерархия климатических моделей. Одномерная модель М.И.Будыко, определение параметров модели.
- 24). Международная программа AMIP, чувствительность моделей к изменению CO₂.

- 25). Источники сведений о климатах прошлого и история палеоклиматологии.
- 26). Особенности формирования климата ближайшего будущего и методы прогнозирования.
- 27). Цели и задачи климатической обработки данных.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

- 1) Оценка проявления современного изменения климата в рядах климатических характеристик и их факторов.
- 2) Объекты циркуляции атмосферы.
- 3) Общая циркуляция океана, ее закономерности.
- 4) Описание климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П.Алисова.
- 5) Влияние океана на климат, статистические связи, дальние связи.
- 6) Влияние рельефа на климат, на местную и общую циркуляцию атмосферы.
- 7) Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса.
- 8) Оценка потенциальных ветро- и гелиоресурсов.
- 9) Банки и базы климатических данных в Интернете
- 10) Применение физико-математических моделей для оценки будущих проекций климата

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1

1. Методы пространственного обобщения климатических характеристик и климатические карты.
2. Классификация и состав факторов и загрязнителей атмосферы.

Билет 2

1. Основные характеристики климатических поясов Земли по классификации климатов Б.П. Алисова.
2. Основные сведения о парниковых газах в атмосфере: водяной пар, углекислый газ, тропосферный озон, метан, закись азота, хлорфторуглероды.

Билет 3

1. Климатические классификации и районирование. Основные задачи, цели, принципы, виды.
2. Классификация и иерархия климатических моделей. Одномерная модель М.И.Будыко, определение параметров модели,

Билет 4

1. Астрономическая теория Миланковича изменения климата и результаты расчетов. Свойства основных астрономических факторов: прецессия, ось вращения Земли, эксцентриситет орбиты.
2. Международная программа AMIP, чувствительность моделей к изменению CO₂.

Билет 5

1. Всемирная программа изучения климата. Международные проекты в области изучении климата: IPCC, WCRP, CLIVAR, GEWEX, CliC.
2. Природа парникового эффекта. Углеродный цикл: источники и стоки, оценка баланса.

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется обучающемуся, если в дополнение к демонстрации глубины понимания на вопросы билета он сумел правильно выполнить контрольное задание по контрольным заданиям 1 - 10.

Оценка «отлично (9)» выставляется обучающемуся по критериям оценки 10 за исключением выполнения задания по вычислению заданий 6,7,8,9,10.

Оценка «отлично (8)» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал понимание 3-х главных тем, сформулированных выше как примеры экзаменационных билетов.

Оценка «хорошо (7)» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал понимание одной из главных тем и выполнил все контрольные задания.

Оценка «хорошо (6)» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал понимание одной из главных тем и выполнил большую часть контрольных заданий .

Оценка «хорошо (5)» выставляется обучающемуся, если он продемонстрировал понимание одной из главных тем и выполнил часть контрольных заданий.

Оценка «удовлетворительно (4)» выставляется обучающемуся, если он на качественном уровне описал структуру общей циркуляции атмосферы, климатических поясов Земли, углеродного цикла.

Оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется обучающемуся, если он на качественном уровне смог описать только одно фундаментальное явление по курсу, но споткнулся на последующих.

Оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется обучающемуся, если он ничего не знает и не понимает..

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется один час на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также справочной литературой и калькулятором.