МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт экологии и природопользования

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ "____" _____20___ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

# Программа дисциплины

Теория климата Б1.Б.7

Направление подготовки: 05.04.04 - Гидрометеорология
Профиль подготовки: Метеорология
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Переведенцев Ю.П.

**Рецензент(ы):**

Гурьянов В.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Переведенцев Ю. П.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института экологии и природопользования:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 201__г

Регистрационный No 24817

Казань
2017

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Переведенцев Ю.П. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования , Yuri.Perevedentsev@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

дает представление о земной климатической системе, принципах взаимодействия между ее компонентами, основных климатообразующих факторах. Рассматривается генезис климатических колебаний различного временного масштаба, особое внимание уделено наблюдаемым и ожидаемым в XXI столетии изменений климата , их последствиям. Выявляется роль естественных и антропогенных факторов, роль внешних воздействий Большое внимание уделяется современным глобальным климатическим моделям, программе (MIP 3), результатам работы МГЭИК, геоинженерии. Дается представление о климате планет солнечной системы Марса, Венеры, Юпитера.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.04.04 Гидрометеорология и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр.

Дисциплина реализуется как вариативная в профессиональном цикле дисциплин (М2.В1) на 5 курсе, в семестре А.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|---|
| ПК-1 (профессиональные компетенции) | творческим использованием знания о современных проблемах гидрометеорологии в сфере профессиональной деятельности |
| ПК-4 (профессиональные компетенции) | глубоким пониманием и творческим использованием в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин ОПП магистратуры |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- о естественных и антропогенных процессах, приводящих к изменениям климата, иметь представление об эволюции климата в течение жизни Земли, роль атмосферы, океана, суши, криосферы и биоты в формировании климатических колебаний;

2. должен уметь:

- Разбираться в иерархии климатических моделей - от простейшей энергобалансовой до глобальных 3-х мерных;
- Ориентироваться в современной научной литературе по климатическим проблемам.

3. должен владеть:

- навыками расчетов отдельных климатических параметров и характеристик.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями.

## 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен во 2 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

**Тематический план дисциплины/модуля**

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. ВВЕДЕНИЕ Предмет теории климата. | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | Устный опрос |
| 2. | Тема 2. Климатическая система. | 2 | 2 | 2 | 4 | 0 | Устный опрос |
| 3. | Тема 3. Общие закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы. | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | Устный опрос Контрольная работа |
| 4. | Тема 4. Общая циркуляция атмосферы планет. | 2 | 4 | 0 | 2 | 0 | Устный опрос |
| 5. | Тема 5. Математические модели и моделирование климата. | 2 | 5 | 0 | 2 | 0 | Устный опрос |
| 6. | Тема 6. История климата Земли. | 2 | 6 | 0 | 2 | 0 | Устный опрос Контрольная работа |
| 7. | Тема 7. Генезис колебаний климата плейстоцена и голоцена. | 2 | 7 | 0 | 2 | 0 | Устный опрос |
| 8. | Тема 8. Методы климатического прогноза. | 2 | 8 | 0 | 4 | 0 | Устный опрос |

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 9. | Тема 9. Климат ближайшего будущего. | 2 | 9 | 0 | 2 | 0 | Устный опрос Контрольная работа |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 2 | | 0 | 0 | 0 | Экзамен |
| | Итого | | | 4 | 22 | 0 | |

**4.2 Содержание дисциплины**

**Тема 1. ВВЕДЕНИЕ Предмет теории климата.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Предмет теории климата. Обзор развития и современное состояние теории климата. Эволюция понятия ?климат?. Междисциплинарный характер курса. Международные проекты, направленные на изучение климата. Доклады МГЭИК и о состоянии климата и последствиях его изменения.

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Анализ содержания 5и докладов МГЭИК, опубликованных в период 1990-2013 гг. Выявить основные тенденции изменения глобального и регионального климата. Оценить вклад углекислого газа, метана, водяного пара, закиси азота, озона, аэрозолей в изменения температуры XX-XXI столетий.

**Тема 2. Климатическая система.**

***лекционное занятие (2 часа(ов)):***

Определение климатической системы (КС) и ее структура. Обратные связи в КС. Парниковый эффект Атмосфера и ее роль в КС. Климатические функции Мирового океана и суши. Роль криосферы в климатических процессах. Свойства биосферы, углеродный цикл и биологическая регуляция климата. Климатообразующие факторы. Чувствительность климатической модели.

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Расчет Солнечной энергии, поступающей на верхнюю границу атмосферы. Рассчитать составляющие энерго-балансовой модели М.И. Будыко по метеоданным XX-XXI столетий для различных широтных зон. Оценить влияние глобальной облачности на приземную температуру.

**Тема 3. Общие закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы.**

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Расчет эффективной температуры на планетах, оценка потоков солнечной радиации

**Тема 4. Общая циркуляция атмосферы планет.**

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Расчет скорости зональных движений на планетах. построить ячейки циркуляции.

**Тема 5. Математические модели и моделирование климата.**

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Анализ рассчитанных характеристик климата для настоящего и будущего времени

**Тема 6. История климата Земли.**

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Анализ данных палеоклиматических реконструкций, анализ модельных рядов.

**Тема 7. Генезис колебаний климата плейстоцена и голоцена.**

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Восстановление рядов температуры воздуха с помощью палеометодов

**Тема 8. Методы климатического прогноза.**

***практическое занятие (4 часа(ов)):***

Использование регрессионного метода для оценки температуры. Учет индексов циркуляции и неравномерного вращения Земли.

**Тема 9. Климат ближайшего будущего.**

***практическое занятие (2 часа(ов)):***

Анализ рассчитанных с помощью моделей климатических карт и рядов CMIP5

### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Тема 1. ВВЕДЕНИЕ Предмет теории климата. | 2 | 1 | подготовка к устному опросу | 4 | устный опрос |
| 2. | Тема 2. Климатическая система. | 2 | 2 | подготовка к устному опросу | 4 | устный опрос |
| 3. | Тема 3. Общие закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы. | 2 | 3 | подготовка к контрольной работе | 2 | контрольная работа |
| | | | | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 4. | Тема 4. Общая циркуляция атмосферы планет. | 2 | 4 | подготовка к устному опросу | 6 | устный опрос |
| 5. | Тема 5. Математические модели и моделирование климата. | 2 | 5 | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 6. | Тема 6. История климата Земли. | 2 | 6 | подготовка к контрольной работе | 1 | контрольная работа |
| | | | | подготовка к устному опросу | 1 | устный опрос |
| 7. | Тема 7. Генезис колебаний климата плейстоцена и голоцена. | 2 | 7 | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 8. | Тема 8. Методы климатического прогноза. | 2 | 8 | подготовка к устному опросу | 2 | устный опрос |
| 9. | Тема 9. Климат ближайшего будущего. | 2 | 9 | подготовка к контрольной работе | 1 | контрольная работа |
| | | | | подготовка к устному опросу | 1 | устный опрос |
| | Итого | | | | 28 | |

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- лекции (в сочетании с активными формами их проведения);
- выполнение практических работ с использованием ПЭВМ.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. ВВЕДЕНИЕ Предмет теории климата.**

устный опрос , примерные вопросы:

Определение понятия "климат". актуальность проблемы в современный период. Климатическая доктрина РФ, климатические программы.

**Тема 2. Климатическая система.**

устный опрос , примерные вопросы:

Структура климатической системы. Характеристика компонент климатической системы - атмосферы, океана, суши, гидросферы, биосферы. Обратные связи в климатической системе, оценка их эффективности, примеры.

**Тема 3. Общие закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы.**

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Эволюция понятия ?климат? за последние 2000 лет 2. Климатическая система и ее компоненты 3. Обратные связи в климатической системе 4. Углеродный цикл и биологическая регуляция климата 5. Основные климатообразующие факторы 6. Чувствительность климатической системы 7. Пространственно-временная изменчивость природной солнечной радиации 8. Изменения ?солнечной постоянной? и солнечная активность, их проявления в колебаниях климата.

устный опрос , примерные вопросы:

Основные климатообразующие факторы - солнечная радиация, циркуляция атмосферы, состояние подстилающей поверхности. Общие черты климата планет солнечной системы,специфика климата отдельных планет. Расчет эффективных температур планет. Методы изучения динамики планетных атмосфер. Методы - теория подобия и размерностей, используемые при оценке климатических характеристик планет.

**Тема 4. Общая циркуляция атмосферы планет.**

устный опрос , примерные вопросы:

Понятие общей циркуляции атмосферы планет Солнечной системы. Число Маха. Методы изучения циркуляционных процессов. Энергетика циркуляции атмосферы. Анализ уравнений гидротермодинамики.

**Тема 5. Математические модели и моделирование климата.**

устный опрос , примерные вопросы:

Энергобалансовые модели климатической системы. Климатические модели ИВМ РАН, ИФА РАН, ГГО им. Воейкова. Климатические модели ведущих зарубежных стран. Чувствительность модели к внешним воздействиям. Результаты моделирования по воспроизводству и прогнозированию климата.

**Тема 6. История климата Земли.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Объективные критерии для оценки изменений климата в прошлом. Состояние атмосферы, океана, суши, криосферы и биосферы в прошлом.

устный опрос , примерные вопросы:

Геохронологическая шкала истории и климата Земли. Основные события прошлых климатов.

**Тема 7. Генезис колебаний климата плейстоцена и голоцена.**

устный опрос , примерные вопросы:


ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Причины колебаний климата, источники информации и их достоверность.

**Тема 8. Методы климатического прогноза.**

устный опрос , примерные вопросы:

Иерархия климатических моделей. Математический и физический блок моделей.

**Тема 9. Климат ближайшего будущего.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Результаты прогнозирования климата с помощью ансамбля моделей CMIP5

устный опрос , примерные вопросы:

Различия между климатическими сценариями будущего при использования подходов RCP 2,6; 4,5; 8,5.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Контрольные вопросы:

1. Эволюция понятия "климат" за последние 2000 лет
2. Климатическая система и ее компоненты
3. Обратные связи в климатической системе
4. Углеродный цикл и биологическая регуляция климата
5. Основные климатообразующие факторы
6. Чувствительность климатической системы
7. Пространственно-временная изменчивость природной солнечной радиации
8. Изменения "солнечной постоянной" и солнечная активность, их проявления в колебаниях климата.
9. Парниковые газы в атмосфере и их радиационный эффект
10. Понятие общей циркуляции атмосферы и ее основные составляющие
11. Анализ уравнения баланса момента количества движения
12. Анализ энергетического цикла Лоренца
13. Уравнения гидротермодинамики и их анализ
14. Роль условной скорости вращения Земли и других планет в установленные режимы движений.
15. Астрофизические и геофизические факторы климатообразования.
16. Сравнительная климатология планет Солнечной системы
17. Исследование чувствительности климатической системы с помощью полуэмпирической модели Будыко
18. Оценка роли стратосферной сульфатной эмиссии на изменения глобального климата с помощью модели промежуточной сложности ИФА РАН
19. Основные принципы построения МОЦАО ИВМ РАН. Воспроизводство климата XX столетия с помощью этой модели.
20. Структура МОЦАО ГГО им. А.И. Воейкова. Изучение климата России с помощью этой модели
21. Региональные климатические модели и принципы их построения.
22. Климат прошлых эпох и климатообразующие факторы
23. Климат плейстоцена. Циклы Миланковича
24. Климат голоцена и его моделирование
25. Изучение климата с помощью палеометодов
26. Инструментальные методы изучение колебаний климата.
27. Климат последних 1000-1500 лет
28. Климат последних 100-150 лет

29. Парниковая гипотеза потепления климата в XX веке
30. Основные принципы, заложенные в основу методов прогноза климата будущего.
31. Сценарии выбросов парниковых газов в атмосферу XXI-XXII веках
32. Оценочный (четвертый) доклад МГЭИК
33. Оценочный доклад Росгидромета по изменениям климата на территории РФ.

Вопросы к экзамену:

1. Климатообразующие факторы. Обратные связи в климатической системе
2. Структура климатической системы. Климатообразующие функции ее элементов
3. Особенности климатического режима планет Солнечной системы
4. Энергобалансовая модель Будыко
5. Энергобалансовые стохастические модели
6. Модель общей циркуляции атмосферы и океана ИВМ РАН
7. Модель общей циркуляции атмосферы и океана ГГО
8. Численные эксперименты с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана
9. Климатическая модель промежуточной сложности ИФА РАН
10. Региональные климатические модели
11. Теория Миланковича и объяснение с ее помощью климатических циклов
12. Климат плейстоцена
13. Климат плейстоцена
14. Роль вариаций солнечной постоянной и прозрачности атмосферы в генерации колебаний климата за последние 500 лет
15. Роль парникового эффекта в современном потеплении климата
16. Взаимодействие атмосферы и океана как фактор короткопериодных климатических вариаций
17. Методика прогноза будущего климата на основе использования палеоаналогов
18. Использование климатических моделей для прогноза будущего состояния климата
19. Прогноз регионального климата
20. Последствия изменений климата для окружающей природной среды
21. Последствия изменений климата для экономики, социальной сферы и здоровья населения
22. Сценарии выбросов парниковых газов на ближайшие 100-200 лет
23. Прогноз климата до конца XXI столетия
24. Прогноз состояния различных компонентов природной среды (уровень Мирового океана, растительный покров, "вечная мерзлота", горное оледенение).

### 7.1. Основная литература:

Теория общей циркуляции атмосферы, Переведенцев, Юрий Петрович;Мохов , Игорь Иванович;Елисеев, Алексей Викторович, 2013г.

2. Климатология: учебник, - 3-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 324 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011694-5 URL:http://znanium.com/bookread2.php?book=539278

### 7.2. Дополнительная литература:

Теория климата, Переведенцев, Юрий Петрович, 2009г.

Теория климата, Переведенцев, Юрий Петрович, 2004г.

3. Метеорология и климатология: Учебное пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006463-5, 500 экз. URL:http://znanium.com/bookread2.php?book=391608

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Всемирный центр метеоданных, Ashville (NOAA) - http://www.ncdc.noaa.gov/wdcamet.html

Изменения климата в России (ГМЦ РФ) - http://climate.mecom.ru/

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН, Лаборатория теории климата - http://ifaran.ru/old/ltk/Laboratory/RuLabAbout.htm

Метеорология и климатология: Учебник Авторы: Хромов С.П., Петросянц М.А. Издательство: МГУ, 2006 г. 583 страницы - http://www.knigafund.ru/books/18803

Сайт ГГО им. А.И. Воейкова - http://voeikovmgo.ru/ru/perechen-materialov-izdannyih-ggo.html

Сайт Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН - http://www.igce.ru/

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Теория климата" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "КнигаФонд", доступ к которой предоставлен студентам. Электронно-библиотечная система "КнигаФонд" реализует легальное хранение, распространение и защиту цифрового контента учебно-методической литературы для вузов с условием обязательного соблюдения авторских и смежных прав. КнигаФонд обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям новых ФГОС ВПО.

1) Библиотечный фонд НБ им. Н.И. Лобачевского при КФУ;

2) Дисплейный класс;

3) Учебно-методическое пособие для организации СРС.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 05.04.04 "Гидрометеорология" и магистерской программе Метеорология .

Автор(ы):
Переведенцев Ю.П. _____
"__" _____ 201 __ г.

Рецензент(ы):
Гурьянов В.В. _____
"__" _____ 201 __ г.