

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**Утверждаю**  
Декан геолого-географического  
факультета

\_\_\_\_\_ Г.М. Татьянин

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2010 г.

**ТЕОРИЯ КЛИМАТА**

Рабочая программа

Направление подготовки **021600 Гидрометеорология**  
Магистерская программа **021600.68.05 Метеорология**  
**021600.68.10 Экологическая климатология**

Квалификация выпускника  
**Магистр**

Форма обучения очная

ТОМСК 2010

**ОДОБРЕНО** кафедрой метеорологии и климатологии

Протокол \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2010 г.

Зав. кафедрой, профессор \_\_\_\_\_ Г.О. Задде

**РЕКОМЕНДОВАНО** методической комиссией  
геолого-географического факультета

Председатель комиссии, доцент \_\_\_\_\_ Н.И. Савина  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2010 г.

Рабочая программа по дисциплине «Теория климата» составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 021600 Гидрометеорология квалификация «магистр» (приказ Минобрнауки России № 539 от 20.05.2010 г.).

**Общий объем дисциплины** 144 часов. Из них лекции – 34 ч., лабораторные занятия – 28 ч., самостоятельная работа – 82 ч.

**Экзамен** в 1 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины 4 зачетных единицы.

**Автор:**

Барашкова Надежда Константиновна - кандидат географических наук,  
доцент кафедры метеорологии и климатологии

**Рецензент:**

Волкова Марина Александровна – кандидат географических наук,  
доцент кафедры метеорологии и климатологии.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Теория климата» являются получение знаний, необходимых для физически строгого объяснения наблюдаемых в современную эпоху изменений климата и реконструированных в прошлом, а также овладение современными методами климатического прогноза, знакомство с существующими сценариями изменения климата в будущем 100 лет. Кроме того, в задачи дисциплины входит формирование у студентов знаний о принципах и основных приемах математического моделирования поведения климатической системы; об иерархии существующих моделей климата, результатах эмпирического и стохастического моделирования флуктуаций климатических элементов.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Теория климата» является компонентом вариативной части профессионального цикла М2 учебного плана подготовки магистра по направлению подготовки 021600 Гидрометеорология. Для успешного освоения дисциплины студенты должны владеть знаниями, полученными после усвоения дисциплин «Общая физика», «Гидромеханика», «Высшая математика», «Динамическая метеорология», «Климатология», «Океанология», «Численные методы решения задач геофизической гидротермодинамики».

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Теория климата»:**

Творческое использование знаний о современных проблемах гидрометеорологии в сфере профессиональной деятельности (ПК-1); овладение методологическими основами и подходами к решению теоретических проблем географии и гидрометеорологии (ПК-3); глубокое понимание и творческое использование в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин ОПП магистратуры (ПК-4); умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность (ПК-5).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- Климатообразующие факторы, и обратные связи в планетарной климатической системе.
- Математические модели климата, постановку задач моделирования климата.
- Изменение климата в прошлом, состояние современного климата.
- Генезис колебаний климата в плейстоцене и голоцене, в том числе за последнюю тысячу лет и в современную эпоху.
- Методы климатического прогноза.

- Сценарий изменения климата в будущем 100 лет (на всей планете и территории России).

**уметь:**

- Рассчитывать некоторые модельные климатические характеристики.
- Представлять доклады и вести дискуссию по конкретным проблемам теории климата, в том числе антропогенного загрязнения атмосферы, планетарного потепления климата.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Теория климата»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

##### 4.1 Структура преподавания дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа студента	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинары	Самостоятельная работа студента с преподавателем		
1	Введение	1	1	2						
2	Определение климата	1	1	2			1	2	устный опрос	
3	Климатическая система	1	3	2		4	4	4		
4	Изменения климата	1	4-5	4			5	6	коллоквиум	
5	Общие закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы	1	6	2		2	6	4	индивидуальные задания	
6	Математические модели и моделирование климата	1	7-9	6		12	4	4		
7	Проблемы предсказуемости изменений климата	1	10	2			6	4	проверка рефератов	
8	История климата земли и механизмы крупных климатических изменений	1	11	2		4	2	4	проверка индивидуальных заданий	
9	Генезис колебаний климата плейстоцена и голоцена	1	12-13	4			2	4		

10	Изменения климата в последние 1000-1500 лет и в современную эпоху	1	14	2	4	2	2	коллоквиум	
11	Методы климатического прогноза		15-16	4		2	4		
12	Климат ближайшего будущего		17	2	2	6	4	проверка аннотаций	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>144</b>		<b>34</b>		<b>28</b>	<b>12</b>	<b>40</b>	<b>42</b>

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

**Введение** Создание теории климата – одна из важнейших задач наук о Земле. Обзор развития и современное состояние теории климата. Международные проекты, направленные на изучение климата (CLIVAR, GEWEX, INQA и др.).

**1) Определение климата.** Климатическая система. Климатообразующие факторы. Определение понятия «климат». Парниковый эффект. Обратные связи в климатической системе. Математическое моделирование климата. 3) Климатическая система. Атмосфера и ее роль в климатической системе. Климатические функции Мирового океана и суши. Криосфера как продукт и фактор климатообразования. Биота и биосфера, углеродный цикл, биологическая регуляция климата.

**2) Изменение климата.** Климаты геологического прошлого, изменения в историческое время, современные изменения. Понятие о методах палеоклиматических реконструкций.

**3) Общие закономерности формирования климата на планетах Солнечной системы.** Солнечная постоянная, парниковый эффект, радиационный бюджет планет. Астрофизические и геофизические факторы климатообразования.

**4) Математические модели и моделирование климата.** Энергобалансовые модели типа Будыко-Селлера. Энергобалансовые стохастические модели. Радиационно-конвективная модель. Современные трехмерные модели общей циркуляции атмосферы и океана, модели климата и континентального ледникового щита. Моделирование явлений регионального масштаба.

**5) Проблема предсказуемости изменений климата.** Общие представления о природе сложности климатического режима. Процессы самоорганизации (синергетика). Понятие фазового пространства, фазовой траектории. Существование аттрактора. Странный аттрактор. Предсказуемость изменений климата.

**6) История климата Земли и механизмы крупных климатических изменений.** Крупные изменения климата в истории Земли. Изменения солнечной постоянной, геологически обусловленные вариации CO<sub>2</sub> в атмосфере, движения материков.

**7) Генезис колебаний климата плейстоцена и голоцена.** Моделирование изменений климата и динамики оледенений в ответ на колебания инсоляции (механизм Миланковича) и вариации содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере. Термохроны позднеледниковья и голоцена - совместное влияние механизма Миланковича и обратных связей. Криохроны позднеледниковья и голоцена как «срывы» процесса глобального потепления. Событие «поздний Дриас». Моделирование климата позднеледниковья и голоцена.

- 8) Изменения климата в последние 1000-1500 лет и в современную эпоху. Изменения климата в историческое время. Современное изменение климата. Проявление изменений климата в вариациях температуры, изменении уровня Мирового океана, внутренних водоемов др. Роль углекислого газа и других оптически активных примесей в перестройке термического режима Земли. «Вековые» изменения скорости вращения Земли. Моделирование динамики границ климатических зон при изменениях климата. Автоколебания и обратные связи в климатической системе. Методология построения системы доказательств обусловленности современного потепления антропогенными причинами.
- 9) **Методы климатического прогноза.** Прогноз изменений климата на основе использования палеоаналогов. Использование климатических моделей для прогноза будущего состояния климата. Изменение климата в отдельных регионах. Связь общепланетарных и региональных изменений климата. Примеры региональных климатических прогнозов.
- 10) **Климат ближайшего будущего.** Развитие мировой энергетики и долгосрочный сценарий изменения содержания «парниковых газов» и серы в атмосфере. Прогноз климата на ближайшие 100 лет. Прогноз состояния различных компонентов природной среды (уровня Мирового океана, растительный покров, «вечная мерзлота», горное оледенение и др.).

## **5. Образовательные технологии**

Наряду с классическими технологиями обучения (лекции, семинары, практические работы и самостоятельная подготовка студентов) преподаватели практических занятий и лекторы применяют другие методы, включающие:

- лекции с применением мультимедийных средств, облегчающих понимание темы или вопроса.
- режим собеседования с преподавателем, реализуемый через коллоквиумы и круглые столы;
- проведение диспутов на семинарских занятиях;
- самоконтроль, реализуемый посредством сетевого компьютерного тестирования, позволяет обучающимся самостоятельно оценивать собственный уровень знаний, наличие пробелов и вовремя их устранять, не дожидаясь контрольных процедур, осуществляемых по расписанию (контрольные работы и др.).

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной успеваемости, по итогам освоения дисциплины.**

### **6.1 Темы лабораторных занятий**

Лабораторные занятия призваны закрепить знания студентов по отдельным разделам курса «Теория климата», приобрести навыки расчета некоторых модельных климатических характеристик.

1. Полуэмпирическая модель термического режима Будыко М.И.

2. Роль общей циркуляции атмосферы в формировании климата.

### **Темы семинарских занятий**

1. Солнечная постоянная и климат
2. Вулканы и климат.
3. Влияние углекислого газа на климат.
4. Состояние исследований антропогенных изменений климата.
5. Представление о процессах крупномасштабного взаимодействия атмосферы и океана на современном этапе.
6. Парниковый эффект и биоклиматические следствия.

### **Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы**

1. Научная и практическая значимость теории климата, прогноза климата.
2. Всемирная климатическая программа.
3. Определение климата. Основные климатоформирующие факторы. (оформление глоссария).
4. Примеры положительных и отрицательных обратных связей в климатической системе.
5. Основные требования, предъявляемые к моделям климата.
6. «Базы данных» для суждений о климатах геологического прошлого, изменениях климата в историческое время и современных. (Составление хронологической схемы изменений климата)
7. Климатоформирующие процессы, учтенные в модели Будыко-Селлера.
8. Основы теории М. Миланковича и периоды в истории климата Земли, которые она объясняет.
9. Оценка чувствительности климата к изменению внешних факторов на примере энергобалансовой модели типа Будыко-Селлера.
10. Цикл углерода в климатической системе.
11. Проблема предсказуемости изменений климата. (Написание реферата).
12. Колебания климата в плейстоцене.
13. Климатическая характеристика голоцена.
14. Возможная причина вариаций температуры воздуха, уровня Мирового океана, его ледовитости, содержания  $\text{CO}_2$  и др. в XX веке.
15. Математический аппарат, применяемый в региональных моделях климата.
16. Климат ближайшего будущего. (Аннотация опубликованных сценариев изменения климата).

Кроме того, студент может самостоятельно сформулировать тему для самостоятельной работы и согласовать её с преподавателем

## 6.2 Формы представления самостоятельной работы

При выполнении заданий самостоятельной работы студентам предстоит:

- самостоятельная формулировка темы задания (при необходимости);
- сбор и изучение информации;
- анализ, систематизация и трансформация информации;
- отображение информации в необходимой форме;
- консультация у преподавателя;
- коррекция поиска информации и плана действий (при необходимости);

*Написание реферативной работы.*

Реферативные материалы должны представлять письменную модель первичного документа — научной работы, монографии, статьи. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях.

Регламент озвучивания реферата — 7—10 мин.

*Написание конспекта первоисточника (статьи, монографии, учебника, книги и пр.) либо опорного конспекта*

Работа выполняется письменно. Озвучиванию подлежат главные положения и выводы работы в виде краткого устного сообщения (3~4 мин) в рамках теоретических и практических занятий. Контроль может проводиться и в виде проверки конспектов преподавателем. Опорные конспекты могут быть проверены в процессе опроса по качеству ответа студента, его составившего, или эффективностью его использования при ответе другими студентами, либо в рамках семинарских занятий может быть проведен микроконкурс конспектов по принципу: какой из них более краткий по форме, емкий и универсальный по содержанию.

*Написание рецензии, аннотации (статьи, научные труды по теме)*

Рецензия (Аннотация) может быть представлена на практическом занятии или быть проверена преподавателем.

*Составление глоссария*

Подбор и систематизация терминов, непонятных слов и выражений, встречающихся при изучении темы. Оформляется письменно, включает название и значение терминов, слов и понятий в алфавитном порядке.

*Составление схем, иллюстраций (рисунков), графиков, диаграмм*

Рисунки носят чаще схематичный характер. В них выделяются и обозначаются общие элементы, их топографическое соотношение. Рисунком может быть отображение действия, что способствует наглядности и, соответственно, лучшему запоминанию алгоритма. Схемы и рисунки широко используются в заданиях на практических занятиях в разделе самостоятельной



работы. Эти задания могут даваться всем студентам как обязательные для подготовки к практическим занятиям.

### *Создание материалов-презентаций*

Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций. Регламент озвучивания — 7—10 мин.

Роль студента:

- изучить материалы темы, выделяя главное и второстепенное;
- установить логическую связь между элементами темы;
- представить характеристику элементов в краткой форме;
- выбрать опорные сигналы для акцентирования главной информации и отобразить в структуре работы;
- оформить работу и предоставить к установленному сроку.

Критерии оценки:

- соответствие содержания теме;
- правильная структурированность информации;
- наличие логической связи изложенной информации;
- соответствие оформления требованиям;
- аккуратность и грамотность изложения;
- работа сдана в срок.

### **6.4 Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Климатическая система.
2. Климатообразующие факторы.
3. Современное состояние теории климата.
4. Международные проекты изучения климата.
5. Парниковый эффект.
6. Обратные связи в климатической системе.
7. Особенности климатического режима различных планет.
8. Климаты геологического прошлого.
9. Изменение климата в историческое время.
10. Современные изменения климата.
11. Методы палеоклиматических реконструкций.
12. Энергобалансовые модели типа Будыко-Селлерса.
13. Энергобалансовые стохастические модели.
14. Радиационно-конвективные модели.
15. Модели общей циркуляции атмосферы и океана. Процедура численных экспериментов.

16. Модели криосферы в климатических моделях.
17. Моделирование климатических эффектов регионального масштаба.
18. Моделирование изменений климата и динамики оледенений в ответ на колебания инсоляции (механизм Миланковича) и вариаций содержания CO<sub>2</sub>.
19. Проблема предсказуемости изменений климата.
20. Гипотезы о автоколебательном механизме флуктуаций климата.
21. Колебания климата в позднем плейстоцене и голоцене.
22. Генезис аномалий гидрологического режима за последние 20 000 лет.
23. Роль вариаций солнечной постоянной и изменений оптических свойств атмосферы в колебаниях климата последних 500 лет.
24. Роль интенсификации парникового эффекта за счет антропогенных загрязнений атмосферы в современном потеплении климата.
25. Взаимодействие атмосферы и океана как фактор короткопериодических климатических вариаций.
26. Прогноз будущего состояния климата с использованием палеоаналогов.
27. Прогноз будущего состояния климата по климатическим моделям.
28. Прогноз климатических изменений регионального масштаба.
29. Прогноз климата на ближайшие 100 лет.
30. Прогноз состояния различных компонентов природной среды (уровень Мирового океана, растительный покров, «вечная мерзлота», горное оледенение и др.).

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Теория климата»**

### а) основная литература:

1. Кароль И.Л. Введение в динамику климата Земли/И.Л.Кароль. - Л.: Гидрометеоздат, 1988.- 215 с.
2. Кислов А.В. Теория климата/А.В. Кислов. - М.: Изд-во МГУ, 1989. – 147 с.
3. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем/А.В. Кислов. - М.: Наука-Интерпериодика, 2001. - 349 с.
4. Матвеев Л.Г. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли/Л.Г.Матвеев. Л.:Гидрометеоздат, 1991.- 295 с.
5. Переведенцев Ю.П. Теория климата/Ю.П.Переведенцев. - Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2009. - 504 с.

### б) дополнительная литература:

1. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем/М.И.Будыко.- Л.: Гидрометеоздат, 1980.- 352 с.

2. Вербицкий М.Я. Моделирование системы ледники-океан-атмосфера/ М.Я. Вербицкий, Д.В Чаликов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986.- 130 с.
3. Винников К.Я. Чувствительность климата/ К.Я. Винников. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986.- 223 с.
4. Динамика климата / Под ред. С. Манабе. - Л.: Гидрометеоиздат, 1988.- 574 с.
5. Кондратьев К.Я. Глобальная динамика климата: перспективы разработок/ К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин// Изв. Русского Географ. об-ва, 2005. Т. 137. Вып. 1, 2, 3, 4.
6. Монин А.С. Введение в теорию климата / А.С. Монин. - Л.: Гидрометеоиздат, 1982.- 246 с.
7. Парниковый эффект, изменения климата и экосистемы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989.-600 с.
8. Школьник И.М. Валидация региональной климатической модели ГГО/ И.М Школьник, В.П.Мелешко, В.М. Гаврилина // Метеорология и гидрология, 2005. -№1, С. 14-27.

в) Рекомендуемая литература по лабораторным занятиям:

1. Барашкова Н.К. Полуэмпирическая модель термического режима М.И. Будыко. Методические указания. /Н.К. Барашкова. - Томск: Изд-во. ТГУ, 2002. - 12 с.
2. Барашкова Н.К. Расчет характеристик общей циркуляции атмосферы, используемых в анализе климатических условий. Методические указания. /Н.К. Барашкова. - Томск: Изд-во ТГУ, 2006. - 30 с.
3. Белов Н.Ф. Практикум по климатологии. Учебное пособие/ Н.Ф. Белов, В.А. Васильев. - Л.: ЛГМИ, 1990.- 204 с.

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

**Сайты открытого доступа:**

Гидрометцентр России	<a href="http://meteoinfo.ru">http://meteoinfo.ru</a>
Федеральная служба РФ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)	<a href="http://www.meteorf.ru">www.meteorf.ru</a>
Томский Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды	<a href="http://meteotomsk.ru/site">http://meteotomsk.ru/site</a>

**8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Обучение по дисциплине «Теория климата» осуществляется на базе:

- лекционная аудитория, оснащенная мультимедиа проектором
- дисплейный класс с 10-12 индивидуальными рабочими местами.