

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Утверждаю
Декан геолого-географического факультета

_____ Г.М. Татьянин
«_____» _____ 2011 г.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
В ЧИСЛЕННЫХ ПРОГНОЗАХ ПОГОДЫ**

Рабочая программа

Направление подготовки **021600 – Гидрометеорология**
Магистерская программа **020600.68.05 – Метеорология**

Квалификация выпускника
Магистр

Форма обучения очная

Томск – 2011

Одобрено кафедрой метеорологии и климатологии
Протокол № _____ от « _____ » _____ 2011 г.

Зав. кафедрой, профессор _____ Г.О. Задде

Рекомендовано методической комиссией
геолого-географического факультета

Председатель комиссии, доцент _____ Н.И. Савина
« _____ » _____ 2011 г.

Рабочая программа по дисциплине «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды» является авторской и 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 108 часов. Из них: лекции – 18 часов, семинарские занятия – 14 часов, самостоятельная работа студентов – 76 часов.

Экзамен в 1 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единицы

Автор:

Кижнер Любовь Ильинична – кандидат географических наук, доцент кафедры метеорологии и климатологии.

Рецензент:

Задде Геннадий Освальдович – доктор физ.-мат. наук, профессор кафедры метеорологии и климатологии.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды» являются знакомство с моделями атмосферы, которые используются в ведущих прогностических центрах мира и России, с помощью которых можно получать фактические поля метеорологических величин в мезомасштабе, а также рассчитывать прогностические поля в различных масштабах, в том числе локальных. Задачей дисциплины является приобретение знаний о принципах построения некоторых прогностических моделей, их особенностях, методах параметризации, реализации их на практике, оценке результатов их использования.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды» является компонентом вариативной части общенаучного цикла М.1 учебного плана подготовки магистра по направлению подготовки 021600 – Гидрометеорология. Для успешного освоения дисциплины магистранты должны владеть знаниями, полученными после усвоения дисциплин «Синоптическая метеорология», «Динамическая метеорология», «Численные методы анализа и прогноза погоды», «Информатика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды».

Выпускник с квалификацией «магистр» должен обладать компетенциями:

- способен совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);
- уметь анализировать, синтезировать информацию, оценивать роль начальных данных в задачах гидродинамического прогноза (ПК-3);
- знать и применять методики и технологии, используемые в численном анализе и прогнозе, процедуры автоматизированной подготовки исходных данных для численного моделирования (ПК-8);
- знать технологии прогнозирования, основанные на использовании различных методик, уметь интерпретировать результаты расчетов, оценивать достоинства и недостатки моделей (ПК-13);
- готов использовать современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах при решении вопросов моделирования атмосферы, интерпретации результатов расчетов, оценки качества расчетов по моделям (ПК-20).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** современные оперативные прогностические модели, в том числе мезомасштабные, их возможности; различные виды информации, используемой в численном анализе и прогнозе;

– **уметь** использовать современную вычислительную технику при решении вопросов моделирования атмосферы, формулировать начальные и граничные условия, интерпретировать результаты расчетов, оценивать качество расчетов по моделям;

– **владеть** информацией о реализации одной или нескольких моделей на практике с использованием современного вычислительного кластера.

Для освоения дисциплины студент должен выполнить внеаудиторную самостоятельную работу по отдельным разделам дисциплины в пределах необходимого количества часов. Темы (и формы) самостоятельной работы из числа предложенных в программе могут корректироваться после консультации с преподавателем.

4. Структура и содержание дисциплины «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

4.1. Структура преподавания дисциплины

№ п/п	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинары	Самостоятельная работа студента с преподавателем	
1	Общие сведения о моделировании атмосферы, прогностических моделях	1	1	2					
2	Система наблюдений за состоянием атмосферы. Методы численного анализа метеополей. Усвоение данных	1	2-3	4			4	5	
3	Параметризация физических процессов в моделях	1	4-5	4			4	2	подготовка реферата по темам

									2, 3
4	Негидростатические модели атмосферы мезомасштаба	1	5-6						
5	Модели ARW-WRF	1	7	2			3	3	2
6	Входные и выходные данные мезомоделей	1	7-8				3	3	3
7	Успешность прогноза элементов погоды некоторых моделей	1	9	2			3	5	5
8	Использование вычислительных кластеров для решения задач математического моделирования	1	10					5	5
9	Структура прогностической системы WRF. Параметризации процессов в модели	1	11	2				2	2
10	Интерпретация результатов расчета. Анализ результатов расчета	1	12				2	10	2
11	Анализ конкретной метеорологической ситуации по данным расчета	1	13-14				3		
12	Общие сведения о локальных моделях	1	15					2	2
13	Статистическая интерпретация численных прогнозов погоды	1	16	2					2
14	Подготовка к контрольной работе, экзамену		12-16						8
	ВСЕГО			18			14	38	38

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение. История создания мезомасштабных прогностических моделей. Задачи, решаемые с помощью моделей.

1. Общие сведения о моделировании атмосферы. Классификация моделей по охвату территории, периоду действия прогнозов. Основные прогностические центры мира.

2. Данные и принципы усвоения данных в моделях атмосферы. Система наблюдений за состоянием атмосферы. Методы численного анализа метеорологических полей. Усвоение данных в ведущих метеорологических центрах. Вклад разных наблюдательных систем в качество прогнозов.

3. Параметризация физических процессов в моделях. Параметризации конвекции и конденсационных процессов, турбулентности, пограничного и приземного слоя, подстилающей поверхности и процессов в почве, радиационных потоков.

4. Негидростатические модели атмосферы мезомасштаба. Основные сведения о мезомоделях, используемых в разных странах. Горизонтальное и вертикальное разрешение в моделях. Метод вложенных сеток.

4.1. Модели ARW-WRF.

4.2. Негидростатическая модель прогноза погоды Гидрометцентра России.

4.3. Входные и выходные данные мезомodelей.

4.4. Успешность прогноза элементов погоды некоторых моделей.

4.5. Некоторые вопросы реализации моделей WRF (NMM) на вычислительном кластере ТГУ Siberia. Общая структура прогностической системы WRF. Параметризация процессов в модели.

4.6. Интерпретация результатов расчета. Анализ результатов расчета.

4.7. Практика выполнения расчетов по одной из моделей.

5. Общие сведения о локальных моделях.

6. Статистическая интерпретация численных прогнозов погоды. Перспективы использования моделей.

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

Результаты самостоятельной работы могут быть представлены в следующих формах.

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, дискуссиях с обсуждением результатов работы. 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 или практических занятий. Контроль может проводиться и в виде проверки конспектов, в диалоговом режиме. Опорные конспекты могут быть проверены в процессе опроса по качеству ответа магистранта, или при ответе другими магистрантами; в рамках семинарских занятий может быть проведен микрокурс конспектов по краткости, емкости и универсальности, по содержанию, по заинтересованности аудитории.

Написание рецензии, аннотации (статьи, научных трудов по теме)

Рецензия (Аннотация) может быть представлена на практическом занятии с дальнейшей дискуссией 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
Эти задания могут даваться для подготовки к практическим занятиям.

Составление кроссвордов по теме и ответов к ним

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.

Самостоятельная работа в спецклассе

Работа заключается в анализе и разборе конкретной метеорологической ситуации по данным расчетов с помощью модели. Выполняется письменно. Озвучиванию подлежат основные положения и выводы в виде краткого устного сообщения с обсуждением результатов анализа в группе (3~4 мин) в рамках практических занятий.

Подготовка к экзамену

Работа внеаудиторная и выполняется после освоения теоретического материала.

Критерии оценки самостоятельной работы:

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

6.1. Темы семинарских занятий

Семинарские занятия предназначены для ознакомления с реальными результатами расчетов по одной-двум программам при разных погодных ситуациях; получения навыков интерпретации, анализа, оценки качества результатов расчета; реализации модели на практике с использованием современного вычислительного кластера.

1. Семинарское занятие № 1. Использование вычислительных кластеров для решения задач математического моделирования. Реализация моделей на вычислительных устройствах.

2. Семинарское занятие № 2. Анализ ситуации развития циклона в районе г. Томска в зимний период.

3. Семинарское занятие № 3. Анализ ситуации развития антициклона в зимний период в районе г. Томска.
4. Семинарское занятие № 4. Анализ случая экстремально теплой погоды в районе г. Томска.
5. Семинарское занятие № 5. Анализ случая экстремально холодной погоды в районе г. Томска.
6. Семинарское занятие № 6. Тепловой баланс подстилающей поверхности.
7. Семинарское занятие № 7. Анализ возможности возникновения заморозков в районе г. Томска.
8. Семинарское занятие № 8. Анализ случая снегопада в районе г. Томска.
9. Семинарское занятие № 9. Анализ условий образования метелей.
10. Семинарское занятие № 10. Анализ грозовой ситуации в районе г. Томска.
11. Семинарское занятие № 11. Условия образования тумана в районе Томска.

Могут быть выбраны другие метеорологические ситуации.

6.2. Перечень примерных вопросов для самостоятельной работы

1. Общие сведения о моделировании атмосферы, прогностических моделей (тема 1).
2. Система наблюдений за состоянием атмосферы. Методы численного анализа метеорологических полей. Усвоение данных. Вклад разных наблюдательных систем (тема 2).
3. Параметризация физических процессов в моделях (тема 3).
4. Негидростатические модели атмосферы мезомасштаба. Модели ARW-WRF (темы 4, 5).
5. Входные и выходные данные мезомоделей (тема 6).
6. Успешность прогноза элементов погоды некоторых моделей (тема 7).
7. Использование вычислительных кластеров для решения задач тематического моделирования (тема 8).
8. Общая структура прогностической системы WRF. Параметризации процессов в модели (тема 9).
9. Основные сведения о негидростатической модели прогноза Гидрометцентра России (тема 4).
10. Требования к вычислительной технике при реализации мезометеорологической модели (тема 10).
11. Анализ конкретной метеорологической ситуации по данным расчета по модели (тема 11).
12. Общие сведения о локальных моделях (тема 12).
13. Статистическая интерпретация численных прогнозов погоды (тема 13).

При выполнении заданий самостоятельной работы магистрантам предстоит:

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

Текущий контроль качества, объема и компетенций проводится во время консультации с преподавателем, а также на семинарских занятиях.

Промежуточная аттестация осуществляется через выполнение контрольных работ, тестовых заданий, путем индивидуальных собеседований, написания и представления рефератов и конспектов.

6.3. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. История создания мезомасштабных прогностических моделей.
2. Характеристика современных моделей атмосферы.
3. Система наблюдений за состоянием атмосферы.
4. Методы численного анализа метеорологических полей.
5. Усвоение данных. Вклад разных наблюдательных систем в качество прогнозов.
6. Негидростатическая модель прогноза Гидрометцентра России: основные особенности.
7. Основные сведения о зарубежных негидростатических моделях.
8. Модели MM5, WRF.
9. Параметризация микрофизических процессов в моделях.
10. Горизонтальное и вертикальное разрешение в мезомасштабных численных моделях.
11. Представление в моделях микрофизики влаги.
12. Основы параметризации облачности.
13. Параметризация турбулентных движений в моделях.
14. Параметризация излучения.
15. Параметризация пограничного слоя, подстилающей поверхности и процессов в почве.
16. Внешние переменные и выходная продукция моделей.
17. Интерпретация результатов расчета. Анализ результатов расчета.
18. Общие сведения о локальных моделях.
19. Основы статистической интерпретации численных прогнозов погоды.
20. Анализ конкретной метеорологической ситуации по данным расчета.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды»

а) основная литература

1. Базовые требования к технологии подготовки краткосрочных прогнозов погоды: Руководящий документ РД 52.27.723–2009. – Обнинск: ИГ-Социн, 2009. 26 с.
2. Барашкова Н.К. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование / Н.К. Барашкова, Л.И. Кижнер, И.В. Кужевская: Учеб. пособие / Под ред. Г.О. Задде. – Томск, 2010. – 312 с.
3. Белов П.Н. Численные методы анализа и прогноза погоды / П.Н. Белов, Ю.П. Переведенцев, В.В. Гурьянов. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1991. – 84 с.
4. Белов П.Н. Численные методы прогноза погоды / П.Н. Белов, Е.П. Борисенков, Б.Д. Панин. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 376 с.
5. Динамико-стохастические методы и их применение в прикладной метеорологии / В.С. Комаров [и др.]. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН. – 2004. – 236 с.
6. Информационно-вычислительная система для коллективного исследования проблем атмосферного пограничного слоя с использованием вычислительного кластера / А.В. Старченко [и др.]. [Электронный ресурс] / Томский гос. ун-т. – Электронный образовательный ресурс. – Томск, 2006. – URL: http://ido.tsu.ru/iop_res/claster/index.html (дата обращения 10.12. 2010 г.).
7. Курбаткин Г.П. Спектральные модели атмосферы, инициализация и база данных для численного прогноза погоды / Г.П. Курбаткин, А.И. Дегтярев, А.В. Фролов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1994. – 184 с.

б) литература по семинарским занятиям

8. Информационно-вычислительная система для коллективного исследования проблем атмосферного пограничного слоя с использованием вычислительного кластера / А.В. Старченко [и др.]. [Электронный ресурс] / Томский гос. ун-т. – Электронный образовательный ресурс. – Томск, 2006. – URL: http://ido.tsu.ru/iop_res/claster/index.html (дата обращения 10.12. 2010 г.).
9. Задде Г.О. Основные этапы численных методов анализа и прогноза погоды / Г.О. Задде, Л.И. Кижнер. [Электронный ресурс] / Томский гос. ун-т. – Электронный образовательный ресурс. – Томск, 2008. – URL: http://ido.tsu.ru/tsu_res/res12 (дата обращения 10.12.2010 г.).

в) дополнительная литература

В качестве дополнительной информации рекомендуется использовать материалы Всероссийской школы-семинара «Современные технологии прогноза погоды», проходившей в Москве 6–10 октября 2008 г. Электронные версии докладов имеются в фонде кафедры метеорологии и климатологии. Рекомендуются следующие доклады:

10. Прессман Д.Я. Негидростатическая модель прогноза погоды Гидрометцентра России.

11. Ривин Г.С. Европейские прогностические сообщества (Aladin, COSMO, HIRLAM, Met Office UK) и их системы мезомасштабного прогноза.
12. Хайзе Э. Параметризация в численных моделях атмосферы.
13. Вельтишев Н.Ф., Жупанов В.Д. Негидростатические модели прогноза погоды США, Канады, Японии.

г) сайты открытого доступа:

http://meteo.infospace.ru	Метеоинформация с 1998 г.
http://method.hydromet.ru	Методический кабинет Гидрометцентра России
http://gismeteo.ru	Погода в России
http://meteotomsk.ru/site	Томский Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

Библиотечный фонд Научной библиотеки ТГУ имеет необходимые отечественные и зарубежные издания, периодические и непериодические.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Обучение по дисциплине «Современные прогностические модели в численных прогнозах погоды» осуществляется на базе:

- 1) специализированного компьютерного класса кафедры метеорологии и климатологии, имеющего выход в локальную сеть ТГУ и оснащенного мультимедиа проектором;
- 2) межрегионального центра коллективного пользования высокопроизводительными вычислительными ресурсами при Томском государственном университете.