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

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Моделирование атмосферы М2.ДВ.2

Направление подготовки: 021600.68 - Гидрометеорология
Профиль подготовки: Метеорология
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Переведенцев Ю.П.

Рецензент(ы):

Наумов Э.П.

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 215113

Казань
2014

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

1. ознакомление с негидростатическими моделями общего пользования WRF-ARW, WRF-NMM;

2. получение представлений о методах параметризации физических процессов в негидростатических моделях;

3. ознакомление с современными системами оперативного мезомасштабного прогноза погоды.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М2.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 021600.68 Гидрометеорология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Для усвоения дисциплины студенты должны владеть базовыми знаниями из курсов "Высшая математика", "Динамическая и синоптическая метеорология", "Численные методы прогноза погоды".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3 (общекультурные компетенции)	знанием современных компьютерных технологий и самостоятельно использовать их для решения задач профессиональной деятельности и в новых областях знаний
ПК-10 (профессиональные компетенции)	владеет современными методами обработки и интерпретации гидрометеорологической информации при проведении проектнопроизводственных работ
ПК-4 (профессиональные компетенции)	глубоким пониманием и творческим использованием в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин ОПП магистратуры
ПК-5 (профессиональные компетенции)	умением анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно- исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность
ПК-6 (профессиональные компетенции)	самостоятельным выполнением экспедиционных, лабораторных, вычислительных исследований в области гидрометеорологии при решении научно-исследовательских задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств
ПК-8 (профессиональные компетенции)	владеет основными методами проектирования, экспертноаналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов (в соответствии с ООП магистратуры)

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные методы численного анализа гидрометеорологической информации и параметризации процессов подсеточного масштаба; основы конечно-разностных и спектральных методов решения уравнений гидродинамики атмосферы.

2. должен уметь:

анализировать результаты численного прогнозирования как гидрометеорологических полей, так и погоды в отдельных пунктах.

3. должен владеть:

методами статистической интерпретации результатов численного прогнозирования погоды.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 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. Мезометеорологические процессы. Физика их образования и развития. Примеры мезометеорологических явлений в нижнем слое атмосферы.	3	1	2	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. История изучения мезометеорологических явлений в России и за рубежом. Вклад И.А. Кибеля и др. российских ученых в моделирование и прогнозирование мезометеорологических процессов и явлений.	3	2	0	0	0	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Негидростатическая модель локального прогноза погоды Гидрометцентра России. Система уравнений. Расчет поля давления.	3	3-4	0	0	0	контрольная работа
4.	Тема 4. Современные системы мезомасштабного прогноза погоды: состояние и перспективы. Характеристики оперативных региональных моделей атмосферы.	3	5-6	2	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Численные прогнозы погоды по негидростатическим моделям общего пользования WRF-ARW, WRF-NMM. Динамическое ядро модели ARW. Исходные уравнения. Метод численного решения.	3	7-10	0	0	11	контрольная работа
6.	Тема 6. Параметризация физических процессов в моделях ARW и NMM: параметризация подсеточной турбулентности, параметризация приземного и пограничного слоёв; параметризация радиационных потоков; параметризация процессов на поверхности и в почве, параметризация конвекции.	3	11-13	0	0	11	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. Общая структура прогностической мезомасштабной системы. Эксперименты с негидростатическими моделями. Научные исследования. Обеспечение спортивных мероприятий гидрометинформацией и прогнозами (Белой Олимпиады, Сочи 2014; Универсиады, Казань, 2013).	3	14	0	0	0	устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			4	0	22	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Мезометеорологические процессы. Физика их образования и развития. Примеры мезометеорологических явлений в нижнем слое атмосферы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Классификация мезометеорологических процессов. Процессы и явления, относящиеся к α-мезомасштабу, β-мезомасштабу, γ-мезомасштабу. Физическая и аэросиноптическая природа образования мезомасштабных явлений. Возникновение кучевых облаков, местных циркуляций, конвективных явлений и т.д.

Тема 2. История изучения мезометеорологических явлений в России и за рубежом. Вклад И.А. Кибеля и др. российских ученых в моделирование и прогнозирование мезометеорологических процессов и явлений.

Тема 3. Негидростатическая модель локального прогноза погоды Гидрометцентра России. Система уравнений. Расчет поля давления.

Тема 4. Современные системы мезомасштабного прогноза погоды: состояние и перспективы. Характеристики оперативных региональных моделей атмосферы.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Система усвоения данных, параметризация подстилающей поверхности. Основные характеристики современных мезомасштабных прогностических моделей. Технология выпуска мезомасштабных прогнозов. Использование мезомасштабной системы COSMO-RU при метеообеспечении Белой Олимпиады (Сочи, 2014) и Всемирной Универсиады (Казань, 2013).

Тема 5. Численные прогнозы погоды по негидростатическим моделям общего пользования WRF-ARW, WRF-NMM. Динамическое ядро модели ARW. Исходные уравнения. Метод численного решения.

лабораторная работа (11 часа(ов)):

Модели общего пользования WRF-ARW и WRF-NMM. Их описание и назначение. Исходные уравнения. Постановка начальных и граничных условий. Метод численного решения.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 6. Параметризация физических процессов в моделях ARW и NMM: параметризация подсеточной турбулентности, параметризация приземного и пограничного слоёв; параметризация радиационных потоков; параметризация процессов на поверхности и в почве, параметризация конвекции.

лабораторная работа (11 часа(ов)):

Параметризация подсеточной турбулентности; микрофизических процессов; параметризация приземного и пограничного слоёв; радиационных потоков; процессов на поверхности и в почве; атмосферной конвекции.

Тема 7. Общая структура прогностической мезомасштабной системы. Эксперименты с негидростатическими моделями. Научные исследования. Обеспечение спортивных мероприятий гидрометинформацией и прогнозами (Белой Олимпиады, Сочи 2014; Универсиады, Казань, 2013).

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. Мезометеорологические процессы. Физика их образования и развития. Примеры мезометеорологических явлений в нижнем слое атмосферы.	3	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. История изучения мезометеорологических явлений в России и за рубежом. Вклад И.А. Кибеля и др. российских ученых в моделирование и прогнозирование мезометеорологических процессов и явлений.	3	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Негидростатическая модель локального прогноза погоды Гидрометцентра России. Система уравнений. Расчет поля давления.	3	3-4	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
4.	Тема 4. Современные системы мезомасштабного прогноза погоды: состояние и перспективы. Характеристики оперативных региональных моделей атмосферы.	3	5-6	подготовка к устному опросу	10	устный опрос

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Численные прогнозы погоды по негидростатическим моделям общего пользования WRF-ARW, WRF-NMM. Динамическое ядро модели ARW. Исходные уравнения. Метод численного решения.	3	7-10	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
6.	Тема 6. Параметризация физических процессов в моделях ARW и NMM: параметризация подсеточной турбулентности, параметризация приземного и пограничного слоёв; параметризация радиационных потоков; параметризация процессов на поверхности и в почве, параметризация конвекции.	3	11-13	подготовка к устному опросу	8	устный опрос
7.	Тема 7. Общая структура прогностической мезомасштабной системы. Эксперименты с негидростатическими моделями. Научные исследования. Обеспечение спортивных мероприятий гидрометинформацией и прогнозами (Белой Олимпиады, Сочи 2014; Универсиады, Казань, 2013).	3	14	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				46	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

Тема 1. Мезометеорологические процессы. Физика их образования и развития. Примеры мезометеорологических явлений в нижнем слое атмосферы.

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация мезометеорологических процессов. Процессы и явления, относящиеся к α-мезомасштабу, β-мезомасштабу, γ-мезомасштабу. Физическая и аэросиноптическая природа образования мезомасштабных явлений. Возникновение кучевых облаков, местных циркуляций, конвективных явлений и т.д.

Тема 2. История изучения мезометеорологических явлений в России и за рубежом. Вклад И.А. Кибеля и др. российских ученых в моделирование и прогнозирование мезометеорологических процессов и явлений.

устный опрос , примерные вопросы:

Первые модели местных циркуляций атмосферы. Основные принципы прогнозирования мезомасштабных процессов, предложенные И.А. Кибелем. Основные уравнения задачи. Методы линеаризации. Нахождение решений мезометеорологических задач.

Тема 3. Негидростатическая модель локального прогноза погоды Гидрометцентра России. Система уравнений. Расчет поля давления.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Вывод системы дифференциальных уравнений для описания мезометеорологических процессов. 2. Методы параметризации физических процессов подсеточных масштабов в моделях WRF-ARW и WRF-NMM.

Тема 4. Современные системы мезомасштабного прогноза погоды: состояние и перспективы. Характеристики оперативных региональных моделей атмосферы.

устный опрос , примерные вопросы:

Система усвоения данных, параметризация подстилающей поверхности. Основные характеристики современных мезомасштабных прогностических моделей. Технология выпуска мезомасштабных прогнозов. Использование мезомасштабной системы COSMO-RU при метеообеспечении Белой Олимпиады (Сочи, 2014) и Всемирной Универсиады (Казань, 2013).

Тема 5. Численные прогнозы погоды по негидростатическим моделям общего пользования WRF-ARW, WRF-NMM. Динамическое ядро модели ARW. Исходные уравнения. Метод численного решения.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Перспективы развития негидростатических моделей и их использование потребителями. 2. Международное сотрудничество в создании и модификации систем мезомасштабного прогноза погоды. 3. Ошибки при прогнозах погоды мезомасштабных прогностических моделей.

Тема 6. Параметризация физических процессов в моделях ARW и NMM: параметризация подсеточной турбулентности, параметризация приземного и пограничного слоёв; параметризация радиационных потоков; параметризация процессов на поверхности и в почве, параметризация конвекции.

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризация подсеточной турбулентности; микрофизических процессов; параметризация приземного и пограничного слоёв; радиационных потоков; процессов на поверхности и в почве; атмосферной конвекции.

Тема 7. Общая структура прогностической мезомасштабной системы. Эксперименты с негидростатическими моделями. Научные исследования. Обеспечение спортивных мероприятий гидрометинформацией и прогнозами (Белой Олимпиады, Сочи 2014; Универсиады, Казань, 2013).

устный опрос , примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Эксперименты с негидростатическими моделями. Научные исследования. Обеспечение спортивных мероприятий гидрометеоинформацией и прогнозами (Белой Олимпиады, Сочи, 2014; Универсиады, Казань, 2013).

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Примеры контрольных вопросов:

1. Вывод системы дифференциальных уравнений для описания мезометеорологических процессов.
2. Методы параметризации физических процессов подсеточных масштабов в моделях WRF-ARW и WRF-NMM.
3. Перспективы развития негидростатических моделей и их использование потребителями.
4. Международное сотрудничество в создании и модификации систем мезомасштабного прогноза погоды.
5. Ошибки при прогнозах погоды мезомасштабных прогностических моделей.

7.1. Основная литература:

1. Белов П.Н. Численные методы анализа и прогноза погоды: Учебное пособие / П.Н. Белов.?Казань: Б.и., 1991.?83с.

2. Переведенцев, Юрий Петрович. Теория климата: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Гидрометеорология" и специальности "Метеорология" / Ю. П. Переведенцев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Рос. гос. гидрометеорол. ун-т, Казан. гос. ун-т.?2-е изд., перераб. и доп..?Казань: Казанский государственный университет, 2009.?503 с

3. Теория общей циркуляции атмосферы: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Гидрометеорология" / Ю. П. Переведенцев, И. И. Мохов , А. В. Елисеев.?Казань: Казанский университет, 2013.?223 с.

7.2. Дополнительная литература:

1. Барашкова Н.К., Кижнер Л.И., Кужевская И.В. Атмосферные процессы: динамика, численный анализ, моделирование: Учебное пособие/ под ред.Г.О. Заддe - Томск: ТМЛ-Пресс, 2010, -312с.

2. Гандин Л.С. Численные методы краткосрочного прогноза погоды: Учебник для студ. ун-тов и гидромет. ин-тов.?Л.: Гидрометеоиздат, 1968.?427с.

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

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 "Моделирование атмосферы" 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.

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 021600.68 "Гидрометеорология" и магистерской программе Метеорология .

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

Рецензент(ы):
Наумов Э.П. _____
"__" _____ 201 __ г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ