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

Методы математического моделирования и прогноза гидрометеорологических процессов
Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология
Профиль подготовки: Метеорология
Квалификация выпускника: академический бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский

Автор(ы):

Гурьянов В.В.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.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 2122514

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) доцент, к.н. (доцент) Гурьянов В.В. кафедра метеорологии, климатологии и экологии атмосферы отделение природопользования , Vladimir.Guryanov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

формирование у студентов современных представлений по вопросам численного гидрометеорологического моделирования и технологии прогнозирования гидрометеорологических процессов

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.04 Гидрометеорология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина относится к Профессиональному циклу (Б3.ДВ3).

"Методы математического моделирования и прогнозы гидрометеорологических процессов" базируется на таких фундаментальных науках, как физика, математика и гидромеханика, численные методы прогноза погоды.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	владением базовыми знаниями в области фундаментальных разделов математики в объеме, необходимом для владения математическим аппаратом в гидрометеорологии, для обработки и анализа данных, прогнозирования гидрометеорологических характеристик

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

современные теоретические методы построения математических моделей общей циркуляции атмосферы;

2. должен уметь:

разрабатывать параметризации физических процессов, происходящих в атмосфере;

3. должен владеть:

навыками необходимыми для численной реализации мезомасштабных численных моделей (WRF и COSMO), навыками необходимыми для понимания современной литературы по вопросам численного моделирования, и участия в работах соответствующего профиля.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 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. Квазигидростатические и негидростатические модели атмосферы	8	1	2	0	2	устный опрос
2.	Тема 2. Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы	8	2	2	0	2	устный опрос
3.	Тема 3. Описание численной схемы модели WRF. Использование вложенных сеток.	8	3	1	0	2	устный опрос
4.	Тема 4. Параметризации подсеточной турбулентности	8	4	1	0	2	устный опрос
5.	Тема 5. Параметризации микрофизических процессов	8	5	1	0	3	устный опрос
6.	Тема 6. Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию	8	6	1	0	3	контрольная точка
7.	Тема 7. Параметризации пограничного слоя	8	7	1	0	2	устный опрос
8.	Тема 8. Параметризации приземного слоя.	8	8	1	0	2	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	
9.	Тема 9. Параметризации процессов на поверхности и в почве.	8	9	1	0	2	устный опрос
10.	Тема 10. Параметризации конвекции	8	10	1	0	3	устный опрос
11.	Тема 11. Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.	8	11	1	0	3	устный опрос
12.	Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования в атмосфере с использованием мезомасштабных негидростатических моделей.	8	12	1	0	2	контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			14	0	28	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Квазигидростатические и негидростатические модели атмосферы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Квазигидростатические и негидростатические модели атмосферы Крупномасштабные гидродинамические модели атмосферы. Мезомасштабные модели атмосферы. Структура прогностической системы WRF-NMM.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Мезомасштабные модели атмосферы.

Тема 2. Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы Учет условия негидростатичности(наличие вертикальных ускорений в уравнении движения для вертикальной скорости w)

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы

Тема 3. Описание численной схемы модели WRF. Использование вложенных сеток.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Описание численной схемы модели WRF. Получение вспомогательных и промежуточных полей с использованием явных схем. Расчет окончательных полей с использованием неявных схем. Использование вложенных сеток.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Описание численной схемы модели WRF. Использование вложенных сеток.

Тема 4. Параметризации подсеточной турбулентности

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Параметризации подсеточной турбулентности в моделях WRF-ARW и WRF-NMM. Расчет коэффициентов турбулентного обмена. Задание постоянных значений коэффициентов горизонтального и вертикального обмена. Расчет горизонтальной турбулентности по горизонтальной деформации с использованием замыкания первого порядка по Смагоринскому. Трехмерное замыкание по Смагоринскому для расчета коэффициентов турбулентного обмена по горизонтали и вертикали. Определение коэффициентов обмена с использованием турбулентной кинетической энергии.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Задание постоянных значений коэффициентов горизонтального и вертикального обмена.

Тема 5. Параметризации микрофизических процессов

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Параметризации микрофизических процессов Параметризация Кесслера. Параметризация Линя Параметризации WSM3, WSM5 и WSM6 Образование облачного льда Образование снега Образование граупелей Образование дождя Конденсация водяного пара и испарение облачности

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Параметризации микрофизических процессов

Тема 6. Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию Длинноволновая радиация. Схема RRTM. Схема GFDL. Коротковолновая радиация. Схема Дудья. Схема Eta GFDL. Поглощение озоном. Поглощение водяным паром.

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию

Тема 7. Параметризации пограничного слоя

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Параметризации пограничного слоя. Параметризация MRF. Параметризация университета Ёнсей (YSU) Праметризация Меллора-Ямады-Янича (MYJ)

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Параметризации пограничного слоя.

Тема 8. Параметризации приземного слоя.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Параметризации приземного слоя. Схема подобия MM5. Схема подобия Eta (или Янича) Схема подобия GFS

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Параметризации приземного слоя.

Тема 9. Параметризации процессов на поверхности и в почве.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Параметризации процессов на поверхности и в почве. Пятислойная модель термической диффузии Модель Noah Перенос тепла Перенос влаги Представление снега и льда

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Параметризации процессов на поверхности и в почве.

Тема 10. Параметризации конвекции

лекционное занятие (1 часа(ов)):

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Параметризации конвекции Схема Беттса-Миллера-Янича Схема Каина ? Фритша. Формулировка области восходящих движений. Расчет возбуждающей функции Формулировка потока массы Гипотеза замыкания

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Параметризации конвекции

Тема 11. Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.

лабораторная работа (3 часа(ов)):

Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.

Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования в атмосфере с использованием мезомасштабных негидростатических моделей.

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Оценка современного состояния математического моделирования в атмосфере с использованием мезомасштабных негидростатических моделей. Использование мезомасштабных моделей для расчета переноса примеси в пограничном слое атмосферы.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Современные мезомасштабные негидростатические модели.

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. Квазигидростатические и негидростатические модели атмосферы	8	1	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы	8	2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Описание численной схемы модели WRF. Использование вложенных сеток.	8	3	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Параметризации подсеточной турбулентности	8	4	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
5.	Тема 5. Параметризации микрофизических процессов	8	5	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию	8	6	подготовка к контрольной точке	4	контрольная точка

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Параметризации пограничного слоя	8	7	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
8.	Тема 8. Параметризации приземного слоя.	8	8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
9.	Тема 9. Параметризации процессов на поверхности и в почве.	8	9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
10.	Тема 10. Параметризации конвекции	8	10	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
11.	Тема 11. Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.	8	11	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
12.	Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования в атмосфере с использованием мезомасштабных негидростатических моделей.	8	12	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Использование компьютерных симуляций (численного моделирования).

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

Тема 1. Квазигидростатические и негидростатические модели атмосферы

устный опрос , примерные вопросы:

Крупномасштабные гидродинамические модели атмосферы. Мезомасштабные модели атмосферы.

Тема 2. Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы

устный опрос , примерные вопросы:

Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы Уравнения движения. Упрощение уравнений движения. Уравнение неразрывности. Термодинамическое уравнение.

Тема 3. Описание численной схемы модели WRF. Использование вложенных сеток.

устный опрос , примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Общая структура прогностической системы WRF. Предварительная обработка (WPS). Инициализация. Модель WRF. Система подготовки вывода модельной продукции. Описание численной схемы модели WRF. Динамические ядра модели WRF. Динамическое ядро модели ARW. Исходные уравнения. Метод численного решения. Опыт эксплуатациимодели WRF-ARW в Гидрометцентре России. Использование вложенных сеток.

Тема 4. Параметризации подсеточной турбулентности

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризации подсеточной турбулентности. Задание коэффициентов горизонтальной (Kh) и вертикальной (Kv) турбулентностей. Простое задание пользователем постоянных значений Kh и Kv . Расчет горизонтальной турбулентности по горизонтальной деформации с использованием замыкания первого порядка по Смагоринскому. Трехмерное замыкание по Смагоринскому. Определение коэффициентов обмена с использованием турбулентной кинетической энергии (ТКЭ).

Тема 5. Параметризации микрофизических процессов

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризации микрофизических процессов. Образование облачного льда. Образование снега. Образование граупелей. Образование дождя.

Тема 6. Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию

контрольная точка , примерные вопросы:

Анализ и рассчет поглощения, отражения и рассеяния солнечной радиации в атмосфере согласно теоретическому распределению участвующих в этих процессах компонент. Длинноволновая радиация. Схема RRTM. Схема GFDL. Схема CAM. Коротковолновая радиация. Схема Дудья. Схема Eta GFDL. Схема CAM. Задание для контрольной точки: Дать описание предлагаемых в модели четырех параметризаций длинноволнового излучения и четырех ? для коротковолнового излучения, которые позволяют учесть облачность, распределение водяного пара, углекислый газ, озон, малые концентрации других значимых газов.

Тема 7. Параметризации пограничного слоя

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризации пограничного слоя Параметризация MRF. Параметризация университета Ёнсей (YSU). Параметризация Меллора-Ямады-Янича (MYJ). Параметризация ACM2.

Тема 8. Параметризации приземного слоя.

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризации приземного слоя. Схема подобия MM5. Схема подобия Eta (Янича). Схема подобия GFS. Схема подобия Плейма-Ксю.

Тема 9. Параметризации процессов на поверхности и в почве.

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризации процессов на поверхности и в почве. Пятислойная модель термической диффузии. Унифицированная модель Noah. Модель RUC. Модель Плейма-Ксю.

Тема 10. Параметризации конвекции

устный опрос , примерные вопросы:

Параметризации конвекции. Схема Беттса-Миллера-Янича. Схема Каина-Фритша. Ансамбль Грела-Дэвени. Ансамбль Грела 3d.

Тема 11. Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.

устный опрос , примерные вопросы:

Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов. Прогноз ливней. Прогноз Метелей. Прогноз сильных морозов. Прогноз жары.

Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования в атмосфере с использованием мезомасштабных негидростатических моделей.

контрольная работа , примерные вопросы:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Оценка современного состояния математического моделирования в атмосфере с использованием мезомасштабных негидростатических моделей. Задание для контрольной работы: Дать краткое описание процессов подсеточного масштаба и как они учитываются с помощью параметризаций.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы для самостоятельной подготовки (дать подробное описание и привести соответствующие алгоритмы):

1. Каким образом учитываются процессы подсеточного масштаба.
2. Сколько схем параметризаций физических процессовВ модели WRF может быть использовано.
3. Можно ли комбинировать в модели WRF схемы параметризаций физических процессов.
4. Какие процессы включает в себя микрофизика.
5. Какую радиацию учитывают параметризации радиационных процессов.
6. Какие процессы учитывают параметризации поверхностного слоя.
7. Какие физические механизмы учитывают параметризации подстилающей поверхности и процессы в почве.
8. Какие физические механизмы учитывают параметризации планетарного пограничного слоя.
9. Какие физические механизмы учитывают параметризации облачности.

Вопросы к экзамену по курсу
Методы математического моделирования и прогноза гидрометеорологических процессов

1. Крупномасштабные гидродинамические модели атмосферы.
2. Мезомасштабные модели атмосферы.
3. Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы.
4. Структура модели WRF с динамическими ядрами ARW и NMM.
5. Использование вложенных сеток..
6. Параметризации подсеточной турбулентности.
7. Параметризации микрофизических процессов.
8. Расчет радиационных потоков, включая длинноволновую и коротковолновую радиацию.
9. Параметризации пограничного слоя.
10. Параметризации приземного слоя.
11. Параметризации процессов на поверхности и в почве.
12. Параметризации конвекции.
13. Использование мезомасштабных моделей для расчета переноса примеси в пограничном слое атмосферы.
14. Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.
15. Современные мезомасштабные негидростатические модели.
16. Средства, используемые для визуализации результатов численного прогноза.
17. Назначение и функции утилиты ARWpost, входящей в состав комплекса моделирования WRF.
18. Достоинства и недостатки модели WRF (Weather Research and Forecasting).
19. Какие данные могут использоваться в качестве исходных в модели WRF.
20. Теоретическая основа численного моделирования с использованием модели WRF.

Примерные экзаменационные билеты

Билет 1

1. Крупномасштабные гидродинамические модели атмосферы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

2. Предварительная обработка (WPS).

3. Параметризации подсеточной турбулентности. Задание коэффициентов горизонтальной (Kh) и вертикальной (Kv) турбулентностей.

Билет 2

1. Мезомасштабные модели атмосферы.

2. Инициализация.

3.

Билет 3

1. Система уравнений гидротермодинамики бароклинной атмосферы.

2. Описание численной схемы модели WRF.

3. Параметризации микрофизических процессов. Образование облачного льда

Билет 4

1. Структура модели WRF с динамическими ядрами ARW и NMM.

2. Система подготовки вывода модельной продукции.

3. Длинноволновая радиация. Схема RRTM.

Билет 5

1. Использование мезомасштабных моделей для расчета переноса примеси в пограничном слое атмосферы.

2. Динамические ядра модели WRF.

3. Коротковолновая радиация. Схема Дудья.

Билет 6

1. Прогноз опасных явлений для различных типов синоптических процессов.

2. Использование вложенных сеток.

3. Параметризации пограничного слоя. Параметризация Меллора-Ямады-Янича (MYJ).

Билет 7

1. Современные мезомасштабные негидростатические модели.

2. Динамическое ядро модели ARW.

3. Параметризации приземного слоя. Схема подобия GFS.

Билет 8

1. Достоинства и недостатки модели WRF (Weather Research and Forecasting).

2. Исходные уравнения.

3. Параметризации процессов на поверхности и в почве. Модель RUC.

Билет 9

1. Какие данные могут использоваться в качестве исходных в модели WRF.

2. Метод численного решения.

3. Параметризации конвекции. Ансамбль Грела-Дэвени.

Билет 10

1. Теоретическая основа численного моделирования с использованием модели WRF.

2. Опыт эксплуатациимодели WRF-ARW в Гидрометцентре России.

3. Определение коэффициентов обмена с использованием турбулентной кинетической энергии (ТКЭ).

7.1. Основная литература:

1. Калинин Н.А. Динамическая метеорология / Н.А. Калинин - Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2009. - 260 с.

Режим доступа: фонд кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

2. Пиловец Г. И. Метеорология и климатология: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 399 с.

Режим доступа: //http://znanium.com/bookread.php?book=391608

3. Ясовеев М. Г. Методика геоэкологических исследований: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Н.С. Шевцова. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2014. - 292 с.

Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=446113

7.2. Дополнительная литература:

1. Христофорова Н. К. Основы экологии: Учебник [Электронный ресурс]/ Н.К. Христофорова. - 3-е изд., доп. - М.: Магистр: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 640 с.

Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=406581

2. Мешалкин В. П. Основы информатизации и математического моделирования экологических систем: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, А.Г. Гнаук. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 357 с. Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=184099

3. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.

Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=392652

4. Ярушкина Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ Н.Г. Ярушкина, Т.В. Афанасьева, И.Г. Перфильева. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2012. - 160 с.

Режим доступа: http://znanium.com/bookread.php?book=249314

7.3. Интернет-ресурсы:

General WRF modeling system support - http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/support.html

The WRF NMM core - http://www.dtcenter.org/wrf-nmm/users/docs

User?s Guide for the NMM core of Weather Research and Forecast (WRF) - http://www.dtcenter.org/wrf-nmm/users/docs/user_guide/index.php

Модель КОСМО - http://www.cosmo-model.org/

Система предупреждения об опасных явлениях - http://hirlam.org/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Методы математического моделирования и прогноза гидрометеорологических процессов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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 "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Компьютеры, мультимедийный проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 05.03.04 "Гидрометеорология" и специализации Метеорология .

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

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

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ