

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

Математическое моделирование загрязнения атмосферы Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 05.03.04 - Гидрометеорология

Профиль подготовки: Метеорология

Квалификация выпускника: 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 225917

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) 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 расчета переноса загрязняющих веществ в атмосфере с использованием математических моделей.

### 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). Осваивается на 4 курсе (8 семестр).

Математическое моделирование загрязнения атмосферы базируется на таких фундаментальных науках, как физика, математика и гидромеханика.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции                        | Расшифровка приобретаемой компетенции  |
|---|--|
| ОПК-1<br>(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  |
| ПК-3<br>(профессиональные компетенции)  | Владением теоретическими основами и практическими методами организации гидрометеорологического мониторинга, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды, техногенных систем и экологического риска, а также методами оценки влияния гидрометеорологических факторов на состояние окружающей среды, жизнедеятельность человека и отрасли хозяйства |

В результате освоения дисциплины студент:

#### 1. должен знать:

современные теоретические и инженерные методы расчета загрязняющих веществ в атмосфере, уметь разрабатывать алгоритмы, составлять программы расчета переноса примесей в атмосфере и визуально отображать области загрязнения атмосферы на экране персонального компьютера;

#### 2. должен уметь:

разрабатывать алгоритмы, составлять программы расчета переноса примесей в атмосфере; уметь визуально отображать результаты численных расчетов (области загрязнения атмосферы) на экране персонального компьютера;

#### 3. должен владеть:

навыками необходимыми для понимания современной литературы по вопросам загрязнения атмосферы, 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<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|    |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 1. | Тема 1. Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения атмосферы. Основные подходы к расчету распространения примесей. | 8       | 1                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 2. | Тема 2. Основные методы описания турбулентной диффузии   | 8       | 2                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 3. | Тема 3. Практические (инженерные) способы расчета рассеяния примесей.  | 8       | 3                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 4. | Тема 4. Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере.  | 8       | 4                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 5. | Тема 5. Основы статистической теории турбулентной диффузии.  | 8       | 5                  | 4   | 0                       | 2                      | Контрольная работа        |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля   | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |   |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 6.  | Тема 6. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси от мгновенного и непрерывного точечного источника.   | 8       | 6                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 7.  | Тема 7. Статистическая теория Тейлора.  | 8       | 7                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 8.  | Тема 8. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси с учетом эффективной высоты источника и устойчивости атмосферы.  | 8       | 8                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 9.  | Тема 9. Полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии и краевые условия задачи. Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра. Теоретическая модель переноса примесей в атмосфере на близкие расстояния. | 8       | 9                  | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 10. | Тема 10. Численные модели переноса примесей. Уравнения переноса примеси в пограничном слое атмосферы. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров.  | 8       | 10                 | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |
| 11. | Тема 11. Траекторная модель переноса примесей в пограничном слое.   | 8       | 11                 | 2   | 0                       | 2                      | Устный опрос              |

| N   | Раздел<br>Дисциплины/<br>Модуля  | Семестр | Неделя<br>семестра | Виды и часы<br>аудиторной работы,<br>их трудоемкость<br>(в часах) |                         |                        | Текущие формы<br>контроля |
|-----|--|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|     |  |         |                    | Лекции  | Практические<br>занятия | Лабораторные<br>работы |                           |
| 12. | Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования распространения примесей в атмосфере и его роли в решении задачи охраны окружающей среды. | 8       | 12                 | 2   | 0                       | 4                      | Контрольная работа        |
|     | Тема . Итоговая форма контроля   | 8       |                    | 0   | 0                       | 0                      | Экзамен                   |
|     | Итого  |         |                    | 26  | 0                       | 26                     |                           |

## 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения атмосферы. Основные подходы к расчету распространения примесей.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения Классификация источников загрязнения атмосферы. Загрязняющие вещества. Максимальные разовые и среднесуточные ПДК Основные методы описания диффузии примеси в атмосфере.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Классификация источников загрязнения атмосферы.

**Тема 2. Основные методы описания турбулентной диффузии**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные методы описания диффузии примеси в атмосфере. Эмпирико-статистический подход Стандартные методики Гауссова модель факела Модели, основанные на аналитических и численных решениях уравнений переноса и турбулентной диффузии примеси. Динамико-стохастический подход.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Основные методы описания диффузии примеси в атмосфере.

**Тема 3. Практические (инженерные) способы расчета рассеяния примесей.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Стандартные методики. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. (ОНД-86 и их последующие модификации)

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Принципы составления томов ПДВ

**Тема 4. Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере. Преимущества и недостатки различных методик.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере.

**Тема 5. Основы статистической теории турбулентной диффузии.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основы статистической теории турбулентной диффузии. Основные сведения из теории вероятностей и математической статистики Распространения примеси от одиночного источника

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Распространения примеси от одиночного источника

**Тема 6. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси от мгновенного и непрерывного точечного источника.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Гауссова модель рассеивающейся струи примеси от мгновенного и непрерывного точечного источника. Зависимость распространения примеси от скорости ветра, дисперсии примеси, высоты источника.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Гауссова модель рассеяния примеси от мгновенного и непрерывного точечного источника.

**Тема 7. Статистическая теория Тейлора.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Статистическая теория Тейлора Движение частиц примеси в поле однородной стационарной турбулентности. Определение дисперсия частиц примеси для малых и больших промежутков времени.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Определение дисперсия частиц примеси для малых и больших промежутков времени.

**Тема 8. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси с учетом эффективной высоты источника и устойчивости атмосферы.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Развитие гауссовой модели факела. Скорость ветра в гауссовой модели факела Расчеты подъема дымового факела Классы устойчивости.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Расчет распространения примеси по усовершенствованной гауссовой модели факела.

**Тема 9. Полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии и краевые условия задачи. Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра. Теоретическая модель переноса примесей в атмосфере на близкие расстояния.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии и краевые условия задачи. Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра. Теоретическая модель переноса примесей в атмосфере на близкие расстояния.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра.

**Тема 10. Численные модели переноса примесей. Уравнения переноса примеси в пограничном слое атмосферы. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Численные модели переноса примесей. Уравнения переноса примеси в пограничном слое атмосферы. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров на перенос примеси.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):**

Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров на перенос примеси.



## Тема 11. Траекторная модель переноса примесей в пограничном слое.

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Перенос примеси в пограничном слое атмосферы. Траекторная модель переноса примесей в пограничном слое.

### лабораторная работа (2 часа(ов)):

Перенос примеси в пограничном слое атмосферы.

## Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования распространения примесей в атмосфере и его роли в решении задачи охраны окружающей среды.

### лекционное занятие (2 часа(ов)):

Оценка современного состояния математического моделирования распространения примесей в атмосфере и его роли в решении задачи охраны окружающей среды.

### лабораторная работа (4 часа(ов)):

Сравнение различных методик расчета распространения примесей по количественным оценкам.

## 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. Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения атмосферы. Основные подходы к расчету распространения примесей. | 8       | 1               | подготовка к устному опросу           | 4                      | устный опрос                          |
| 2. | Тема 2. Основные методы описания турбулентной диффузии   | 8       | 2               | подготовка к устному опросу           | 4                      | устный опрос                          |
| 3. | Тема 3. Практические (инженерные) способы расчета рассеяния примесей.  | 8       | 3               | подготовка к устному опросу           | 4                      | устный опрос                          |
| 4. | Тема 4. Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере.  | 8       | 4               | подготовка к устному опросу           | 4                      | устный опрос                          |
| 5. | Тема 5. Основы статистической теории турбулентной диффузии.  | 8       | 5               | подготовка к контрольной работе       | 4                      | контрольная работа                    |
|    | Итого  |         |                 |                                       | 20                     |                                       |

## 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. Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения атмосферы. Основные подходы к расчету распространения примесей.**

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация источников загрязнения атмосферы. Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения атмосферы. Основные подходы к расчету распространения примесей.

### **Тема 2. Основные методы описания турбулентной диффузии**

устный опрос , примерные вопросы:

Многомасштабность процессов турбулентного обмена в атмосфере. Основные методы описания диффузии примеси в атмосфере.

### **Тема 3. Практические (инженерные) способы расчета рассеяния примесей.**

устный опрос , примерные вопросы:

Стандартные (инженерные) способы расчета рассеяния примесей. Методика ОНД-86 и ее последующее развитие. Принцип оценки максимально возможной наземной концентрации примеси при наихудших условиях рассеяния.

### **Тема 4. Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере.**

устный опрос , примерные вопросы:

Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере. Преимущества и недостатки статистического и гидродинамического подхода.

### **Тема 5. Основы статистической теории турбулентной диффузии.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Классификация источников загрязнения атмосферы. Турбулентная диффузия примесей. Эйлеров и лагранжевы способы описания кинематики атмосферы. Основные направления решения проблемы распространения примесей. Нормальное распределение случайной величины.

### **Тема 6. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси от мгновенного и непрерывного точечного источника.**

### **Тема 7. Статистическая теория Тейлора.**

### **Тема 8. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси с учетом эффективной высоты источника и устойчивости атмосферы.**

### **Тема 9. Полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии и краевые условия задачи. Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра. Теоретическая модель переноса примесей в атмосфере на близкие расстояния.**

### **Тема 10. Численные модели переноса примесей. Уравнения переноса примеси в пограничном слое атмосферы. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров.**

### **Тема 11. Траекторная модель переноса примесей в пограничном слое.**

### **Тема 12. Оценка современного состояния математического моделирования распространения примесей в атмосфере и его роли в решении задачи охраны окружающей среды.**

### **Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы по курсу

Математическое моделирование загрязнения атмосферы

1. Классификация источников загрязнения атмосферы.
2. Основные методы описания диффузии примеси в атмосфере.
3. Основные модели для расчета рассеяния примеси в атмосфере.
4. Основы статистической теории турбулентной диффузии.
5. Гауссова модель рассеяния примеси от мгновенного точечного источника.
6. Гауссова модель рассеяния примеси от непрерывного точечного источника.
7. Практические (инженерные) способы расчета рассеяния примесей.
8. Сравнение основных методик расчета турбулентной диффузии примеси в атмосфере.
9. Основы гидродинамических моделей переноса примесей.
10. Аналитические решения уравнения диффузии.
11. Теоретическая модель переноса примесей на близкие расстояния.
12. Численные модели переноса примесей.
13. Перенос примеси в пограничном слое атмосферы.
14. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров на перенос примеси.
15. Траекторная модель переноса примесей в пограничном слое.

Примерные Экзаменационные билеты по курсу

"Математическое моделирование загрязнения атмосферы"

Билет ♦ 1

1. Основные понятия об источниках и характеристиках загрязнения атмосферы.
2. Статистическая теория Тейлора определения дисперсии частиц.

Билет ♦ 2

1. Классификация источников загрязнения атмосферы.
2. Полуэмпирическое уравнение турбулентной диффузии.

Билет ♦ 3

1. Эйлеров и лагранжевы способы описания кинематики атмосферы.
2. Функция источника (стока) примеси.

Билет ♦ 4

1. Классификация задач переноса примесей.
2. Краевые условия задачи (К-теория).

Билет ♦ 5

1. Основные подходы к расчету распространения примесей.
2. Гауссова модель рассеивающейся струи примеси с учетом эффективной высоты источника и устойчивости атмосферы.

Билет ♦ 6

1. Основные модели для расчета рассеяния примеси в атмосфере.
2. Траекторная модель переноса примесей в пограничном слое.

Билет ♦ 7

1. Эмпирико-статистический подход к проблеме распространения примесей.
2. Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра (мгновенный точечный источник).

Билет ♦ 8

1. Практические (инженерные) способы расчета рассеяния примесей.
2. Влияние неоднородности подстилающей поверхности и нестационарности внешних параметров.

Билет ♦ 9

1. Гауссова модель факела.

2. Аналитические решения уравнения диффузии при постоянных коэффициентах турбулентности и скорости ветра (непрерывный точечный источник).

Билет ♦ 10

1. К-теория.

2. Определение дисперсии частиц для малых промежутков времени.

### 7.1. Основная литература:

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

<http://znanium.com/bookread.php?book=446113>

2. Тихонова И.О. Экологический мониторинг атмосферы: Учебное пособие / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 136 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=327080>

3. Жуков В. И. Оценка воздействия транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду. Книга 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Жуков, Л. Н.

Горбунова, С. В. Севастьянов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. - 784 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=440994>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Григорьева И.Ю. Геоэкология: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ И.Ю. Григорьева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 270 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=371993>

2. Кириллов В.И. Метрологическое обеспечение технических систем: Учебное пособие / В.И. Кириллов. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=406752>

3. 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>

4. Ясовеев М.Г. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: Учеб. пос. [Электронный ресурс]/ М.Г.Ясовеев, Н.Л.Стреха и др.; Под ред. проф. М.Г.Ясовеева - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013 - 304 с. Режим доступа:

<http://znanium.com/bookread.php?book=412160>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Air pollution research - <http://www.defra.gov.uk/environment/quality/air/air-quality/science/research/>

EPA - <http://www.epa.gov/airscience/>

Библиография по экологии - <http://lake.baikal.ru/ru/library/library.html?action=list&division=6>

ВМО -

[http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=more\\_results&mode=keyword&user\\_query=Environmental+Pollut](http://library.wmo.int/opac/index.php?lvl=more_results&mode=keyword&user_query=Environmental+Pollut)

Моделирование мезомасштабных атмосферных процессов -

<http://www.inm.ras.ru/laboratory/direct3.htm>

Моделирование мезомасштабных гидротермодинамических процессов и переноса антропогенных примесей в атмосфере и гидросфере региона оз. Байкал -

<http://lake.baikal.ru/ru/library/publication.html?action=show&id=408>

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

Освоение дисциплины "Математическое моделирование загрязнения атмосферы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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 оборудование 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 направлению 05.03.04 "Гидрометеорология" и профилю подготовки Метеорология .

Автор(ы):

Гурьянов В.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Переведенцев Ю.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.