

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

Методы статистической обработки гидрометеорологической информации Б1.Б.25

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 218717

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

Целями освоения дисциплины (модуля) "Методы статистической обработки гидрометеорологической информации" является формирование у учащихся:

1. Базовых знаний и их применение для обработки и анализа гидрометеорологической информации на ЭВМ.
2. Освоение простейших методов статистической классификации и статистического моделирования.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.Б.25 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 05.03.04 Гидрометеорология и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Данная дисциплина относится к профессиональному циклу ООП (дисциплина по выбору) Б3.Б14.

Дисциплина осваивается на 3 курсе в 8 семестре.

Она связана с курсами "Математика", "Теория вероятностей и математическая статистика", "Климатология".

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владением методами гидрометеорологических измерений, статистической обработки и анализа гидрометеорологических наблюдений с применением программных средств

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

Место и возможности методов статистической обработки гидрометеорологической информации.

2. должен уметь:

практически применять методы статистической обработки в конкретных задачах анализа метеорологических данных, оценивать достоверность изменения метеорологических величин, их взаимосвязи во времени и пространстве.

3. должен владеть:

практическими навыками статистической обработки на ЭВМ.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Владеть основными компетенциями

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 5 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. Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.	5	1,2	4	0	4	Устный опрос
2.	Тема 2. Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.	5	3,4	4	0	4	Устный опрос

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. Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова ? Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.	5	5,6	4	0	6	Устный опрос
4.	Тема 4. Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.	5	7,8	4	0	6	Устный опрос
5.	Тема 5. Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.	5	9,10	4	0	6	Контрольная работа
6.	Тема 6. Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.	5	11,12	4	0	6	Устный опрос

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. Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.	5	13,14	4	0	6	Устный опрос
8.	Тема 8. Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ.	5	15,16	4	0	6	Устный опрос
9.	Тема 9. Цифровая фильтрация временных рядов	5	17	4	0	4	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	0	48	

## 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Распределение вероятности случайной величины. Абсолютная и относительные частоты.

**Тема 2. Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Построение гистограммы и полигона частот. Расчет основных статистических характеристики распределения случайной величины

**Тема 3. Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова ? Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова, Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Статистические методы сравнения средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова ? Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

#### **Тема 4. Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова? Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

#### **Тема 5. Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Статистические методы оценки степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.

#### **Тема 6. Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Понятие о регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.

#### **Тема 7. Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Дисперсионные методы оценки в языке R.

#### **Тема 8. Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ.**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ, цифровая фильтрация временных рядов.

##### **лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Методы анализа и обработки временных рядов.

#### **Тема 9. Цифровая фильтрация временных рядов**

##### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Понятие о цифровой фильтрации временных рядов. Высокочастотные и низкочастотные цифровые фильтры.

##### **лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Цифровая фильтрация с использованием высокочастотных и низкочастотных цифровых фильтров.

### **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. Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.	5	1,2	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
2.	Тема 2. Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.	5	3,4	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
3.	Тема 3. Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова ? Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.	5	5,6	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
4.	Тема 4. Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.	5	7,8	подготовка к устному опросу	3	устный опрос



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
5.	Тема 5. Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.	5	9,10	подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа
6.	Тема 6. Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.	5	11,12	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
7.	Тема 7. Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.	5	13,14	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
8.	Тема 8. Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ.	5	15,16	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
9.	Тема 9. Цифровая фильтрация временных рядов	5	17	подготовка к контрольной работе	2	контрольная работа
Итого					24	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- лекции,
- решение практических задач с использованием ЭВМ.

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

**Тема 1. Случайные события и процессы, случайные величины. Распределение вероятности случайной величины. Виды распределений.**

устный опрос , примерные вопросы:

Дифференциальное и интегральное распределения случайной величины, их внешний вид и характеристики.

**Тема 2. Гистограмма, полигон частот, плотность вероятности и функция распределения. Абсолютная и относительные частоты. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основные статистические характеристики распределения случайной величины. Меры изменчивости случайной величины. Меры скошенности и крутости распределения.

**Тема 3. Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова ? Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.**

устный опрос , примерные вопросы:

Сравнение средних, сравнение дисперсий, достоверность отличия этих характеристик. Аппроксимация экспериментального распределения случайной величины; критерии согласия Пирсона, Колмогорова, Смирнова, доверительная вероятность аппроксимации.

**Тема 4. Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.**

устный опрос , примерные вопросы:

Зависимость случайных величин, корреляция; линейный коэффициент корреляции; корреляционное отношение; множественная корреляция; частный коэффициент корреляции.

**Тема 5. Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.**

контрольная работа , примерные вопросы:

Оценка степени нелинейности корреляционной связи. Оценка коэффициентов корреляции на достоверность, сравнение коэффициентов корреляции.

**Тема 6. Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.**

устный опрос , примерные вопросы:

Регрессионные зависимости случайных величин. Линейная и нелинейная регрессии; уравнение линейной регрессии с одним переменным. Оценка достоверности коэффициентов регрессии, доверительная зона уравнения регрессии.

**Тема 7. Основы дисперсионного анализа; однофакторный и двухфакторный комплекс.**

устный опрос , примерные вопросы:

Основы дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный комплекс.

**Тема 8. Анализ временных рядов. Спектрально-корреляционный анализ.**

устный опрос , примерные вопросы:

Анализ временных рядов. Прямое и обратное преобразование Фурье.

Спектрально-корреляционный анализ

**Тема 9. Цифровая фильтрация временных рядов**

контрольная работа , примерные вопросы:

Конструкции цифровых фильтров. Практические аспекты цифровой фильтрации. Ковариация и свертка. Плотности кросс-спектра и спектра мощности. Передаточные функции и функция когерентности.

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к экзамену:

#### **А. Контрольные вопросы:**

1. Дифференциальное и интегральное распределения случайной величины, их внешний вид и характеристики.
2. Основные статистические характеристики распределения случайной величины.
3. Меры изменчивости случайной величины.
4. Меры скошенности и крутости распределения.
5. Сравнение дисперсий.
6. Сравнение средних.
7. Меры зависимости случайных величин (перечислить формулы).
8. Линейный коэффициент корреляции, свойства. Оценка его значимости.
9. Регрессионная зависимость случайных величин.
10. Автокорреляционная функция, свойства, виды, время корреляции.
11. Спектр флуктуаций. Определение периодов флуктуаций.
12. Меры взаимосвязи величин.
13. Коэффициент линейной корреляции.
14. Оценка линейной корреляции на значимость.
15. Регрессионная зависимость, виды регрессии.
16. Линейная регрессия, оценка на достоверность.
17. Автокорреляционная функция и спектральная плотность мощности флуктуаций.
18. Вид и характеристики законов распределения.
19. Абсолютная и относительная частоты. Связь относительной частоты с плотностью распределения.
20. Этапы нахождения относительной частоты и построения полигона частот.

#### **Б. Задания к лабораторным работам:**

1. Ввод исходных данных метеорологических рядов. Рассчитать основные статистические характеристики этих рядов.
2. Оценить достоверность различий средних значений и дисперсий двух выборок.
3. Рассчитать абсолютную, относительную, накопленную частоты, построить полигоны частот, гистограмму.
4. Подобрать теоретический закон распределения для экспериментального распределения случайной величины, оценить вероятность аппроксимации с помощью критериев согласия.
5. Найти параметры уравнения тренда, подобрать оптимальную модель тренда.
6. Оценить тесноту и вид взаимосвязей двух случайных величин, вычислить коэффициент линейной корреляции, найти параметры уравнения регрессии и оценить их достоверность.
7. Проверить гипотезу об однородности данных наблюдений с помощью критерия Краскелла-Уоллиса.
8. Вычислить автокорреляционную функцию и спектр флуктуации, определить время корреляции и периоды наиболее мощных флуктуаций.

#### **7.1. Основная литература:**

1. Тудрий В.Д. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. / В.Д. Тудрий - Казань: Изд-во казан. ун-та, 2007, 162 с.
2. Кириллов В.И. Метрологическое обеспечение технических систем: Учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.И. Кириллов - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. - 424 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=406752>
3. Красс М.С. Моделирование эколого-экономических систем: Учебное пособие / М.С. Красс. - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=398940>

## 7.2. Дополнительная литература:

1. 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>

2. Балдин К.В. Основы теории вероятностей и математической статистики: Учебник [Электронный ресурс] / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рукосуев. - М.: Флинта: МПСИ, 2010. - 488 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=217322>

3. Калиткин Н. Н. Численные методы: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Н. Н. Калиткин. - 2-е изд., исправленное. - СПб.: БХВ-Петербург, 2011. - 586 с.

Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=350803>

4. Балдин, К. В. Краткий курс высшей математики [Электронный ресурс] : Учебник / К. В. Балдин; Под общ. ред. д. э. н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К-", 2013. - 512 с. - ISBN 978-5-394-02103-9.

Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=415059>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

GIS-Lab.info - <http://cran.gis-lab.info/>

Laura Chihara and Tim Hesterberg. Mathematical Statistics with Resampling and R. Wiley, 1st edition, 2011. - <https://sites.google.com/site/chiharahesterberg/home>

Paul Teetor. 25 Recipes for Getting Started with R. O'Reilly, 2011. - <http://oreilly.com/catalog/9781449303228>

Sarah Stowell. Instant R: An Introduction to R for Statistical Analysis. - <http://www.instantr.com/book>  
The R Project for Statistical Computing - <http://www.r-project.org/>

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

Освоение дисциплины "Методы статистической обработки гидрометеорологической информации" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

1. Библиотечный фонд НБ им. Н.И. Лобачевского при КФУ.
2. Дисплейный класс.

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.