МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Забайкальский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра информатики, вычислительной техники и прикладной математики

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для студентов заочной формы обучения**

(*с полным сроком обучения*)

по дисциплине «Обработка экспериментальных данных»

для направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Общая трудоемкость дисциплины: 9 семестр – 5 зачетных единиц.

Форма текущего контроля в девятом семестре – контрольная работа.

Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП) – нет.

Форма промежуточного контроля в девятом семестре – экзамен

Чита 2022

**Краткое содержание курса**

1. Общая характеристика экспериментальных данных.
2. Интерполяционные методы экспериментальных данных.
3. Кластеризация данных. Снижение размерности.
4. Регрессионные модели зависимостей между случайными величинами.
5. Метод наименьших квадратов.
6. Статистические оценки генеральной совокупности. Применение статистических критериев для оценки гипотез.
7. Случайные процессы как модели порождения данных.
8. Линейные модели случайных процессов.
9. Обработка данных случайных процессов. Задачи, решаемые по полученным экспериментальным данным.
10. Проблемы статистической идентификации данных.
11. Операции обработки экспериментальных данных.
12. Метод выборочных наблюдений.

**Форма текущего контроля – Контрольная работа №1**

Контрольная работа № 1 состоит из десяти заданий. Номер варианта определяется по последней цифре шифра зачетной книжки. Цифра 0 соответствует варианту 10.

Контрольная работа №1 является индивидуальным проектным заданием студента. Студент обязан предоставить контрольную работу в печатном варианте и показать компьютерную реализацию задач, согласно своего варианта. Контрольная работа оформляется студентом согласно методической инструкции **Оформление письменной работы согласно** [**МИ 01-02-2018 Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации**](http://zabgu.ru/files/html_document/pdf_files/fixed/Normativny'e_dokumenty'/MI__01-02-2018_Obshhie_trebovaniya_k_postroeniyu_i_oformleniyu_uchebnoj_tekstovoj_dokumentacii.pdf).

*Контрольная работа №1*

**Задания:** По результатам наблюдений над случайной величиной *Х* требуется:

1. построить интервальный и дискретный вариационные ряды;
2. построить полигон или гистограмму, в зависимости от того, дискретна или непрерывна изучаемая случайная величина;
3. найти эмпирическую функцию распределения и построить ее график;
4. найти точечные оценки параметров закона распределения случайной величины;
5. с помощью выборочных коэффициентов асимметрии и эксцесса определить, существует ли основание для выдвижения гипотезы о нормальности распределения;
6. сделать предварительный выбор закона распределения, используя точечные оценки параметров, записать плотность вероятности и функцию распределения;
7. в случае нормальности распределения построить доверительные интервалы с надежностью 0,95:

*а*) для математического ожидания, считая  известным, равным ;

*б*) для математического ожидания, считая дисперсию неизвестной;

*в*) для среднего квадратичного отклонения;

8. проверить с помощью критерия согласия , согласуется ли гипотеза о виде закона распределения с опытными данными, уровень значимости ;

9. для непрерывной случайной величины построить график функции плотности вероятности и сравнить его с гистограммой, для дискретной случайной величины построить многоугольник распределения и сравнить его с полигоном.

**Варианты заданий**

Для предотвращения смерзания песка в зимнее время в него добавляют хлористый натрий. Потребное количество натрия зависит от температуры воздуха. *Х* – расход хлористого натрия (в %), обеспечивающий несмерзание мелкозернистого песка. Приведены данные о расходе натрия в течение 100 дней.

Вариант 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 26 | 26 | 35 | 19 | 27 | 16 | 32 | 19 | 23 | 26 | 26 | 19 | 15 |
| 28 | 30 | 27 | 19 | 20 | 29 | 14 | 22 | 20 | 24 | 26 | 26 | 24 |
| 25 | 28 | 28 | 30 | 29 | 21 | 27 | 25 | 18 | 20 | 24 | 21 | 18 |
| 31 | 25 | 20 | 32 | 25 | 30 | 22 | 23 | 28 | 22 | 22 | 25 | 21 |
| 21 | 28 | 19 | 26 | 22 | 31 | 34 | 30 | 24 | 32 | 28 | 13 | 29 |
| 20 | 26 | 23 | 28 | 29 | 30 | 27 | 27 | 15 | 23 | 18 | 29 | 16 |
| 17 | 25 | 22 | 30 | 22 | 18 | 33 | 20 | 17 | 19 | 36 | 23 | 27 |
| 27 | 22 | 24 | 25 | 22 | 23 | 20 | 24 | 28 |  |  |  |  |

Вариант 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 33 | 33 | 41 | 32 | 51 | 19 | 51 | 55 | 55 | 55 | 35 | 68 | 42 |
| 30 | 29 | 50 | 41 | 43 | 25 | 45 | 63 | 40 | 52 | 54 | 32 | 33 |
| 34 | 52 | 18 | 50 | 38 | 33 | 64 | 28 | 35 | 16 | 26 | 53 | 42 |
| 43 | 42 | 44 | 43 | 52 | 31 | 40 | 60 | 42 | 31 | 51 | 60 | 52 |
| 18 | 33 | 21 | 22 | 42 | 15 | 45 | 44 | 46 | 60 | 40 | 37 | 30 |
| 43 | 51 | 25 | 28 | 34 | 67 | 62 | 27 | 70 | 51 | 53 | 52 | 63 |
| 54 | 44 | 41 | 24 | 43 | 45 | 29 | 26 | 20 | 40 | 39 | 62 | 35 |
| 51 | 46 | 42 | 38 | 28 | 18 | 30 | 20 | 70 |  |  |  |  |

 – количество аварий тепловых сетей на 1 км трассы. Приведены результаты обследования 100 участников тепловой трассы.

Вариант 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5,9 | 5,7 | 3,7 | 5,8 | 4,7 | 4,9 | 4,3 | 3,5 | 6,6 | 4,7 | 6,6 | 5,0 | 3,4 |
| 6,6 | 4,2 | 3,8 | 5,5 | 3,5 | 6,5 | 5,1 | 4,8 | 6,4 | 5,1 | 2,8 | 5,8 | 4,3 |
| 6,5 | 4,9 | 4,5 | 4,6 | 4,1 | 5,5 | 3,0 | 7,8 | 5,4 | 4,7 | 4,5 | 2,6 | 6,5 |
| 4,6 | 4,7 | 6,8 | 3,5 | 4,6 | 3,6 | 4,7 | 4,1 | 5,3 | 5,5 | 4,0 | 5,3 | 5,2 |
| 5,2 | 5,4 | 4,0 | 6,4 | 5,0 | 5,1 | 6,8 | 7,5 | 6,0 | 5,7 | 6,0 | 4,5 | 4,0 |
| 5,2 | 4,3 | 5,2 | 5,6 | 3,9 | 5,8 | 3,3 | 5,3 | 3,3 | 2,5 | 6,8 | 2,6 | 6,8 |
| 4,8 | 4,0 | 5,7 | 4,4 | 8,0 | 6,8 | 3,2 | 5,6 | 4,6 | 3,7 | 4,5 | 7,5 | 3,0 |
| 4,6 | 4,5 | 6,8 | 5,2 | 6,4 | 6,1 | 5,0 | 4,9 | 6,8 |  |  |  |  |

Вариант 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3,4 | 3,8 | 4,1 | 3,7 | 4,0 | 3,8 | 3,7 | 3,6 | 3,5 | 3,6 | 3,5 | 3,2 | 4,3 |
| 3,8 | 2,9 | 3,2 | 6,1 | 3,6 | 3,9 | 4,6 | 3,5 | 4,4 | 4,0 | 3,8 | 3,6 | 3,8 |
| 3,7 | 3,6 | 3,5 | 3,9 | 4,1 | 4,2 | 3,8 | 3,9 | 4,1 | 4,3 | 3,4 | 4,0 | 3,2 |
| 3,7 | 4,4 | 3,7 | 3,3 | 3,9 | 4,0 | 3,8 | 3,7 | 3,1 | 3,6 | 3,8 | 4,8 | 3,4 |
| 3,3 | 3,6 | 3,0 | 4,0 | 3,7 | 3,9 | 3,7 | 4,2 | 3,6 | 3,7 | 3,4 | 3,5 | 3,7 |
| 3,0 | 3,8 | 3,5 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 4,0 | 4,1 | 4,2 | 4,1 | 3,8 | 4,1 | 4,1 |
| 3,3 | 3,4 | 3,7 | 3,7 | 4,3 | 3,9 | 4,2 | 4,6 | 4,3 | 4,1 | 3,9 | 3,8 | 3,2 |
| 3,7 | 3,8 | 3,6 | 3,3 | 3,7 | 3,4 | 4,0 | 4,7 | 3,6 |  |  |  |  |

С целью определения оптимального количества цемента для укрепления грунта испытано 100 образцов цементо-грунта. *Х* – количество цемента в % к массе грунта. Приведены результаты испытаний.

Вариант 5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3,0 | 4,0 | 4,1 | 3,9 | 3,8 | 4,3 | 4,3 | 3,7 | 3,1 | 3,6 | 4,2 | 3,8 | 3,9 |
| 3,2 | 3,6 | 3,8 | 3,9 | 2,9 | 3,7 | 3,4 | 4,0 | 4,7 | 3,6 | 3,2 | 3,2 | 3,7 |
| 3,8 | 3,6 | 3,3 | 3,1 | 4,2 | 4,6 | 4,3 | 4,1 | 3,9 | 3,7 | 3,3 | 3,4 | 3,7 |
| 3,7 | 4,3 | 3,6 | 4,1 | 4,2 | 4,1 | 3,8 | 4,1 | 3,5 | 3,8 | 3,5 | 4,0 | 3,7 |
| 3,9 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,4 | 3,5 | 3,7 | 3,5 | 3,0 | 4,0 | 3,7 | 3,9 | 3,7 |
| 3,4 | 3,6 | 3,8 | 4,8 | 3,4 | 3,3 | 3,8 | 3,3 | 3,9 | 4,0 | 3,8 | 3,7 | 4,1 |
| 3,4 | 4,0 | 3,2 | 3,7 | 4,4 | 3,7 | 4,1 | 4,2 | 3,8 | 3,9 | 4,1 | 3,9 | 3,6 |
| 3,8 | 3,7 | 3,6 | 3,5 | 3,9 | 4,6 | 3,5 | 4,4 | 4,0 |  |  |  |  |

Вариант 6

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 3,0 | 4,0 | 4,2 | 3,9 | 3,8 | 4,3 | 3,7 | 3,1 | 3,6 | 4,2 | 3,9 | 3,2 | 3,6 |
| 3,8 | 3,9 | 3,7 | 3,4 | 4,0 | 4,7 | 3,6 | 3,2 | 3,7 | 3,8 | 3,6 | 3,3 | 4,2 |
| 4,6 | 4,3 | 4,1 | 3,9 | 3,3 | 3,4 | 3,7 | 3,7 | 4,3 | 4,1 | 4,2 | 4,1 | 3,8 |
| 4,1 | 3,8 | 3,5 | 4,0 | 3,7 | 3,2 | 3,6 | 3,7 | 3,4 | 3,5 | 3,7 | 3,0 | 4,0 |
| 3,7 | 3,9 | 3,7 | 3,6 | 3,8 | 4,8 | 3,4 | 3,3 | 3,3 | 3,9 | 4,0 | 3,8 | 3,7 |
| 3,4 | 4,0 | 3,0 | 3,7 | 4,4 | 4,1 | 3,6 | 3,8 | 3,7 | 3,6 | 3,5 | 3,9 | 4,6 |
| 3,5 | 4,4 | 4,0 | 4,3 | 3,8 | 2,9 | 3,2 | 3,1 | 3,7 | 3,6 | 3,6 | 3,5 | 3,4 |
| 3,8 | 4,1 | 3,7 | 4,0 | 4,2 | 3,8 | 3,9 | 4,1 | 3,6 |  |  |  |  |

Прочность бетона при его твердении со временем возрастает. Для анализа кинетики твердения бетона произвели испытания 100 стандартных образцов. *Х* – время твердения (в сутках). Приведены результаты испытаний.

Вариант 7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 17 | 17 | 13 | 16 | 7 | 8 | 10 | 9 | 10 | 12 | 7 | 10 | 16 |
| 15 | 12 | 14 | 15 | 9 | 14 | 11 | 18 | 13 | 13 | 10 | 21 | 11 |
| 10 | 11 | 13 | 11 | 5 | 14 | 19 | 15 | 9 | 15 | 11 | 22 | 16 |
| 14 | 13 | 14 | 13 | 20 | 12 | 3 | 17 | 20 | 18 | 14 | 13 | 17 |
| 17 | 12 | 12 | 6 | 8 | 9 | 13 | 8 | 20 | 16 | 15 | 12 | 14 |
| 18 | 11 | 15 | 5 | 17 | 18 | 11 | 13 | 13 | 11 | 13 | 13 | 11 |
| 14 | 13 | 15 | 15 | 16 | 13 | 7 | 13 | 19 | 17 | 19 | 9 | 11 |
| 8 | 14 | 7 | 9 | 16 | 14 | 14 | 15 | 18 |  |  |  |  |

Вариант 8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 26 | 16 | 15 | 12 | 14 | 10 | 11 | 15 | 5 | 16 | 18 | 9 | 18 |
| 11 | 11 | 13 | 9 | 10 | 15 | 14 | 20 | 12 | 8 | 12 | 8 | 10 |
| 9 | 10 | 11 | 7 | 16 | 14 | 14 | 15 | 18 | 16 | 11 | 8 | 14 |
| 7 | 9 | 15 | 7 | 13 | 19 | 17 | 19 | 12 | 14 | 13 | 15 | 15 |
| 16 | 14 | 13 | 13 | 11 | 13 | 13 | 16 | 21 | 11 | 10 | 11 | 13 |
| 14 | 6 | 14 | 19 | 15 | 9 | 11 | 11 | 22 | 16 | 14 | 12 | 18 |
| 13 | 20 | 12 | 4 | 8 | 13 | 17 | 14 | 13 | 17 | 17 | 13 | 13 |
| 6 | 8 | 9 | 13 | 17 | 17 | 15 | 16 | 7 |  |  |  |  |

Вариант 9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 21 | 11 | 10 | 11 | 13 | 7 | 5 | 14 | 19 | 15 | 9 | 13 | 11 |
| 22 | 16 | 14 | 12 | 18 | 13 | 20 | 12 | 3 | 18 | 17 | 18 | 14 |
| 13 | 17 | 17 | 19 | 12 | 6 | 8 | 9 | 13 | 14 | 17 | 17 | 13 |
| 16 | 7 | 13 | 10 | 9 | 10 | 12 | 7 | 15 | 16 | 15 | 12 | 14 |
| 15 | 15 | 14 | 11 | 18 | 13 | 13 | 16 | 20 | 16 | 15 | 12 | 14 |
| 13 | 11 | 15 | 5 | 17 | 18 | 13 | 18 | 11 | 11 | 13 | 9 | 11 |
| 15 | 14 | 20 | 12 | 8 | 13 | 8 | 10 | 9 | 10 | 11 | 13 | 16 |
| 14 | 14 | 15 | 18 | 11 | 8 | 14 | 7 | 9 |  |  |  |  |

Вариант 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 21 | 11 | 10 | 11 | 13 | 5 | 14 | 19 | 15 | 9 | 11 | 22 | 16 |
| 14 | 12 | 13 | 20 | 12 | 3 | 18 | 18 | 14 | 13 | 17 | 17 | 12 |
| 6 | 8 | 9 | 13 | 17 | 17 | 13 | 16 | 7 | 10 | 9 | 10 | 12 |
| 7 | 16 | 16 | 12 | 14 | 15 | 14 | 11 | 18 | 13 | 13 | 20 | 16 |
| 15 | 12 | 14 | 11 | 15 | 5 | 17 | 18 | 18 | 11 | 11 | 13 | 9 |
| 15 | 14 | 20 | 12 | 8 | 8 | 16 | 14 | 14 | 15 | 18 | 11 | 8 |
| 14 | 7 | 9 | 7 | 13 | 19 | 17 | 19 | 14 | 13 | 15 | 16 | 13 |
| 13 | 11 | 13 | 13 | 10 | 9 | 10 | 11 | 16 |  |  |  |  |

**Форма промежуточной аттестации**

**Экзамен**

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Для оценивания результатов обучения при проведении промежуточной аттестации используется четырёхбалльная шкала «*Отлично*», «*Хорошо*», «*Удовлетворительно*», «*Неудовлетворительно*».

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шкала оценивания | Критерии | Уровень  освоения  компетенций |
| *Отлично* | наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы | Эталонный |
| *Хорошо* | наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала | Стандартный |
| *Удовлетвори-тельно* | наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике | Пороговый |
| *Не-удовлетворительно* | наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы. | Компетенции не  сформированы |

Экзамен проводится в устной форме: обсуждается теоретический материал и приводится решение практических заданий с объяснением. Билет состоит из трех вопросов (один теоритический, и два практических).

Студенту предлагается выбрать билет и подготовиться к устному ответу. Время подготовки заранее оговаривается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается отдельно по четырехбальной шкале оценок, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос. В процессе ответа студента на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы. При выставлении оценки учитывается активность студента во время аудиторных занятий.

При определении уровня достижений, обучающих на экзамене обращается особое внимание на следующее:

1. дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос;
2. показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи;
3. знание об объекте демонстрируются на фоне понимания его в системе данной дисциплины и междисциплинарных связей;
4. ответ формулируется в терминах дисциплины, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию обучающегося;
5. теоретические постулаты подтверждаются примерами из практики.

***Перечень теоретических вопросов к экзамену (для оценки знаний):***

* 1. Источники и вид представления экспериментальных данных.
  2. Цели обработки экспериментальных данных.
  3. Задачи формирования и обработки экспериментальных данных
  4. Обработка экспериментальных данных функции методом интерполяции по Лагранжу. Обработка экспериментальных данных о функции методом интерполяции по Бернштейну. Сглаживание экспериментальных данных сплайн-функциями.
  5. Кластеризация данных. Снижение размерности.
  6. Регрессионные модели зависимостей между случайными величинами.
  7. Метод наименьших квадратов.
  8. Множественная линейная регрессия (случай двух независимых переменных)
  9. Статистические оценки генеральной совокупности. Задача об оценке качества по выборке.
  10. Проверка гипотезы о виде распределения генеральной совокупности.
  11. Проверка гипотезы о независимости двух случайных величин.
  12. Проверка гипотезы о равенстве параметров двух биноминальных распределений
  13. Случайные процессы как модели порождения данных.
  14. Линейные модели случайных процессов.
  15. Процессы авторегрессии и скользящего среднего.
  16. Стационарность и обратимость.
  17. Корреляционная функция случайного процесса.
  18. Восстановление модели по корреляционной функции.
  19. Задача об оптимизации опроса векторного случайного процесса
  20. Методика Вальда проверки гипотезы о свойствах случайной величины.
  21. Задача разладки и её решение по экспериментальным данным.
  22. Проблема статистической идентификации модели случайного процесса и ее решение по методике Вальда.
  23. Проблема идентификации передаточной функции, и ее решение по методу Виннера-Хопфа.
  24. Эмпирическая функция распределения.
  25. Оценки параметров распределения и их свойства.
  26. Оценки моментов и квантилей распределения
  27. Выборочное исследование. Виды отбора при выборочном наблюдении.
  28. Ошибки выборочного отбора. Объем выборки. Малая выборка.

***Перечень примерных типовых задач (для оценки умений)***

* + - 1. Найти оценки для параметров модели .

*Вариант задания* 1*.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| *y* | 0,4 | 0,3 | 1,0 | 1,7 | 2,1 | 3,4 | 4,1 | 5,8 |
| *x* | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 |
| *y* | 7,7 | 9,4 | 11,4 | 13,6 | 15,6 | 18,6 | 21,2 | 24,1 |

*Вариант задания* 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 0,4 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 2,8 | 3,2 | 3,6 |
| *y* | 0,43 | 0,94 | 1,91 | 3,01 | 4,0 | 4,56 | 6,45 | 8,59 | 11,15 |
| *x* | 4,0 | 4,4 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 6,0 | 6,4 | 6,8 |  |
| *y* | 13,88 | 16,93 | 20,47 | 24,15 | 28,29 | 32,61 | 37,41 | 42,39 |  |

* + - 1. Найти оценки для параметров модели .

*Вариант задания 1*.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *y* | 2,11 | 2,45 | 2,61 | 2,73 | 2,75 | 2,81 |
| *x* | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *y* | 2,87 | 2,91 | 2,96 | 3,03 | 3,05 | 3,12 |

*Вариант задания 2*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,1 |
| *y* | 4,39 | 4,75 | 4,98 | 5,11 | 5,12 | 5,18 | 5,28 |
| *x* | 2,4 | 2,7 | 3,0 | 3,3 | 3,6 | 3,9 | 4,2 |
| *y* | 5,36 | 5,45 | 5,52 | 5,53 | 5,57 | 5,63 | 5,64 |

1. Найти оценки для параметров модели .

*Вариант задания 1*.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| *y* | 0,10 | 0,21 | 0,43 | 0,51 | 0,62 | 0,81 |
| *x* | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *y* | 1,01 | 1,23 | 1,47 | 1,53 | 1,75 | 2,25 |

*Вариант задания 2*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 |
| *y* | 4,11 | 4,16 | 4,23 | 4,29 | 4,36 | 4,42 | 4,53 |
| *x* | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 |
| *y* | 4,57 | 4,63 | 4,75 | 4,87 | 4,88 | 5,01 |

1. Найти оценки для параметров модели 

*Вариант задания 1*.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| *y* | 2,47 | 2,86 | 3,01 | 2,91 | 2,55 | 2,11 |
| *x* | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 |
| *y* | 2,61 | 1,25 | 0,97 | 1,03 | 1,34 | 1,70 |

*Вариант задания 2*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *x* | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 11,0 |
| *y* | 2,83 | 2,31 | 1,95 | 2,05 | 2,21 | 2,58 | 3,10 |
| *x* | 11,5 | 12,0 | 12,5 | 13,0 | 13,5 | 14,0 |
| *y* | 3,25 | 3,75 | 4,15 | 3,78 | 3,43 | 3,07 |

1. Проверка гипотезы о распределении по закону Пуассона. В первых двух столбцах таблицы 1 приведены данные об отказах аппаратуры за 10000 часов работы. Общее число обследованных экземпляров аппаратуры . Проверить гипотезу о том, что число отказов имеет распределение Пуассона.

|  |  |
| --- | --- |
| Число отказов, | Количество случаев, в которых наблюдалось  отказов, |
| 0  1  2  3  4  5  6 | 427  235  72  21  1  1  0 |
| Сумма | 757 |

1. Проверить гипотезу о нормальном распределении выборки объемом , используя 7 интервалов. Выборка:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 20,3 | 15,4 | 17,2 | 19,2 | 23,3 | 18,1 | 21,9 |
| 15,3 | 16,8 | 13,2 | 20,4 | 16,5 | 19,7 | 20,5 |
| 14,3 | 20,1 | 16,8 | 14,7 | 20,8 | 19,5 | 15,3 |
| 19,3 | 17,8 | 16,2 | 15,7 | 22,8 | 21,9 | 12,5 |
| 10,1 | 21,1 | 18,3 | 14,7 | 14,5 | 18,1 | 18,4 |
| 13,9 | 19,1 | 18,5 | 20,2 | 23,8 | 16,7 | 20,4 |
| 19,5 | 17,2 | 19,6 | 17,8 | 21,3 | 17,5 | 19,4 |
| 17,8 | 13,5 | 17,8 | 11,8 | 18,6 | 19,1 |  |

1. Записать в виде вариационного и статистического рядов выборку 5, 3, 7, 10, 5, 5, 2, 10, 7, 2, 7, 7, 4, 2, 4. Определить размах выборки.

***Перечень примерных типовых практических заданий (для оценки навыков и (или) опыта деятельности)***

* + - 1. Анализировалась среднемесячная выручка (тыс. руб.) в 5 магазинах торговой организации. Результаты представлены в таблице 1. Построить выборочную функцию распределения по данным таблицы 1. Результат вывести на экран в аналитическом и графическом виде.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Номер магазина | Выручка, тыс. р. |
| 1 | 205 |
| 2 | 255 |
| 3 | 195 |
| 4 | 220 |
| 5 | 235 |

* + - 1. Для компьютерной реализации данной задачи студенту требуется самостоятельно выбрать методику построения интервального вариационного ряда.

Таблица 2. Выручка магазина, тыс. руб.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 24,9 | 32,2 | 26,3 | 39,9 | 26,1 | 33 | 24,1 | 35,6 | 26,1 | 35,4 |
| 42 | 34,3 | 39,5 | 29,4 | 38,1 | 29,3 | 30,1 | 26,2 | 30,9 | 21,8 |
| 41,1 | 23 | 34,2 | 25 | 28,9 | 22,7 | 30,2 | 30,8 | 23,1 | 30,7 |
| 39,1 | 36,1 | 26,4 | 35,8 | 18,1 | 33,1 | 22,1 | 30,3 | 22,2 | 29,1 |
| 38,4 | 20,7 | 30,4 | 31,1 | 32,3 | 27,1 | 31,1 | 22,9 | 53,6 | 26,5 |
| 26,1 | 29,3 | 29,9 | 30,2 | 35,8 | 25,1 | 27,1 | 19,9 | 29,1 | 32,3 |
| 41,7 | 36,2 | 25,9 | 32,2 | 44,8 | 33,1 | 48 | 33,7 | 17,9 | 33,8 |
| 45 | 31,6 | 32,1 | 22,7 | 31,5 | 28 | 19,4 | 28 | 26,5 | 26,6 |
| 38,6 | 27 | 37,9 | 36,3 | 27,8 | 35 | 31,8 | 22 | 32,5 | 27,4 |

* + - 1. В результате исследования взаимосвязи двух показателей, получены следующие пары чисел:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Xi* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| *Yi* | 5,3 | 6,3 | 4,8 | 3,8 | 3,3 |

Программно реализовать метод наименьших квадратов, чтобы найти линейную функцию, которая наилучшим образом приближает эмпирические (опытные) данные. На экран вывести график, на котором в декартовой прямоугольной системе координат построены экспериментальные данные  и график аппроксимирующей функции . Найти сумму квадратов отклонений между эмпирическими  и теоретическими  значениями.

* + - 1. Программно построить гладкую на отрезке  функцию , которая принимает в узлах сетки  заданные значения, то есть , 











* + - 1. Пусть *x=(x1,...,x7)* – случайная 7-мерная величина, координаты которой распределены равномерно в интервале (3,7). Произвести 50 ее реализаций и распределить их на минимальное число кластеров, каждый из которых помещается в сфере радиуса 0.15.

1. Построить компьютерный имитатор векторного случайного процесса x={x1,...,x6}, компоненты x*I* которого являются стационарными и обратимыми процессами скользящего среднего второго порядка такими, что корреляционные функции процессов x2, x3, x4, x5 меньше, чем корреляционные функции процессов x1 и x6. Найти оптимальную процедуру опроса построенного векторного случайного процесса.
2. Осуществить компьютерный анализ зависимости времени идентификации случайного процесса от величины s. Предусмотреть программный блок, ориентированный на соответствующую обработку не имитированных, а экспериментальных данных.
3. Смоделировать частоту ложных тревог. Предусмотреть программный блок, ориентированный на фиксацию разладки по экспериментальным данным.

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

1. Методы математической обработки экспериментальных данных / сост . А.А. Забелин. – Чита: ЗабГУ, 2013. – 79 с.

2. Домрачев В.И. Некоторые методы обработки экспериментальных данных: учеб. пособие / В.И. Домрачев. – Чита: ЧитГУ, 2007. – 120 с.

3. Розов А.К. Оптимальные статистические решения / А.К. Розов. – Санкт-Петербург: Политехника, 2015. – 247 с.

4. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие для магистров / Н.И. Сидняев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2016. – 495 с. – Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/23B70321-2A9A-458B-99C4-832AF7590461#page/1>.

5. Третьяк Л.Н. Основы теории и практики обработки экспериментальных данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие для бакалавриата и магистратуры / Л.Н. Третьяк, А.Л. Воробьев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2017. – 217 с. – (Серия: Университеты России). – Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/FC87CCE47F76-41BF-A277-B50559C14D7F](http://www.biblio-online.ru/book/FC87CCE47F76-41BF-A277-B50559C14D7F).

**Дополнительная литература**

1. Ашманов С.А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях: учеб. пособие / С.А. Ашманов, А.В. Тимохов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 448 с.

2. Цехан О.Б. Матричный анализ: учеб. пособие / О.Б. Цехан. – Москва: Форум, 2012. – 355 с.

3. Чашкин Ю.Р. Математическая статистика. Анализ и обработка данных: учеб. пособие / Ю.Р. Чашкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов на Дону: Феникс, 2010. – 236 с.

4. Абакумов Ю.Г. Элементы абстрактной теории критериев наилучшего приближения / Ю.Г. Абакумов, В.И. Домрачев. – Чита: ЗабГУ, 2011. – 47 с.

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. <https://www.biblio-online.ru/> Электронно-библиотечная система «Юрайт».

2.<http://www.studentlibrary.ru/> Электронно-библиотечная система «Консультант студента».

3. <http://ilib.mccme.ru> Интернет-библиотека по математике

Ведущий преподаватель:

к. ф. – м. н., доцент, доцент кафедры информатики, вычислительной техники и прикладной математики Коган Евгения Семеновна

Заведующий кафедрой информатики, вычислительной техники и прикладной математики к. т. н., доцент Морозова Марина Александровна