Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Университет ИТМО

Дисциплина: Моделирование

**Учебно-исследовательская работа 1**

**«Обработка результатов измерений»**

Вариант 1

**Выполнили:**

Чжоу Хунсян

Группа: P34131

**Преподаватель:**

Алиев Тауфик Измайлович

2024 г.

Санкт-Петербург

**Оглавление**

[1. Цель работы 3](#_Toc181236875)

[2. Порядок выполнения работы 4](#_Toc181236876)

[3. Выполнение 6](#_Toc181236877)

[Пункт 1 6](#_Toc181236878)

[Пункт 2 7](#_Toc181236879)

[Пункт 3 8](#_Toc181236880)

[Пункт 4 9](#_Toc181236881)

[Пункт 5 10](#_Toc181236882)

## 1. Цель работы

Изучение методов обработки и статистического анализа результатов измерений на примере заданной числовой последовательности путем оценки числовых моментов и выявления свойств последовательности на основе корреляционного анализа, а также аппроксимация закона распределения заданной последовательности по двум числовым моментам случайной величины.

## 2. Порядок выполнения работы

В процессе исследований необходимо выполнить обработку заданной числовой последовательности (ЧП) для случаев, когда путем измерений получено 10, 20, 50, 100, 200 и 300 значений случайной величины, а именно:

1. рассчитать значения следующих числовых моментов заданной числовой последовательности:
   * математическое ожидание;
   * дисперсию;
   * среднеквадратическое отклонение;
   * коэффициент вариации;
   * доверительные интервалы для оценки математического ожидания с доверительными вероятностями 0,9; 0,95 и 0,99;
   * относительные отклонения (в процентах) полученных значений от наилучших значений, полагая, что наилучшими (эталонными) являются значения, рассчитанные для наиболее представительной выборки из трехсот случайных величин;
2. построить график значений для заданной числовой последовательности и определить ее характер, а именно: является эта последовательность возрастающей/убывающей, периодичной (при наличии периодичности оценить по графику длину периода);
3. выполнить автокорреляционный анализ и определить, можно ли заданную числовую последовательность считать случайной;
4. построить гистограмму распределения частот для заданной числовой последовательности;
5. выполнить аппроксимацию закона распределения заданной случайной последовательности по двум начальным моментам, используя, в зависимости от значения коэффициента вариации, одно из следующих распределений:
   * равномерный;
   * экспоненциальный;
   * нормированный Эрланга k-го порядка или гипоэкспоненциальный с заданным коэффициентом вариации;
   * гиперэкспоненциальный с заданным коэффициентом вариации;
6. реализовать генератор случайных величин в соответствии с полученным аппроксимирующим законом распределения (в EXEL или программно) и проиллюстрировать на защите его работу;
7. сгенерировать последовательность случайных величин с использованием реализованного генератора и рассчитать значения числовых моментов по аналогии с заданной числовой последовательностью;
8. выполнить автокорреляционный анализ сгенерированной последовательности случайных величин;
9. выполнить сравнительный анализ сгенерированной последовательности случайных величин с заданной последовательностью, построив соответствующие зависимости на графике значений и гистограмме  
   распределения частот;
10. оценить корреляционную зависимость сгенерированной и заданной последовательностей случайных величин.

## 3. Выполнение

### Пункт 1

Таблица 1: Характеристики исходной числовой последовательности

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристика** |  | **Количество случайных величин** | | | | | |
|  | **10** | **20** | **50** | **100** | **200** | **300** |
| **Мат.ож.** | Знач | 23.50 | 17.04 | 22.25 | 23.67 | 22.60 | 22.71 |
| % | 3.50 | -24.96 | -2.02 | 4.23 | -0.49 |
| **Дов. инт. (0,90)** | Знач | ±20.939 | ±11.334 | ±7.688 | ±6.561 | ±4.418 | ±3.696 |
| % | 466.45 | 206.63 | 107.99 | 77.48 | 19.52 |
| **Дов. инт. (0,95)** | Знач | ±24.979 | ±13.521 | ±9.172 | ±7.826 | ±5.270 | ±4.410 |
| % | 466.45 | 206.63 | 107.99 | 77.48 | 19.52 |
| **Дов. инт. (0,99)** | Знач | ±32.829 | ±17.771 | ±12.054 | ±10.286 | ±6.927 | ±5.796 |
| % | 466.45 | 206.63 | 107.99 | 77.48 | 19.52 |
| **Дисперсия** | Знач | 1624.17 | 951.82 | 1094.84 | 1594.44 | 1446.16 | 1518.54 |
| % | 6.96 | -37.32 | -27.90 | 5.00 | -4.77 |
| **С.К.О.** | Знач | 40.30 | 30.85 | 33.09 | 39.93 | 38.03 | 38.97 |
| % | 3.42 | -20.83 | -15.09 | 2.47 | -2.41 |
| **К-т вариации** | Знач | 1.71 | 1.81 | 1.49 | 1.69 | 1.68 | 1.72 |
| % | -0.08 | 5.51 | -13.34 | -1.69 | -1.93 |

Чем больше значений берется в выборке, тем точнее рассчитываются параметры. Значение коэффициента вариации приближено к 2‑м.

### Пункт 2

Рисунок 1: График значений исходной числовой последовательности

Изучив график, можно сделать вывод, что исходная последовательность не является периодической, возрастающей или убывающей.

### Пункт 3

Таблица 2: Коэффициенты автокорреляции (АК) для исходной числовой последовательности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Сдвиг ЧП** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| **К-т АК** | -0.018 | -0.010 | -0.096 | -0.086 | -0.021 | 0.028 | 0.029 | -0.090 | 0.066 | 0.007 |

Рисунок 2: Коэффициенты автокорреляции (АК) относительно параметра “Сдвиг ЧП”

Последовательность можно считать случайной так как данные коэффициенты указывают на то, что между числами не было выявлено зависимости, нет тенденции и периодичности.

### Пункт 4

Рисунок 3: Гистограмма распределения частот для заданной числовой последовательности

По гистограмме (рис. 3) мы можем видеть, что большая часть значений располагается в промежутке от 0 до 25, ещё часть располагается до 100 и наименьшая часть значений располагается в диапазоне больше.

### Пункт 5

Для данной по варианту выборки коэффициент вариации больше единицы. Следовательно, для аппроксимации будем использовать гиперэкспоненциальное распределение. Значения математического ожидания (22.707) и дисперсии (1518.538) были определены ранее.