



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)  
(МГТУ им. Н.Э. БАУМАНА)

---

ФАКУЛЬТЕТ \_\_\_\_\_ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА \_\_\_\_\_ «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ \_\_\_\_\_ «09.03.04 Программная инженерия»

## ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №1

Название: \_\_\_\_\_ Гистограмма и эмпирическая функция распределения

Дисциплина: \_\_\_\_\_ Математическая статистика

Студент	ИУ7-66Б	_____	А.Д. Ковель
	Группа	Подпись, дата	И. О. Фамилия

Преподаватель	_____	Т. В. Андреева
	Подпись, дата	И. О. Фамилия

Москва, 2023 г.

# 1 Содержание

*Цель работы:* построение гистограммы и эмпирической функции распределения.

- Для выборки объема  $n$  из генеральной совокупности  $X$  реализовать в виде программы на ЭВМ:
  1. вычисление максимального значения  $M_{max}$  и минимального значения  $M_{min}$ ;
  2. размаха  $R$  выборки;
  3. вычисление оценок  $\hat{\mu}$  и  $S^2$  математического ожидания  $MX$  и дисперсии  $DX$ ;
  4. группировку значений выборки в  $m = [\log_2 n] + 2$  интервала;
  5. построение на одной координатной плоскости гистограммы и графика функции плотности распределения вероятностей нормальной случайной величины с математическим ожиданием  $\hat{\mu}$  и дисперсией  $S^2$ ;
  6. построение на другой координатной плоскости графика эмпирической функции распределения и функции распределения нормальной случайной величины с математическим ожиданием  $\hat{\mu}$  и дисперсией  $S^2$ .
- Провести вычисления и построить графики для выборки из индивидуального варианта.

## 2 Теория

Пусть  $\vec{x} = (x_1, \dots, x_n)$  – выборка из генеральной совокупности  $X$  объема  $n$ .

1. Максимальное значение выборки:  $M_{max} = \max(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,
2. Минимальное значение выборки:  $M_{min} = \min(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,
3. Размах выборки:  $R = M_{max} - M_{min}$ ,
4. Оценка математического ожидания:  $\hat{\mu}(\vec{X}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ ,
5. Оценка дисперсии:  $S^2(\vec{X}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ .

Расположим значения  $x_1, x_2, \dots, x_n$  в порядке неубывания.

$$x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(n)} \quad (2.1)$$

$x_{(i)}$  — это элемент вариационного ряда.

*Интервальный статистический ряд* — это ряд  $J = [x_{(i)}, x_{(n)}]$ , который разбивают на  $m$  промежутков, ширина которых определяется согласно 2.2:

$$\Delta = \frac{|J|}{m} = \frac{R}{m}, \quad (2.2)$$

$$\begin{aligned} J_i &= [x_{(1)} + (i-1)\Delta; x_{(i)} + i\Delta), \quad i = \overline{1, m-1}, \\ J_m &= [x_{(1)} + (m-1)\Delta, x_{(n)}]. \end{aligned} \quad (2.3)$$

*Эмпирической плотностью* распределения соответствующей выборке  $\vec{x}$  называется функция 2.4:

$$f_n(x) = \begin{cases} \frac{n_i}{n \cdot \Delta} & , x \in J_i, \\ 0 & , \text{иначе.} \end{cases} \quad (2.4)$$

где  $n_i$  — количество значений выборки в  $J_i$  интервале интервального ряда.  $\Delta$  — длина интервала.

Гистограмма — график эмпирической функции плотности распределения.

$n(t, \vec{x})$  — число компонент вектора  $\vec{x}$ , которые меньше чем  $t$ . *Эмпирической функцией распределения*, построенной по выборке  $\vec{x}$  называется функция  $F_n : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ , определенная правилом 2.5.

$$F_n(t) = \frac{n(t, \vec{x})}{n} \tag{2.5}$$

### 3 Результаты

```
(a) (M_max) = -2.450000
    (M_min) = -7.260000
-----
(б) R = 4.810000
-----
n = 120
(в) Оценка математического ожидания (mu) = -4.757917
    Оценка дисперсии (s_2) = 0.811501
-----
(г) группировка значений выборки в m = [log_2 n] + 2 интервала:
[-7.260000 : -6.658750) - 3 вхожд.
[-6.658750 : -6.057500) - 4 вхожд.
[-6.057500 : -5.456250) - 20 вхожд.
[-5.456250 : -4.855000) - 29 вхожд.
[-4.855000 : -4.253750) - 30 вхожд.
[-4.253750 : -3.652500) - 21 вхожд.
[-3.652500 : -3.051250) - 10 вхожд.
[-3.051250 : -2.450000] - 3 вхожд.
-----
```

Рисунок 3.1 – Результат работы программы

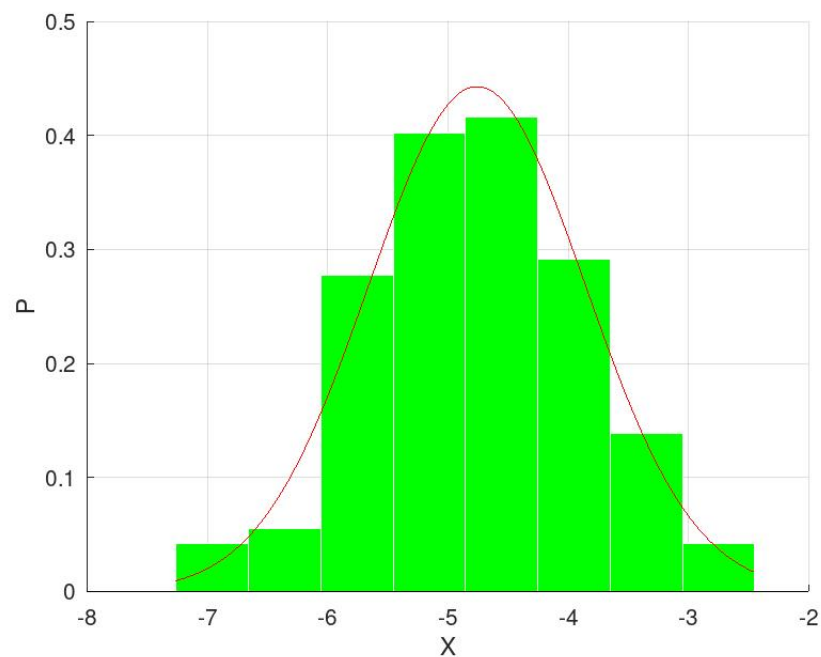


Рисунок 3.2 – Гистограмма и график функции плотности распределения вероятностей нормальной случайной величины

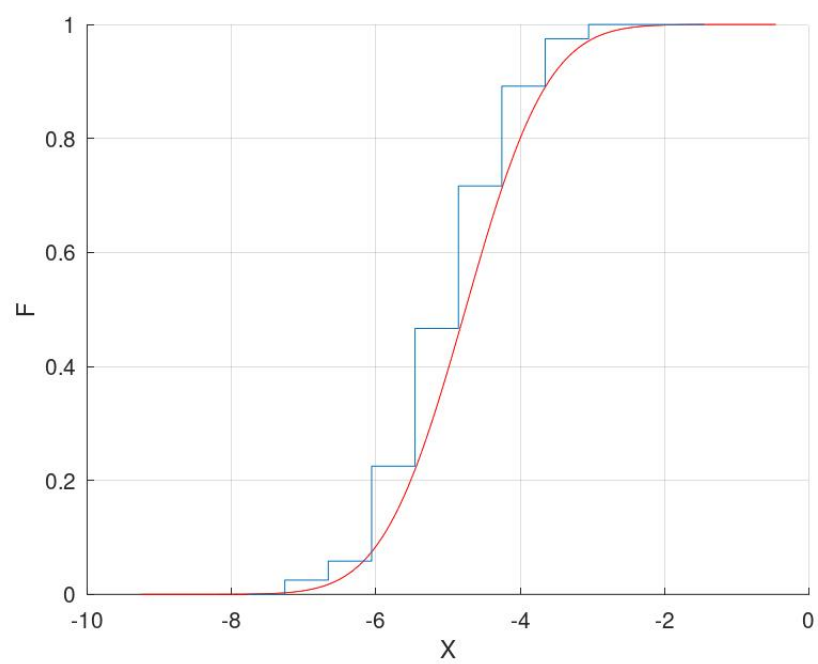


Рисунок 3.3 – График эмпирической функции распределения и функции распределения нормальной случайной величины