

# **Практическое занятие 1**

**Тема: Статистическая обработка  
массива однородных величин**

Однородным массивом случайных величин называются статистические данные об отказах (неремонтируемых) объектов, работающих в одинаковых условиях до отказа всех объектов.

Случайной величиной может быть

- время безотказной работы;
- объем выполненной работы;
- время, затрачиваемое на устранение отказов и их последствий;
- количество отказов за определенный промежуток времени и т. п.

Предварительная обработка и обобщение статистических данных состоит из следующего:

1. Составления вариационного ряда – расположения статистических значений случайной величины в возрастающем порядке.

Например, вариационный ряд наработок изделия до отказа записывается в виде  $X_1, X_2, X_3, X_4 \dots X_n$ , где  $X_1 \leq X_2, X_2 \leq X_3$  и т.д.

2. Группировки статических данных об отказах, которая выполняется следующим образом:

- по максимальному  $X'_{max}$  и минимальному  $X'_{min}$  значениям случайной величины определяется диапазон полученных статистических данных (зона рассеивания):

$$X' = X'_{max} - X'_{min} \quad (1);$$

- полученный диапазон делится на интервалы, количество которых принимается обычно в пределах  $k = 8...12$  (большее количество интервалов целесообразно принимать только при наличии большого объема статистической информации), величина интервала определяется по формуле:

$$\Delta x = x' / k \rightarrow \Delta x, \quad (2)$$

и округляется в большую сторону;

- определяется расчетное значение диапазона рассеивания  $X = k \cdot \Delta x$ , который накладывается на зону рассеивания так, чтобы его границы примерно одинаково выступали за зону рассеивания случайных величин  $X'$ , определяются расчетные границы диапазона рассеивания  $X_{i max}$  и  $X_{i min}$ ;

- определяются границы интервалов  $X_{i \max}$  и  $X_{i \min}$ , и их средние значения  $X_{i \text{cp}}$ ;
- определяются количества отказов для всех полученных интервалов  $\Delta n_i$  и частоты  $m_i$ , рассчитываемые по формуле

$$m_i = \Delta n_i / N, \quad (3)$$

где  $N$  – количество объектов, для которых имеются экспериментальные данные.

Индекс  $i$  здесь и далее – номер рассматриваемого интервала.

Выбор закона распределения случайных величин производится по графическому изображению частот:

- по гистограммам – для непрерывных величин;
- по полигонам распределения – для дискретных величин.

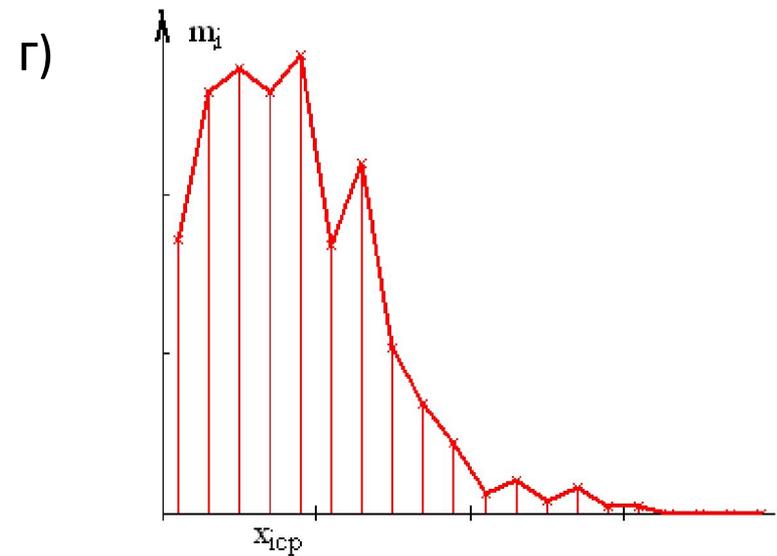
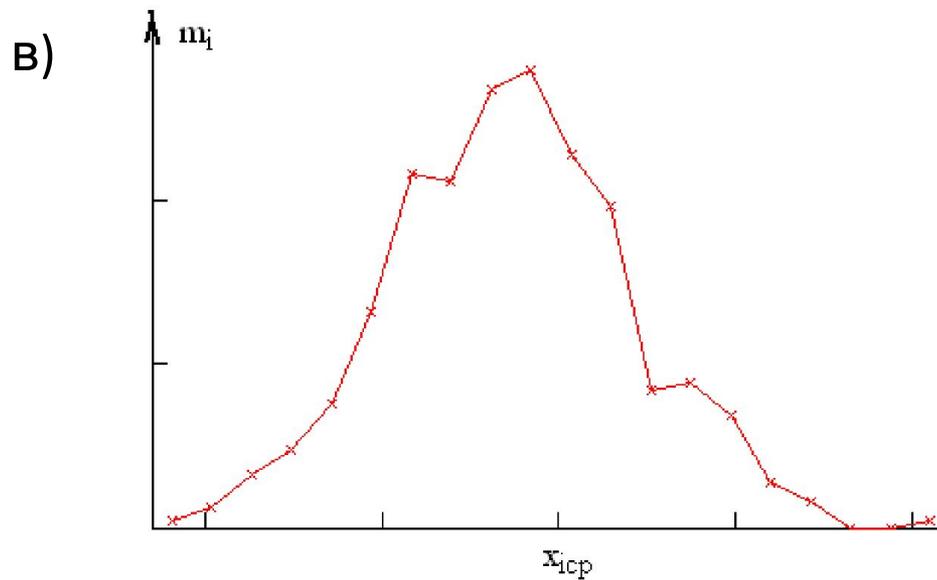
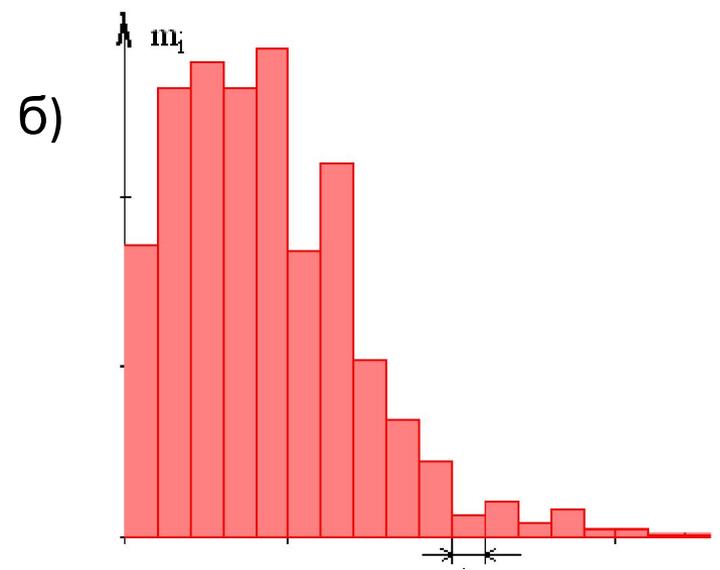
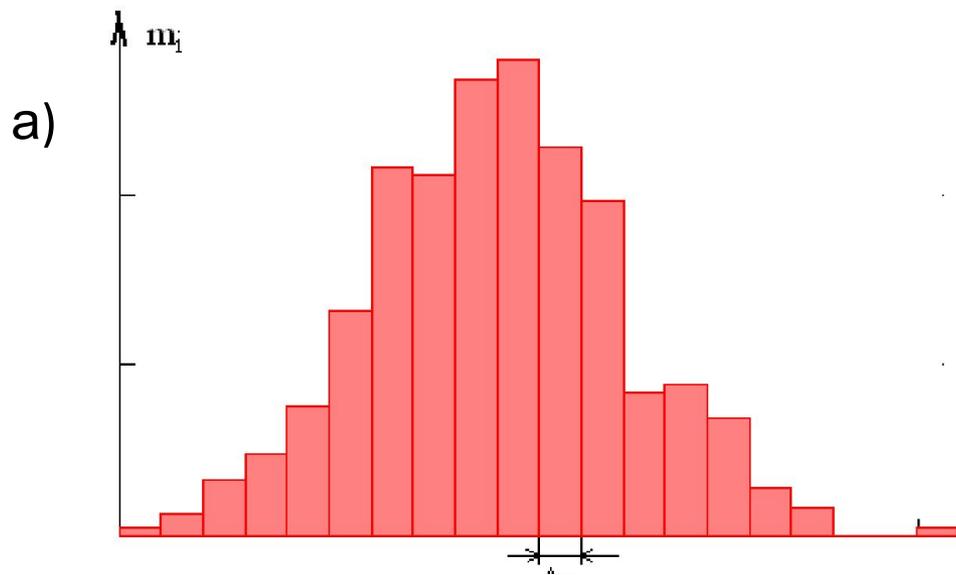


Рис. 1. 1) примеры гистограмм ( **а)** и **б)**) и полигонов частот ( **в)** и **г)**), построенных по статистическим данным для нормального закона распределения **а)** и **в)** и закона распределения Вейбулла **б)** и **г)**.

Для построения гистограммы по оси абсцисс откладывают в масштабе интервалы значений случайных величин, по оси ординат – высоты прямоугольников, пропорциональные частотам (рис. 1,а и 1, в).

Для построения полигона по оси абсцисс откладывают средние значения случайных величин в интервалах, по оси ординат – величины, пропорциональные частотам (рис. 1,б и 1,г).

На рис. 1 показаны характерные гистограммы и полигоны распределения случайных величин и закона Вейбулла.

Для окончательного решения о возможности применения того или другого закона необходимо определить теоретические параметры закона распределения.

## ***Пример***

**Задание:** Произвести статистическую обработку массива однородных экспериментальных данных об отказах УЭЦН.

**Исходные данные (наработка, сут):**

340 774 279 517 470 934 76 397

570 221 679 983 756 701 277 498

824 432 386 506 597 641 209 214

272 384 411 729 689 682 540 650

561 716 404 575 88 189 124 721

1. Составляем вариационный ряд, располагая статистические данные в возрастающем порядке.

1.	76	9.	277	17.	432	25.	575	33.	716
2.	88	10.	279	18.	470	26.	597	34.	721
3.	124	11.	340	19.	498	27.	641	35.	729
4.	189	12.	384	20.	506	28.	650	36.	756
5.	209	13.	386	21.	517	29.	679	37.	774
6.	214	14.	397	22.	540	30.	682	38.	824
7.	221	15.	404	23.	561	31.	689	39.	934
8.	272	16.	411	24.	570	32.	701	40.	983

2. Определяем расчётную величину диапазона рассеивания. Из вариационного ряда определяем минимальное и максимальное значения случайной величины:

$$t'_{min} = 76 \text{ сут} , t'_{max} = 983 \text{ сут}$$

3. Определяем зону рассеивания полученных статистических данных

$$T = t'_{max} - t'_{min} = 907 \text{ сут}$$

Принимаем количество интервалов  $k = 10$ .

Определяем величину интервала:

$$\Delta t' = 907 / 10 = 90.7 \text{ сут}$$

Округляя в большую сторону, получаем

$$\Delta t = 92 \text{ сут}$$

Принимаем граничные значения диапазона рассеивания:

$$t_{min} = 70 \text{ сут}$$

$$t_{max} = 70 + 92 \cdot 10 = 990 \text{ сут}$$

4. Определяем границы всех интервалов, средние значения интервалов, значения записываются в табл.1 (графы 2 ,3).
5. Определяем общее количество отказов  $N = 40$ , количества отказов для всех интервалов  $n$  и частоты  $m$ , значения записываются в табл.1 (графы 4,5).

№ интер.	Границы интервалов	$t_{\text{ср интер}}$	$n$	$m$	$n'$	$d$
1	<b>70 - 161</b>	<b>116</b>	<b>3</b>	<b>0.075</b>	<b>1.86</b>	<b>1.14</b>
2	<b>162 - 253</b>	<b>208</b>	<b>4</b>	<b>0.1</b>	<b>3.70</b>	<b>1.44</b>
3	<b>254 - 345</b>	<b>300</b>	<b>4</b>	<b>0.1</b>	<b>5.21</b>	<b>0.22</b>
4	<b>346 - 437</b>	<b>392</b>	<b>6</b>	<b>0.15</b>	<b>6.05</b>	<b>0.17</b>
5	<b>438 - 529</b>	<b>484</b>	<b>4</b>	<b>0.1</b>	<b>6.08</b>	<b>1.91</b>
6	<b>530 - 621</b>	<b>576</b>	<b>5</b>	<b>0.125</b>	<b>5.4</b>	<b>2.31</b>
7	<b>622 - 713</b>	<b>668</b>	<b>6</b>	<b>0.15</b>	<b>4.28</b>	<b>0.59</b>
8	<b>714 - 805</b>	<b>760</b>	<b>5</b>	<b>0.125</b>	<b>3.05</b>	<b>1.36</b>
9	<b>806 - 897</b>	<b>852</b>	<b>1</b>	<b>0.025</b>	<b>1.95</b>	<b>0.41</b>
10	<b>898 - 990</b>	<b>944</b>	<b>2</b>	<b>0.05</b>	<b>1.12</b>	<b>1.29</b>

6. По имеющимся статистическим данным строим гистограмму и ломаную - полигон частот отказов (рис.1).

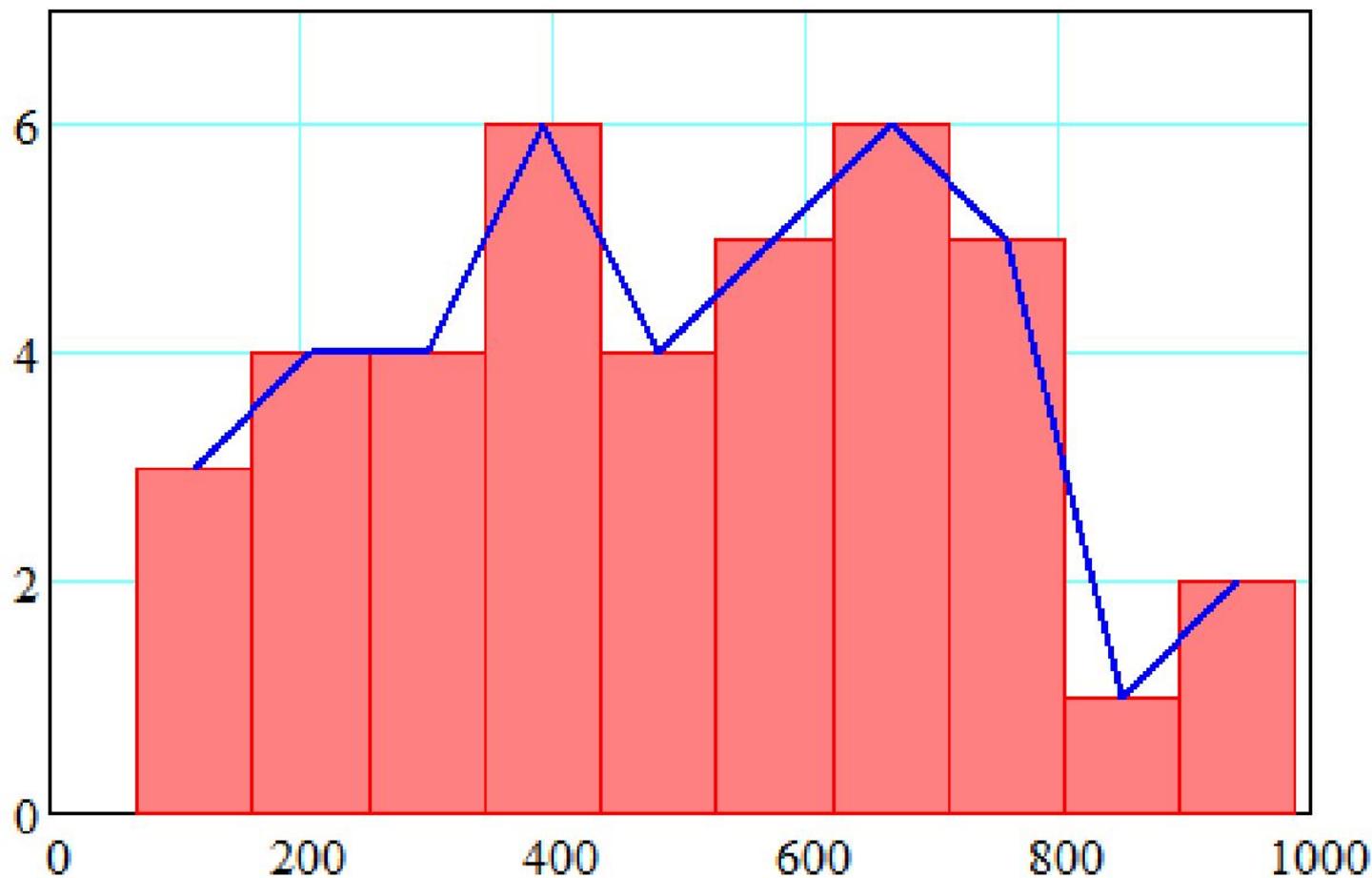


Рис.1 Гистограмма (красным) и полигон частот (синим)