

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ АВАРИЙ НА АЭС

Новикова В.Н., студентка, Петрова А.В., студентка; Ковалев А.П., д.т.н., проф.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

За период с 12 декабря 1952 года по 16 июля 2007 года на АЭС во всем мире произошло $N=40$ крупных аварий.

Интервал времени между авариями:

$$\xi: \left\{ \begin{array}{l} 50808; 28608; 50424; 22776; 3816; 34560; 13008; 6072; 10800; 16248; \\ 1776; 312; 9216; 7128; 720; 5040; 9048; 9552; 1680; 12408; 4656; \\ 2616; 672; 2112; 2688; 1032; 24048; 11472; 5856; 10512; 1008; 1512; \\ 28968; 6192; 55344; 9528; 384; 5664; 19680 \end{array} \right\}$$

Строим функцию распределения интервалов времени между авариями:

$$F(t) = P\{\xi < t\}, F_1(t) = P\{\xi < 2000\} = \frac{9}{39} = 0,23, \dots, F_{39}(t) = P\{\xi < 56000\} = \frac{39}{39} = 1.$$

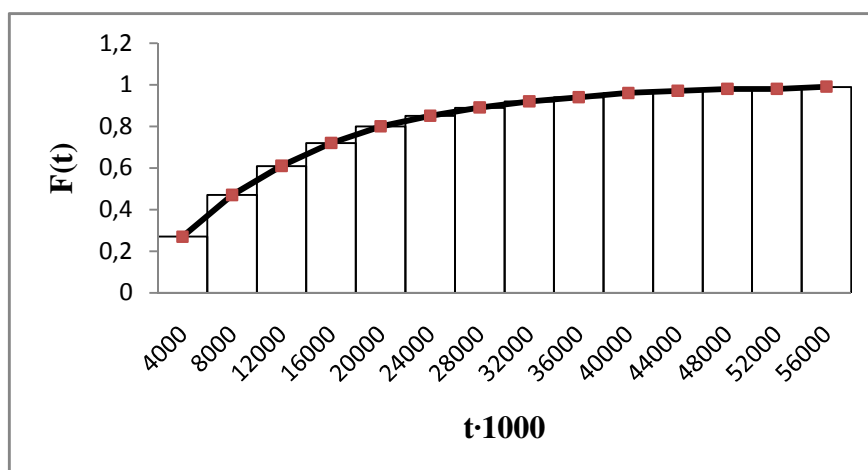


Рисунок 1 — Статистическая и экспериментальная функции распределения
($F(t)=1-e^{-0,696t}$)

Проверим, не противоречит ли данная выборка интервалов времени между авариями экспоненциальному закону, по критерию Бартлетта.[1]

$$\chi_{0,95;r-1}^2 \leq B_r \leq \chi_{0,05;r-1}^2.$$

$$B_r = \frac{2r \left[\ln \left(\frac{t_r}{r} \right) - \frac{1}{r} \left(\sum_{i=1}^r \ln \xi_i \right) \right]}{1 + \frac{(r+1)}{6r}};$$

$$t_r = \sum_{i=1}^r \xi_i = 490944; \quad \sum_{i=1}^r \ln \xi_i = 339,77;$$

$$B_{39} = \frac{2 \cdot 39 \left[\ln \left(\frac{490944}{39} \right) - \frac{1}{39} \cdot 339,77 \right]}{1 + \frac{40}{234}} = 48,52.$$

Используя данные табл. [1], находим: $\chi_{0,95;38}^2 = 24,89$; $\chi_{0,05;38}^2 = 53,37$. Значение $V_r = 48,52$ попадает в интервал $24,89 < 48,52 < 53,37$, следовательно, гипотеза о том, что данная выборка не противоречит показательному закону распределения вероятностей не отвергается.

Определим математическое ожидание $M\xi$, дисперсию $\sqrt{D\xi}$ и стандарт для рассматриваемой случайной величины ξ :

$$M\xi = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{39} \xi_i = \frac{1}{39} \cdot 490944 = 12588 \text{ ч;}$$

$$D\xi = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{39} (\xi_i - M\xi)^2 = 2104556874 \text{ ч;}$$

$$\sigma = \sqrt{D\xi} = \sqrt{2104556874} = 14507,1 \text{ ч.}$$

Определим параметр потока отказов ω , верхнюю ω_v и нижнюю ω_n его оценку с доверительной вероятностью $\beta = 0,9$. Значения r_1 и r_2 определим с помощью табл.[2].

$$\omega = \frac{m}{T} = \frac{39}{8760} = 0,0044 \frac{1}{\text{час}};$$

$$\omega_n = \frac{\omega}{r_1} = \frac{0,0044}{1,235} = 0,0036 \frac{1}{\text{час}};$$

$$\omega_v = \frac{\omega}{r_2} = \frac{0,0044}{0,805} = 0,0055 \frac{1}{\text{час}}.$$

Следовательно, получим $\beta_{0,9} = \left[0,0036 \frac{1}{\text{ч}}; 0,0055 \frac{1}{\text{ч}} \right]$.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что если кардинально не пересмотреть вопросы, связанные с авариями на АЭС, то в последующие годы параметр потока аварий будет попадать в полученный нами доверительный интервал $\beta_{0,9}$.

Перечень ссылок:

1. Капур К., Ламберсон П. Надежность и проектирование систем. Пер. С англ–Мир, 1980–604с.
2. Савчук В.П. Байсовские методы статистического оценивания: Надежность технических объектов. —М.: Наука. Гл. ред. физ — мат. лит, 1989—328с.