УДК 621.039.5

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:

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

Строим функцию распределения интервалов времени между авариями:

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

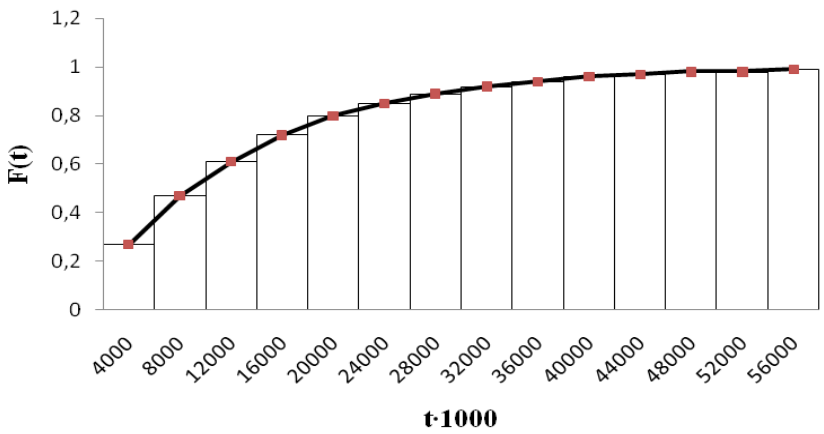

Рисунок 1 ─ Статистическая и экспериментальная функции распределения ($F(t)=1-e^{-0{,}696t}$)

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

$$\chi^2_{0{,}95;r-1} \le B_r \le \chi^2_{0{,}05;r-1}\ .$$

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

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

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

Используя данные табл. [1], находим: $\chi^2_{0,95;38} = 24{,}89$; $\chi^2_{0,05;38} = 53{,}37$. Значение $B_r = 48{,}52$ 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 Мξ, дисперсию $\sqrt{Д\xi}$ и стандарт для рассматриваемой случайной величины ξ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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.