УДК 621.396.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТОВ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ НЕРЕГЛАМЕНТИРОВАННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

к.т.н. Н.А. Трихонюк
(представил д.т.н., проф. Н.И. Червяков)

Рассмотрен возможный подход к определению предупредительных допусков для определяющих параметров средств связи

Процесс изнашивания и старения средств связи довольно хорошо описывается случайными процессами, которые имеют определенную функциональную зависимость от времени (например, линейную, параболическую, экспоненциальную), а их случайный характер обуславливается случайными параметрами, не зависящими от времени.

Рассмотрим средство, техническое состояние которого полностью характеризуется одним монотонно изменяющимся параметром.

Пусть средство подвергается контролю в дискретные, равностоящие друг от друга моменты времени $\mathbf{t_q} \;|\; \mathbf{q=1,\ 2,\ldots}$ период контроля $\mathbf{t_k = t_{q+1} - t_q \;|\; q = 1,2,\ldots}$, максимально **B** и минимально **A** допустимые значения параметра неизменны на всем периоде эксплуатации средства.

При сопоставлении текущего значения параметра $\mathbf{П(t_q)}$ с максимально (минимально) допустимым значением **B(A)** необходимо принять решение: осуществлять техническое обслуживание средства или нет? Если параметр выйдет за пределы допуска за период контроля (до следующего контроля), то его необходимо подвергнуть регулировке (сносу в зону начальной установки). Задача состоит в определении выражения для кривой упреждающего допуска.

Порядок определения выражения для кривой упреждающего допуска рассмотрим на примере линейной зависимости параметра от времени

$$\mathbf{П\,(t) = П_н + Ct}\,, \tag{1}$$

где $\mathbf{П_н}$ – начальное (номинальное) значение параметра; **C** – случайная величина, характеризующая скорость разрегулирования параметра.

Во многих практических случаях скорость С подчинена нормальному закону

$$\mathbf{F(C) = \frac{1}{\sigma_c\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{c-m_c}{\sigma_c}\right)^2\right]}. \tag{2}$$

Согласно [1], если имеется непрерывная случайная величина с плотностью распределения **f(x)**, а другая случайная величина связана с нею функциональной зависимостью $\mathbf{t = \varphi(x)}$, то плотность распределения случайной величиной **t** равна

$$\gamma(t) = f(\psi(t))|\psi'(t)|, \tag{3}$$

где ψ – функция, обратная функции φ.

В рассматриваемом случае случайная величина наработки **t** до отказа связана со случайной скоростью **C** изменения во времени параметра зависимостью

$$t = \frac{П_н - A}{C}. \tag{4}$$

С учетом состояния (4) имеем

$$\psi(t) = \frac{П_н - A}{t}. \tag{5}$$

На основании соотношения (3) с учетом (5), (2) получим [2]

$$\gamma(t) = \frac{\beta_0}{t^2\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\left(\frac{\beta_o}{t} - \alpha_o\right)^2\right], \tag{6}$$

где $\beta_o = \dfrac{П_н - A}{\sigma_c}$, $\alpha_0 = \dfrac{m_c}{\sigma_c}$.

Соотношение (6) определяет плотность альфа - распределения наработки до отказа, типичная кривая которого представлена на рис.1

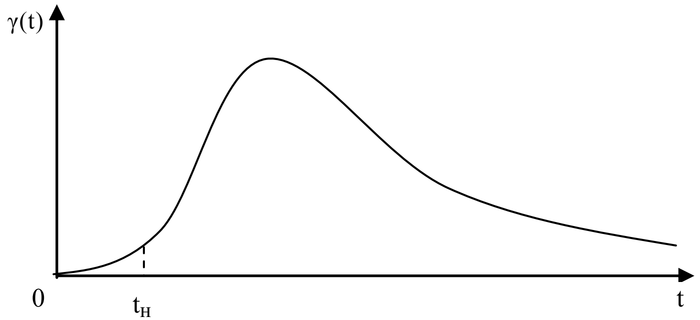

Рис.1. Кривая плотности альфа - распределения

На кривой распределения указана характерная точка – наработка до начала массовых отказов $\mathbf{t_н}$. Как показано в работе [2], наработка до начала массовых отказов может быть определена по формуле

$$t_н \approx 0{,}51 \frac{П_н - A}{m_c}, \tag{7}$$

В промежутке времени от $\mathbf{t_k}$ до $\mathbf{2t_k}$ за пределы допуска выйдут те параметры, скорость изменения которых превышает критическую

$$\mathbf{C_{кр}} = \frac{\mathbf{П_н - П_{кр(1)}}}{\mathbf{t_k}},$$

где $\mathbf{П_{кр(1)}}$ - предельное значение параметра для первого после проведения регулировки контроля. Если при первом (после регулировки и установки параметра, равным $\mathbf{П_н}$) контроле значение параметра меньше $\mathbf{П_{кр(1)}}$, то необходимо осуществить его регулировку.

Если в (7) подставить $\mathbf{t_н = 2t_k}$ и $\mathbf{m_c = C_{кр}}$, то получим

$$\mathbf{П_{кр(1)} = П_н - \frac{0{,}51}{2}(П_н - A)}.$$

Приняв $\mathbf{П_{кр(1)}}$ за начальное значение параметра, аналогичным образом находим предельно-допустимое значение параметра для 2 - го контроля

$$\mathbf{П_{кр(2)} = \frac{1{,}49}{2} П_{к(1)} + \frac{0{,}51}{2} A}.$$

Обобщая сделанные рассуждения для $\mathbf{q}$ – го момента контроля, получим выражение:

$$\mathbf{П_{кр(q)} = \frac{1{,}49}{2} П_{кр}(q-1) + \frac{0{,}51}{2} A}. \tag{8}$$

Кривая, проходящая по точкам (8), и есть кривая упреждающего допуска.

Аналогичным образом может быть определено выражение для кривой упреждающего допуска не только при линейной, но и при любой другой функциональной зависимости параметра от времени. Например, для экспоненциальной зависимости $\mathbf{П(t) = П_н \exp(-Ct)}$ имеем

$$\mathbf{П_{кр}(q) = \sqrt{\left[П_{кр}(q-1)^{1{,}49} A^{0{,}51}\right]}}, \tag{9}$$

Таким образом, зная допустимые пределы изменения параметра, а также выражение для плотности распределения наработки до отказа (выхода параметра за допуск) по предложенной выше методике может быть найдено выражение для кривой упреждающего допуска (типа (8), (9)). Осуществлять управляющие воздействия на средство связи необходимо в те моменты, когда при контроле обнаружено пересечение определяющим параметром средства кривой упреждающего допуска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 564 с.

2. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных систем. – М.: Энергия, 1977 – 536 с.

Поступила в редколлегию 26.06.2000