

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ДИСКРЕТНЫХ УСТРОЙСТВАХ

В.С. Панчиков
(Минск)

Для решения предложенной задачи необходимо определить критерий оценки эффективности использования средств контроля в аппаратуре дискретных устройств. в качестве такого критерия предлагается выбрать коэффициент K , определяющий выигрыш от использования средств контроля:

$$K = \frac{W_u}{W}, \quad (I)$$

где W и W_u - вероятности нормального функционирования без использования системы контроля работоспособности и с системой контроля соответственно. Значение W может быть определено выражением:

$$W(t_p, t_n) = \exp(-\lambda t_p) \exp \left[-\left(\frac{t_p}{T} + \frac{t_p}{\tau_{cp}} + \frac{t_n}{\tau_o} \right) \right], \quad (2)$$

$T=1/\lambda$ - среднее время наработки на отказ;

τ_{cp} - среднее время работы аппаратуры без сбоев;

τ_o - среднее время исправного состояния аппаратуры от момента проведения последних проверок до начала выполнения заданий;

t_p - время выполнения задания;

t_n - время от проведения последних проверок до начала выполнения задания;

T_u - среднее время восстановления.

Значение W_u определяется в следующем виде:

$$W_u(t_{pu}) = G_u \exp(-\lambda_u T_{pu}) \exp \left[-\left(\frac{t_{pu}}{T_u} + \frac{t_{pu}}{\tau_{cpu}} \right) \right], \quad (3)$$

где T_u , τ_{cpu} , T_{pu} - соответствующие показатели надежности совместной системы: контролируемой аппаратуры и системы контроля;

t_{pu} - время, в течение которого не производится проверки правильности функционирования аппаратуры;

G_u - коэффициент, характеризующий качество результатов контроля. G_u определяется соотношением:

$$G = \frac{I_{Y \rightarrow X}}{I_{\max}}, \quad (4)$$

X - множество состояний контролируемой аппаратуры:

$$\{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

Y - множество состояний результатов контроля:

$$\{y_1, y_2, \dots, y_m\}.$$

Информация $I_{Y \rightarrow X}$ определяется в виде:

$$I_{Y \rightarrow X} = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i q_j}, \quad (5)$$

где P_{ij} - вероятность того, что совместная система (X , Y) находится в состоянии (x_i , y_j);

P_i - вероятность того, что система X находится в x_i состоянии;

q_j - вероятность того, что система Y находится в y_j состоянии;

Информация I_{\max} равна :

$$I_{\max} = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i. \quad (6)$$

С учетом соотношений (1), (2), (3), (4), (5) и (6) коэффициент K равен:

$$K = \frac{\exp(-\lambda_u T_{zu}) \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n P_{ij} \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i q_j} \exp[-(\frac{t}{T_u} P_u + \frac{t}{\tau_{срu}})]}{\exp(-\lambda T_z) \sum_{i=1}^n - P_i \log_2 P_i \exp[-(\frac{t}{\tau_0} + \frac{t}{T} P + \frac{t}{\tau_{ср}})]} \quad (7)$$

Полученное выражение (7) в общем виде ниже используется для оценки эффективности использования тестового контроля для режима проверки функционирования. В этом режиме используется контролирующий тест. коэффициент, определяющий выигрыш от использования контролирующего теста в аппаратуре, K_T определяется при следующих ограничениях:

- оборудование, отводимое для контролирующего теста, занимает весьма незначительный объем и при расчете T_u не учитывается;

- применение контролирующего теста не изменяет времени восстановления;

- время контроля пренебрежимо мало по сравнению с промежутками времени между двумя проверками аппаратуры.

Достоверность контролирующего теста r_T определяется соотношением:

$$r_T = P_T P_A, \quad (8)$$

P_T - безотказность контролирующего теста;

P_A - достаточность контролирующего теста, определяемая отношением числа ошибок, обнаруживаемых тестом, к числу всех возможных ошибок аппаратуры.

Для оценки правильности функционирования принимается, что система X и система Y могут находиться в одном из двух возможных состояний.

На основании сказанного выше, K_T равен:

$$K_T = \frac{[N_Y - P_1 N_T - (1 - P_1) N_X] \exp[-\frac{t}{T(m+1)} P]}{N_X \exp[(\frac{t}{T} P + \frac{t}{\tau_0})]}, \quad (9)$$

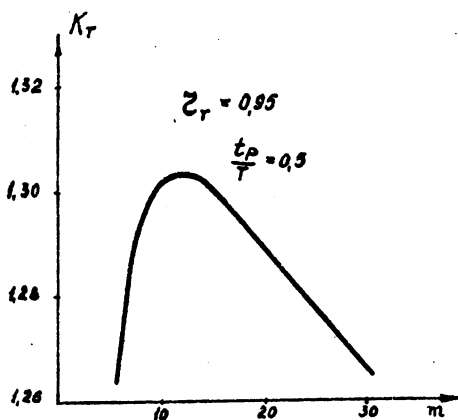


Рис. 1.

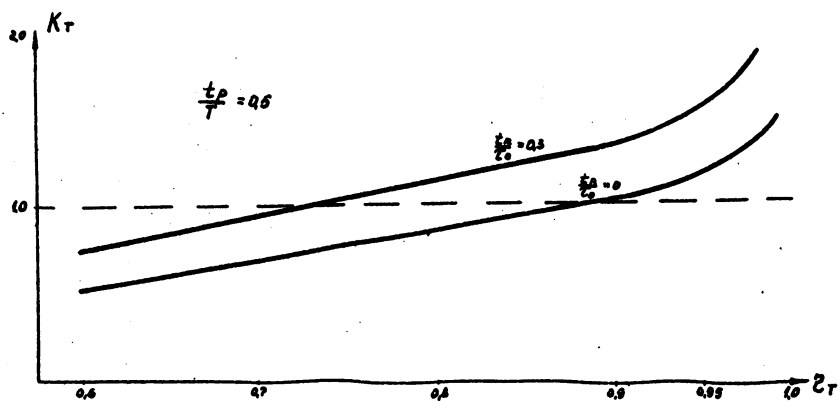


Рис. 2.

где $H_y = -q_1 \log q_1 - q_2 \log q_2$;

m - число проверок аппаратуры за время работы t_p ,

$$H_T = -P_T \log_2 P_T - (1 - P_T) \log_2 (1 - P_T);$$

$$H_x = -x_T \log_2 x_T - (1 - x_T) \log_2 (1 - x_T);$$

$$H_x = -P_1 \log_2 P_1 - P_2 \log_2 P_2 .$$

В этом выражении

$$P_1 = \exp \left[-\frac{t_p}{T(m+1)} \right] \text{ определяет вероятность исправного со-}$$

стояния аппаратуры за время между двумя проверками;

$P_2 = 1 - P_1$ - вероятность неисправного состояния аппа-
ратуры за время между двумя проверками;

q_1 - вероятность получения положительного результата конт-
роля, которая определяется выражением:

$$q_1 = P_T e^{-\frac{t_p}{T(m+1)}} + (1 - e^{-\frac{t_p}{T(m+1)}})(1 - x_T);$$

$q_2 = 1 - q_1$ - вероятность получения отрицательного ре-
зультата контроля.

Использование соотношения (9) позволяет определить влия-
ние характеристик тестового контроля (x_T , m) на эффектив-
ность его использования в аппаратуре. Анализ соотношения (9)
показывает, что существует экстремум этой функции от числа
проверок m , (рис.1). Эта зависимость позволяет установить оп-
тимальный цикл проверок аппаратуры с помощью контролирующего
теста. На рис.2 приведены зависимости $K_T = f(x)$.

Использование этой зависимости позволяет предъявить требова-
ния к достоверности контролирующего теста и для заданных зна-
чений характеристик надежности аппаратуры определить эффектив-
ность использования этого вида контроля в аппаратуре.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- И. Ю.К. Беляев. Влияние характеристик обнаружения и устране-
ния неисправностей на надежность аппаратуры.
Вопросы радиоэлектроники, Ог, вып.1з, 1962 г.