

И. В. В а с и л ь е в (Москва, ВУНЦ ВВС ВВА). **Оптимизация затрат на безопасность функционирования технической системы.**

Рассмотрим систему, которая имеет два состояния: работоспособное и неработоспособное. В процессе ее функционирования возможны два неблагоприятных события, причем в результате события z_1 состояние системы не изменяется, а в результате события z_2 система переходит в неработоспособное состояние и прекращает свое функционирование. В этом случае система уравнений, описывающая изменение состояний системы, текущей прибыли от ее функционирования и текущего риска, примет вид

$$\begin{aligned} \frac{dP(0, t)}{dt} &= -(\lambda + \mu\pi_2(\alpha_2 Q))p(0, t), & \frac{dP(1, t)}{dt} &= (\lambda + \mu\pi_2(\alpha_2 Q))p(0, t), \\ \frac{dR(t)}{dt} &= \mu(l_1\pi_1(\alpha_1 Q) + l_2\pi_2(\alpha_2 Q))p(0, t), & \frac{dW(t)}{dt} &= w\mu p(0, t)(1 - \pi_2(\alpha_2 Q)), \end{aligned}$$

где μ — интенсивность выполнения целевого задания системой, λ — интенсивность износа системы, l_j — ущерб в результате неблагоприятного события z_j , которое происходит с вероятностью $\pi_j(\alpha_j Q)$ при функционировании системы в соответствии со своим целевым назначением, Q — суммарные затраты на систему безопасности, а α_j — доля затрат, направленных на предотвращение именно события z_j , $j = 1, 2$.

Предполагая, что в начальный момент времени система находится в работоспособном состоянии, можно получить выражения для суммарных риска и прибыли вида

$$R(\alpha_1, \alpha_2, Q) = \frac{l_1\pi_1(\alpha_1 Q) + l_2\pi_2(\alpha_2 Q)}{\lambda/\mu + \pi_2(\alpha_2 Q)}, \quad W(\alpha_1, \alpha_2, Q) = w \frac{1 - \pi_2(\alpha_2 Q)}{\lambda/\mu + \pi_2(\alpha_2 Q)},$$

а эффективность системы безопасности будет определяться показателем вида

$$\beta(\alpha_1, Q) = w \frac{1 - \pi_2((1 - \alpha_1)Q)}{Q\lambda/\mu + l_1\pi_1(\alpha_1 Q) + (Q + l_2)\pi_2((1 - \alpha_1)Q)}.$$

В предположении, что затраты на обеспечение безопасности возрастают обратно пропорционально вероятности неблагоприятного события, причем при нулевых затратах на обеспечение безопасности вероятность соответствующего неблагоприятного события равна 1, $\pi_1 = \gamma_1/(\gamma_1 + \alpha_1)$, $\pi_2 = \gamma_2/(\gamma_2 + \alpha_2)$, получаем квадратное уравнение вида $(\lambda/\mu)\gamma_2(\gamma_1 + \alpha_1)^2 + l_1\gamma_1\gamma_2(\gamma_1 + \alpha_1) = -(1 + l_2)\gamma_2(\gamma_1 + \alpha_1)^2 + l_1\gamma_1(1 - \alpha_1)(\gamma_2 + 1 - \alpha_1)$ для определения оптимального соотношения распределения затрат на обеспечение безопасности в зависимости от типа неблагоприятного события.