



Українська Федерація Інформатики
Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України
Вищий навчальний заклад Укоопспілки
«ПОЛТАВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ»
(ПУЕТ)

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМНІ НАУКИ (ІСН-2015)

**МАТЕРІАЛИ
VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ ЗА МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

(м. Полтава, 19–21 березня 2015 року)

За редакцією професора О. О. Ємця

**Полтава
ПУЕТ
2015**

УДК 681.3(07)

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВОСПОЛНЕНИЯ РЕСУРСА

О. В. Банзак, к. т. н., доцент

Одесская государственная академия технического
регулирования и качества
banzak@mail.ru

Для большинства типов объектов радиоэлектронной техники (РЭТ) после наступления предельного состояния (ПС) их «жизнь» не заканчивается, экономически более выгодно восполнить ресурс объекта путем проведения ремонта и затем продолжить его эксплуатацию [1, 2]. Чем больше объем ремонта (чем большая часть элементов заменяется при ремонте), тем большая величина ресурса восполняется при ремонте. Ремонты, предназначенные для восполнения ресурса, как правило, планируются заранее, поэтому будем называть их плановыми ремонтами (ПР).

Процесс восполнения ресурса формально определим как последовательность пар следующего вида:

$$\Psi = \left\{ \left\langle t_{\text{при}}, P_{\text{при}i} \right\rangle; i = \overline{1, n_{\text{пр}}} \right\},$$

(1)

где $t_{\text{при}}$ - время (суммарная наработка) проведения i -го ПР; $P_{\text{при}i}$ - объем i -го ПР, определяемый относительной долей (процентом) заменяемых элементов; $n_{\text{пр}}$ - число ПР, которые выполняются в течение времени эксплуатации объекта T_s .

Процент заменяемых элементов $P_{\text{при}i}$ определяется следующим образом:

$$P_{\text{при}i} = \left| E_{\text{при}i} \right| \cdot 100 / \left| E_o \right|, \quad (2)$$

где $E_{\text{при}i}$ - подмножество элементов объекта, заменяемых при проведении ПР;

E_0 - множество всех (отказывающихся) элементов объекта.

Прямые скобки $|E|$ в (2) обозначают число элементов (мощность) соответствующего множества E . Предполагается, что при определении $P_{\text{пр}i}$ в подмножество $E_{\text{пр}i}$ всегда включаются наименее надежные элементы из E_0 ($E_{\text{пр}} \subset E_0$). Очевидно, что множество всех элементов объекта РЭТ может быть практически необозримым, поэтому необходимо уточнить, какие элементы включаются в E_0 . Условимся, что в множество E_0 включаются все элементы, которые учитываются при расчете показателя безотказности $\Omega(t)$ (то есть элементы, входящие в структурную схему надежности объекта).

Вид функции $\Omega(t)$ на интервале времени после проведения i -го ПР зависит от всей предыстории процесса восполнения ресурса (от объема и времени выполнения всех ПР, проведенных до времени t). На интервале $(t_{\text{р}1}, T_3]$ вид функции $\Omega(t)$ зависит от объема ПР $P_{\text{пр}1}$, выполненного в момент времени $t_{\text{р}1}$, на интервале $(t_{\text{р}2}, T_3]$ – от объемов ПР $P_{\text{пр}1}$ и $P_{\text{пр}2}$, выполнявшихся в моменты времени $t_{\text{р}1}$ и $t_{\text{р}2}$, и т.д. В общем случае будем записывать:

$$\Omega(t) = \Omega(t/\Psi(t)),$$

где $\Psi(t)$ - начальный отрезок, процесса Ψ , предшествующего моменту времени t :

$$\Psi(t) = \left\{ \langle t_{\text{р}i}, P_{\text{пр}i} \rangle; \forall i: t_{\text{р}i} < t \right\}.$$

(3)

Функцию $\Omega(t/\Psi(t))$ можно представить как объединение (сумму) функций $\Omega_i(t/\Psi)$:

$$\Omega(t/\Psi) = \sum_{i=1}^{n_{\text{пр}}(t)} \Omega_i(t/\Psi), \quad (4)$$

где $\Omega_i(t/\Psi)$ - функция параметра потока отказов, которая определена только на i -м межремонтном интервале $(t_{p_{i-1}}, t_{p_i}]$ ($i = \overline{1, n_{\text{пр}}}$), где $n_{\text{пр}}(t)$ - один из параметров процесса Ψ). Зависимость Ψ от t в (4) опущена для краткости записи, далее предполагается, что процесс Ψ определен на том же интервале, на каком определена функции $\Omega(t/\Psi)$.

Очевидно, что процесс выполнения ресурса Ψ непосредственно влияет на показатели безотказности и стоимости эксплуатации объекта.

Удельная стоимость эксплуатации $c_3(\Psi)$ определяется как сумма

$$c_3(\Psi) = c_{\text{отк}}(\Psi) + c_{\text{пр}}(\Psi), \quad (5)$$

где $c_{\text{отк}}(\Psi)$ и $c_{\text{пр}}(\Psi)$ - составляющие стоимости, приходящиеся на восстановление текущих отказов и ПР соответственно.

Итак, введенное нами формальное описание процесса выполнения ресурса (1) совместно с выраженем (5), устанавливающими зависимость показателей $T_0(\Psi)$ и $c_3(\Psi)$ от параметров процесса Ψ , можно рассматривать как математическую модель этого процесса. Нетрудно видеть, что исходными данными, порождающими этот процесс, являются заданное требуемое значение Ω^{nc} и функция $\Omega(t)$.

Литература

1. Банзак Г. В. Определение остаточного ресурса восстанавливаемых технических объектов / Г. В. Банзак // Інформаційна безпека. – 2011. – № 1(5). – С. 96-102.
2. Банзак Г. В. Методика определения оптимальных параметров технического обслуживания “по состоянию” с постоянной периодичностью контроля / Г. В. Банзак, В. Н. Цыцарев // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – №4. – С. 45-50.