

ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ПОВИШАВАНЕТО НА РАВНИЦЕТО НА НАДЕЖНОСТТА НА МАШИНИТЕ ВЪРХУ ИКОНОМИЧЕСКИЯ ЕФЕКТ

К.Георгиева - Тракийски университет, Стара Загора

Резюме: Разгледани са методи и критерии използвани за определяне на икономическия ефект от повишаване на равнището на надеждността на машините. Предложен е подход за определяне на икономическия ефект от повишаване на равнището на надеждността на ремонтируемите обекти по критерия "приведени разходи", отразяващ изменението на разходите в сферата на проектиране, производство и експлоатация на обектите.

Изведени са зависимости за параметрично и непараметрично определяне на икономическия ефект от повишаване на равнището на надеждността на ремонтируемите обекти по основните числени и функционални характеристики на надеждностните показатели.

КЛЮЧОВИ ДУМИ: ИКОНОМИЧЕСКИЯ ЕФЕКТ, КРИТЕРИИ, НАДЕЖНОСТ, НАДЕЖНОСТНИ ПОКАЗАТЕЛИ, ЧИСЛЕНИ И ФУНКЦИОНАЛНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПАЛАМЕТРИЧНИ МЕТОДИ, НЕПАРАМЕТРЕЧНИ МЕТОДИ, РЕМОНТИРУЕМИ ОБЕКТИ.

Основа за реализацията на единен методически подход за определяне на икономическата ефективност от повишаване на равнището на надеждността на машините е да се отчетат изискванията, за нормативната ефективност на всички ресурси, използвани при създаване и експлоатация на обектите (машините). В тези условия вземането на най-доброто решение при оценка на икономическата ефективност, оптимизацията и управлението на равнището на надеждността на обектите може да стане по критерия - "минимум на народостопанските разходи" или по критерия - "максимум резултат".

За определяне на икономическия ефект от повишаване на равнището на надеждността е по-целесъобразно да се приложи критерия - "приведени разходи", отразяващ изменението на разходите в сферата на проектиране, производство и експлоатация на обектите.

Известно е, че у нас определянето на икономическата ефективност на инвестиционните проекти става по показатели, посочени в [1,3], а икономическата ефективност на научно-техническите постижения и капиталните вложения - в [2], които взаимно не се изключват. За определяне на икономическата ефективност от повишаването на равнището на надеждността на обектите, използваме критерия "приведени сумарни разходи" [2,3,4].

За определяне на годишния икономически ефект от повишаване на равнището на надеждността, използваме следната зависимост:

$$(1) \quad I_n = N_1 (\Phi_1 + E_n K_1) - N_2 (\Phi_2 + E_n K_2),$$

където N_1 е броят на обектите с равнище на надеждност H_1 ;
 N_2 -броят на обектите с равнище на надеждност H_2 , ($H_2 > H_1$);
 Φ_1 -себестойността на обектите с надеждност H_1 ;
 Φ_2 -себестойността на обектите с надеждност H_2 ;
 K_1 -капиталните вложения за обекти с равнище на надеждност H_1 ;
 K_2 -капиталните вложения за обекти с равнище на надеждност H_2 ;
 E_n -нормативният коефициент на ефективност на капиталните вложения ($E_n=0,15$);

Броят на обектите, които трябва да се произведат с равнище на надеждност H_2 , може да се определи от съотношението:

$$N_2 = N_1 H_1 / H_2 = \eta \cdot N_1,$$

където η е коефициентът на повишение на равнището на надеждността на обектите ($\eta < 1,0$).

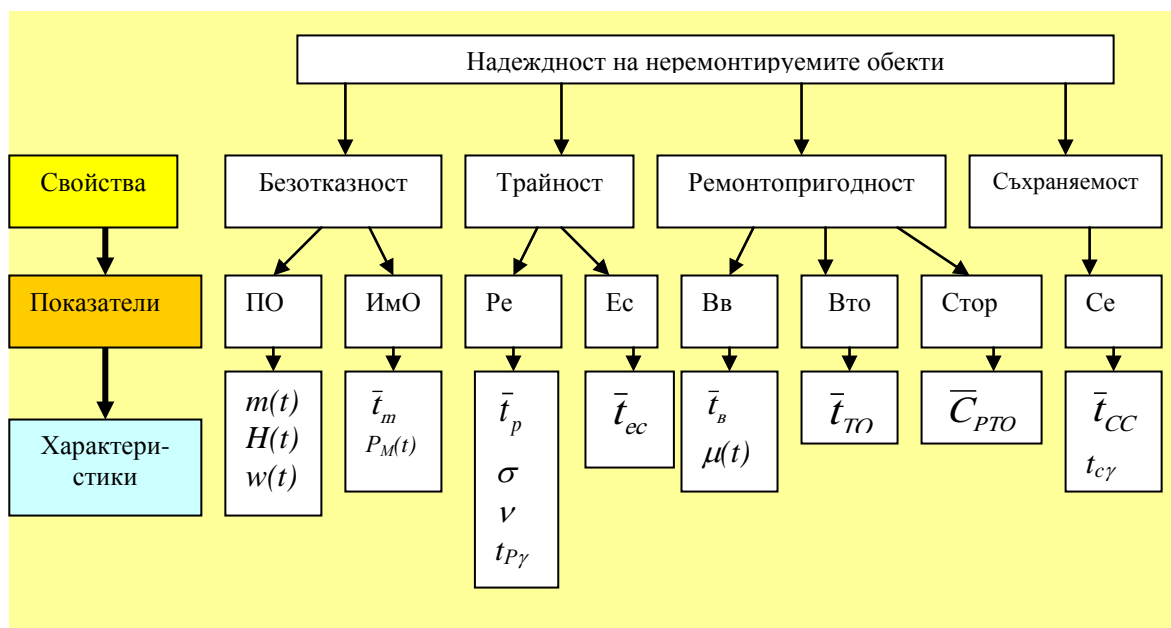
Тогава формула (1) приема следния вид:

$$(2) \quad I_n = N_1 [(\Phi_1 + E_n K_1) - \eta (\Phi_2 + E_n K_2)].$$

Този подход прилагаме за определяне на икономическия ефект от повишаване на кое да е свойство на надеждността, т.е. от повешаване на кой да е показател на надеждността на обектите.

По нагатак ще изведем зависимости за параметрично и непараметрично определяне на икономическия ефект от повишаване на конкретните надеждностни показатели на ремонтируемите обекти.

На фиг.1 въз основа на системния подход е разработена и предложена йерархическа структура на надеждността на три равнища, която изразява надеждността, съставена от свойства, свойствата –от показателите, а показателите –от характеристиките. По такъв начин привеждаме понятията "показател" и "характеристика" в съответствие от понятийния апарат на теорията на вероятностите.



Фиг.1. Схема на взаимовръзката между свойствата, показателите и характеристиките на надеждност на ремонтируемите машини:

ПО – поток на отказите; *ИМО* – изработка между отказите; *Pe* – ресурс; *Ec* – експлоатационен срок; *Bb* – време за възстановяване; *B_{TO}* – време за техническо обслужване; *P_{ТОР}* – разходи за техническо обслужване и ремонт; *Cc* – срок на съхраняване; *m(t)* – среден брой откази; *H(t)* – характеристика на потока на отказите; *w(t)* – параметър на потока на отказите; \bar{t}_m – средна отработка между отказите; \bar{t}_{ec} – среден експлоатационен срок; $P_M(t)$ – вероятност за безотказна работа; \bar{t}_p – среден ресурс; σ – средноквадратично отклонение на ресурса; ν – коефициент на вариация на ресурса; $t_{p\gamma}$ – гама-процентен ресурс; \bar{t}_b – средно време на възстановяване; $\mu(t)$ – интензивност на възстановяване; \bar{t}_{TO} – средно време за техническо обслужване; \bar{C}_{PTO} – средни разходи за техническо обслужване и ремонт; \bar{t}_{CC} – среден срок на съхраняемост; $t_{c\gamma}$ – гама процентен срок на съхраняемост

Параметрично определяне на икономическия ефект от повишаване на свойството безотказност на ремонтируем обект по числената характеристика – средна обработка до отказ, t_m .

Приемаме, че отработката между отказите е разпределена по закона на Вейбул.

Тогава средната обработка между отказите е

$$t_m = c + a\Gamma(1 + 1/b),$$

където $\Gamma(1+1/b)$ е гама функция на $(1+1/b)$.

Отгук коефициентът на повишаване на равнището на безотказността на машините се определя по зависимостта:

$$\alpha = [c_1 + a_1\Gamma(1+1/b_1)] / [c_2 + a_2\Gamma(1+1/b_2)],$$

където, c_1 , a_1 и b_1 са параметрите на разпределението на отработката между отказите на машините преди повишаване на равнището на базотказността им; c_2 , a_2 и b_2 – параметрите на разпределението на отработката между отказите на машините след повишаване на равнището на безотказността им.

Тогава годишният икономически ефект от повишаването на свойството безотказност, оценено по числената характеристика “изработка между отказите”, ще бъде:

$$I_B = N_1 \{ (\Phi_1 + E_n K_1) - [c_1 + a_1\Gamma(1+1/b_1)] (\Phi_2 + E_n K_2) \} / [c_2 + a_2\Gamma(1+1/b_2)]$$

Следователно I_B е функция на параметрите на разпределяне на отработката между отказите (a_i , b_i , c_i) и икономическите показатели (Φ_i , K_i , E_n).

Непараметрично определяне на икономическия ефект от повишаване на свойството безотказност на ремонтируемите обекти по средната отработка между отказите, t_m . В този случай средната отработка между отказите се определя по зависимостта

$$t_m = \sum_{i=1}^n t_{mi} / n,$$

където t_{mi} е отработката между отказите на i -та машина; n – броят на изпитваните машини; a – коефициентът на повишаване на отработката между отказите –

$$\alpha = \sum_{i=1}^{n1} t_{mi} / \sum_{i=1}^{n2} t_{m2i},$$

където n_1 е броят на изпитваните машини преди повишаване на безотказността им; n_2 – броят на изпитваните машини след повишаване на безотказността им.

От тук

$$I_B = N_1 \{ (\Phi_1 + E_n K_1) - (\Phi_2 + E_n K_2) \sum_{i=1}^{n1} t_{m1i} / \sum_{i=1}^{n2} t_{m2i} \}.$$

По аналогичен начин разсъждаваме за всички останали характеристики на свойствата на надеждността на ремонтируемите обекти (фиг.1), а резултатите с коефициентите за увеличаване на равнището на надеждността (α) са дадени в таблица 1.

Таблица 1 Коефициент на повишаване равнището на надеждност на ремонтируеми обекти, α

Свойства	Показатели	Характеристики	Коефициент, α
Безотказност	Поток на отказите	$m(t)$ $w(t)$ $H(t)$	$m_2(t)/m_1(t)$ $w_2(t)/w_1(t)$ $H_2(t)/H_1(t)$
	Обработка между отказите	\bar{t}_{m_1} $P_m(t)$	$\bar{t}_{m_1}/\bar{t}_{m_2}$ $P_{m_1}(t)/P_{m_2}(t)$
Трайност	Ресурс	\bar{t}_p t_{py}	$\bar{t}_{p_1}/\bar{t}_{p_2}$ t_{p_1y}/t_{p_2y}
	Експлоатационен срок	\bar{t}_{ec}	$\bar{t}_{ec_1}/\bar{t}_{ec_2}$
Ремонтгодност	Време за възстановяване	\bar{t}_b $\mu(t)$	$\bar{t}_{b_2}/\bar{t}_{b_1}$ $\mu_2(t)/\mu_1(t)$
	Време за техническо обслужване	$\bar{t}_{то}$	$\bar{t}_{то_2}/\bar{t}_{то_1}$
	Разходи за възстановяване	$\bar{C}_{пто}$	$\bar{C}_{2пто}/\bar{C}_{1пто}$
Съхраняемост	Срок на съхранение	\bar{t}_c t_{cy}	$\bar{t}_{c_1}/\bar{t}_{c_2}$ t_{c_1y}/t_{c_2y}

Въз основа на проведени изследвания е изведено следното правило за определяне на α : ако характеристиката на показателя на надеждност, по която се определя икономическия ефект (изработка между отказ, ресурс, срок на съхраняемост, гама процентен ресурс и т.н.), расте при използване на методите за повишаване на надеждност, то α е отношение на характеристиката на надеждност преди (H_1) и след (H_2) нейното повишаване; ако характеристиката на показателя на надеждност, по която ще се определя икономическия ефект (време на възстановяване, време за техническо обслужване, среден брой откази, параметър на потока на отказите, характеристика на потока на отказите и т.н.), намаляват при използване на методите за повишаване на надеждността на машините, то α е отношение на характеристиката на надеждност след (H_2) и преди (H_1) нейното повишаване.

По каква характеристика на показателите на надеждността ще се определя икономическия ефект зависи от предназначението на машината (обекта) и изискванията към равнището на надеждност. Например за отговорни обекти, влияещи на безопасната работа на системата съществено значение има вероятността за безотказна работа, а за други обекти – средната отработка между отказите или други характеристики.

В земеделието изискванията към техниката, която е предназначена за отговорни технологични операции с ограничени агротехнически срокове, изискванията за високо равнище на надеждност се поставят към свойството

безотказност и неговите характеристики “вероятност за безотказна работа”, “интензивност на отказите” и т.н. Затова и икономическият ефект от повишаване на равнището на надеждността ще се изчислява по тези характеристики.

ИЗВОДИ:

1. Предложен е подход за определяне на икономическия ефект от повишаване на равнището на надеждността на ремонтируемите обекти по критерия “приведени разходи”.

2. Изведени са зависимости за параметрично и непараметрично определяне на икономическия ефект от повишаване на равнището на надеждността на ремонтируемите обекти по основните числени и функционални характеристики на надеждностните показатели.

Литература:

- Кулаков И., А. Загоруйко Методы оценки повышения надежности технических изделий по технико-экономическим показателям.-М., 1969.
- Методика за определяне на икономическата ефективност на инвестиционните проекти. ДВ, бр. 91, 1988.
- Наредба N 12, ДВ, бр. 72, 1980.
- Тасев Г., Е. Видинова Экономическая эффективность от повышения уровня надежности объектов, III-я МНК “Эффективность и качество”, Украина, 1994, с. 121-124.