

УДК 658.5; 389.6:621;681.2:007.5

Д.В. Гусев, О.В. Онищенко, И.Г. Каюн

МЕТОД ДЛЯ ВЫБОРУ ЯКІСНИХ ПРОМИСЛОВИХ ПРИЛАДІВ І ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ

Запропонований метод кваліметричного розрахунку для вибору промислових приладів і засобів автоматизації.

Вступ

Проблема якості виникла дуже давно, ще Арістотель (III ст. до н.е.) формулював поняття якості як: Відмінність між предметами; диференціація за ознакою «гарний-поганий», або за стародавньою китайською версією: Ієрогліф, що позначає якість, складається з двох елементів: „рівновага” і „гроші”, тобто „якість”=„рівновага”+„гроші”, що тотожно поняттям „високоякісний”, „дорогий”, та згідно з міжнародним стандартом ISO 8402: якість — сукупність характеристик об’єкта, що відносяться до його здатності задовольняти встановлені і передбачувані потреби (споживача) [1].

При введенні сучасного виробництва стає питання про модернізацію використовуваних ліній та приладів, які за своїм ресурсом працездатності вже „морально” застаріли або вичерпали свій ресурс працездатності. При виборі альтернативи заміни старих приладів новими, постають наступні питання: їх вартості, можливості виконувати задані функції, відповідність призначенню за їх використанням, довгострокова і якісна робота.

При пошуку необхідного обладнання за каталогами чи в Інтернеті зустрічається багато фірм — виробників, які виготовляють потрібні прилади і засоби автоматизації, які будуть виконувати потрібні функції і матимуть помірну ціну [2,3]. Тоді виникає питання, який з приладів чи засобів автоматизації обрати і як довести, що обраний варіант кращий за інші його аналоги. Це стає вагомим завданням при модернізації виробництва або виборі і закупівлі потрібних приладів і засобів автоматизації.

Експериментальна частина

В основу методу покладені розрахунки одиничних і комплексних показників якості [1,4,5], на основі яких визначається загальний і технічний рівень якості приладів. Метод дає двобічне оцінювання якості запропонованих варіантів — технічну і комплексну, за якими визначаються найвагоміші

ознаки приладів і засобів автоматизації.

За заданими характеристиками і параметрами, якими повинні володіти прилади і засоби автоматизації, обирається серія приладів і засобів, що відповідають встановленим стандартам.

Характеристики і параметри повинні бути основними для критеріїв застосування приладів і засобів автоматизації.

За основу розрахунків для встановлення рівня якості були узяті розрахунки згідно з роботами [1,4,5]. При введенні розрахунків для визначення корисної властивості продукції (послуг) використовували одиничні і комплексні показники якості [1].

Розрахунки виконувалися для нових приладів, які ще не були у експлуатації.

Спочатку визначали одиничні i -ті показники якості у кількості n ($1 \leq i \leq n$) та їх значущість ранг вагові коефіцієнти [1,4,5].

Далі виконували їх згортання і визначали комплексне оцінювання [1]:

$$Q=f(n, Q_i, K_{vi}), \quad (1)$$

При оцінюванні якості продукції обирається базовий зразок, прилад, який необхідно замінити, або необхідно обрати два найбільш придатних прилади за ознаками і за допомогою одиничних показників визначити рівень якості одного приладу відносно іншого [1,4,5].

$$q_i = \frac{P_i}{P_{i6}}, \quad (2)$$

$$q_i = \frac{P_{i6}}{P_i}, \quad (3)$$

де P_i — чисельне значення i -того показника якості оцінюваної продукції; P_{i6} — чисельне значення i -того показника якості базового зразка (базового

показника якості).

Формула (2) використовується, коли збільшенню P_i – відповідає підвищення рівня якості продукції. Її застосовують, наприклад, при оцінюванні терміну служби, продуктивності, точності.

Формула (3) використовується коли збільшенню P_i – відповідає зниження рівня якості.

Якщо ж при згортанні є великий розбіг показників якості їх рангів, то необхідно застосовувати формули середніх зважених [1].

При оцінюванні якості можна використовувати “оцінне число” [1].

$$Q = K_{Bi1} \cdot q_1 + K_{Bi2} \cdot q_2 + \dots + K_{in} \cdot q_n, \quad (4)$$

де q_1, q_2, q_n – відносні показники якості одного пристрою стосовно іншого; $K_{Bi1}, K_{Bi2}, K_{Bi3}$ – відповідні вагові коефіцієнти, які враховують ранг ознак.

Комплексний показник рівня якості, що визначатиме технічний рівень і корисний ефект запишеться згідно з [5] у вигляді:

$$W_a = 365 \cdot t_d \cdot V_e \cdot m_a \cdot k_a \cdot k_{vd} \cdot k_{vp}, \quad (5)$$

де W_a – річна продуктивність, корисний ефект, технічний рівень якості; t_d – тривалість знаходження у дії (приладу або засобу автоматизації), год; V_e – середні швидкості (приладу або засобу автоматизації); m_a – номінальна швидкостя (приладу або засобу автоматизації); k_a – коефіцієнт використання за основною ознакою (приладу або засобу автоматизації); k_{vd} – коефіцієнт використання за допоміжною ознакою (приладу або засобу автоматизації); k_{vp} – загальний коефіцієнт використання (приладу або засобу автоматизації) за вибраними характеристиками і параметрами.

Рівень якості нових приладів краще оцінювати комплексним методом, використовуючи інтегральний показник якості [1]:

Для визначення показників рівня якості виробів за допомогою комплексного методу використовують інтегральні показники якості, що враховують декілька параметрів одночасно (наприклад, точність та економічність виробів) [1,5]:

$$J = \frac{Q}{K_0 + S_e}, \quad (6)$$

де J – інтегральний показник рівня якості виробу; Q – сумарний корисний ефект від використання виробу за весь термін його роботи, грн; K_0 – сумарні капітальні витрати для виготовлення виробів, грн; S_e – сумарні експлуатаційні витрати (поточні) за весь термін роботи, грн.

У разі терміну використання виробів більшого ніж один рік, інтегральний показник якості визначається як:

$$J' = \frac{Q}{K_0 \varphi(t) + S_e(t)}, \quad (7)$$

де t – строк використання виробів, років

$$\varphi(t) = \frac{(1+E_H)}{\sum_{i=1}^n (1+E_H)^i}; i=1,2,\dots,t; \quad (8)$$

де E_H – нормативний коефіцієнт економічної ефективності. Значення $j(t)$, отримані згідно з (8) для $t=1-24$ роки, наведено у таблиці [5].

Для деяких виробів (наприклад: холодильники, телевізори, радіоприймачі, меблі) встановити їх корисну ефективність важко. Тому величину інтегрального показника їх якості умовно приймають рівній одиниці, а згідно з формулою (7) для базового виробу отримують:

$$Q_0 = K_{00} \cdot \varphi(t) + S_{т0}, \quad (9)$$

де Q_0 – інтегральний показник для базового виробу; $K_{00}, S_{т0}$ – відповідно капітальні та змінні витрати для базового виробу, грн.

Для нового виробу, який відрізняється від базового кількістю властивостей h , що можуть бути визначені тільки за допомогою експериментів, і кількістю властивостей m , які визначають за допомогою засобів вимірювання, за умови, що їх величини мало відрізняються від базових, річний ефект від використання нових виробів визначають, як [1]:

$$Q = Q_0 + \sum_{i=1}^n \Delta Q_i \dots + \sum_{i=1}^n \Delta Q_{qi}, \quad (10)$$

де Q – річний ефект від використання виробу, грн; $\Delta Q_i, \Delta Q_{qi}$ – поправки до річного ефекту, зумовлені відповідними відмінностями властивостей нового виробу, грн.

Значення ΔQ_i і ΔQ_{qi} знаходять як:

$$\Delta Q_i = \gamma_i \cdot Q_0, \quad (11)$$

$$\Delta Q_{qi} = q_i \cdot Q_0 \frac{\Delta p_i}{\Delta p_{i0}}, \quad (12)$$

$$\Delta p_i = p_i - p_{i0}, \quad (13)$$

а коефіцієнти γ_i і q_i знаходять експериментально з урахуванням (11–13) і формулу (10) переписують як:

$$Q = Q_0 \left(1 + \sum_{i=1}^n \gamma_i + \sum_{i=1}^n q_i \frac{\Delta p_i}{\Delta p_{i0}} \right), \quad (14)$$

де ρ_1 і ρ_{16} – абсолютні значення одиничних показників якості відповідно досліджуваного та базового виробів.

Рівень якості нових виробів, встановлений за допомогою інтегрального показника згідно з формулою (7), признають кращим за рівень якості базового виробу для J більших від одиниці та гіршим від нього для J менших від одиниці [1,4,5].

Після розрахунків одиничних показників, розраховують комплексний і технічний рівень якості вибраної продукції на їх основі, і обирають кращий з двох або більше запропонованих варіантів, обумовлюючи умови і клімат місцевості застосування приладів або засобів автоматизації.

Результати і їх обговорення

Для перевірки дії запропонованого методу, як порівняльні прилади були узяті тахометри, що найчастіше використовуються для вимірювання частоти обертів і лінійної швидкості.

Розглянемо дві моделі тахометрів більш раннього виробництва ТЧ10–Р і тахометр EVM723[2,3].

Їх технічні характеристики, вартість та витрати на експлуатацію наведені у таблиці [2,3]:

Визначимо загальний технічний показник якості при використанні кожного тахометра за рік [5]:

$$W_a = 365 \cdot t_d \cdot V_e \cdot m_a \cdot k_a \cdot k_{vd} \cdot k_{vp},$$

де W_a – річна продуктивність тахометра, об./хв; t_d – тривалість знаходження тахометра у дії, год; V_e – середня експлуатаційна швидкість тахометра; m_a – номінальна швидкість тахометра, об./хв; k_a – коефіцієнт використання тахометра, об./хв; k_{vd} – коефіцієнт використання за лінійною швидкістю тахометра; k_{vp} – загальний коефіцієнт використання тахометра.

Здійснимо розрахунки для жорстких умов експлуатації – встановлення тахометрів для безперервного виробництва.

Враховуючи особливості підприємств приймаємо для обох тахометрів $t_d=24$ год; $k_a=0,12$; $k_{vd}=0,86$; $k_{vp}=0,98$. Оскільки швидкість при експлуатації тахометрів буде змінюватися від мінімаль-

ної до максимальної приймемо $m_a=V_e$.

Визначимо середню частоту обертів і лінійну швидкість для обох типів тахометрів згідно з таблицею:

$$V_{eEVM(кутова)} = \frac{25000-6}{2} = 12497 \frac{\text{об.}}{\text{хв}};$$

$$V_{eEVM(лінійна)} = \frac{2500-0,6}{2} = 1249,70 \frac{\text{м.}}{\text{хв}};$$

$$V_{eTЧ-10P(кутова)} = \frac{10000-50}{2} = 4975 \frac{\text{об.}}{\text{хв}};$$

$$V_{eTЧ-10P(лінійна)} = \frac{1000-10}{2} = 495 \frac{\text{м.}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо загальний технічний показник якості при використанні кожного тахометра за рік:

$$W_{aEVM} = 365 \cdot 24 \cdot 12497 \cdot 1249,70 \cdot 0,12 \cdot 0,86 \cdot 0,98 = 13836346162 \text{ об.} \cdot \text{м} - \text{год. за рік}$$

$$W_{aTЧ-10P} = 365 \cdot 24 \cdot 4975 \cdot 495 \cdot 0,12 \cdot 0,86 \cdot 0,98 = 2181765968 \text{ об.} \cdot \text{м} - \text{год. за рік.}$$

З отриманих результатів можна бачити, що технічний рівень тахометра типу EVM 723, вище ніж ТЧ–10Р:

$$q = \frac{W_{aEVM}}{W_{aTЧ-10}} = \frac{13836346162 \text{ об.} \cdot \text{м} - \text{год. за рік}}{2181765968 \text{ об.} \cdot \text{м} - \text{год. за рік}} = 6,3 \text{ рази}$$

Комплексний рівень якості визначаємо застосовуючи інтегральний показник якості.

Як додаткові показники, що характеризують рівень якості, будемо використовувати похибки приладів на основі яких визначаємо точність виміру одного приладу стосовно іншого (таблиця).

$$q_1 = \frac{Z_{EVM}}{Z_{TЧ-10P}} = \frac{0,05}{1} = 0,05; \quad q_2 = \frac{Y_{EVM}}{Y_{TЧ-10P}} = \frac{0,5}{2} = 0,25.$$

Характеристики порівнювальних приладів

Назва показника	Умовне позначення показника	Значення показників тахометра	
		EVM 723	ТЧ 10-Р
Частота обертів, об./хв	W	6–25000	50–10000
Лінійна швидкість, м/хв	G	0,6–2500,0	10–1000
Похибка частоти обертів, %	Z	0,05	1
Похибка лінійної швидкості, %	Y	0,5	2
Діапазон робочої температури, °С	B	0–50	–10 – +50
Розміри, мм	K	182/49/29	25/90/113
Маса приладу, г	M	145	300
Середній термін придатності, роки	T	10	6
Ціна приладу, грн	C	1500	600
Річні витрати на експлуатацію	P	200	250

З урахуванням терміну роботи тахометра визначаємо зміни показників якості тахометрів за кутовою і лінійною швидкостями:

$$\Delta W = W_{EVM} - W_{TЧ-10P} = (25000-6) - (10000-50) = 15044 \frac{\text{об.}}{\text{хв}};$$

$$\Delta G = G_{EVM} - G_{TЧ-10P} = (2500-0,6) - (1000-10) = 1509,40 \frac{\text{м.}}{\text{хв}}.$$

Корисний ефект від використання тахометрів з урахуванням вартості і річних витрат на експлуатацію визначається згідно з даними таблиці, врахувавши середній термін придатності і визначення за ним $j(t)$ [5]: $j(t)_{EVM}=0,173$; $j(t)_{TЧ-10P}=0,230$;

$$Q_{EVM} = 1500 \cdot 0,173 + 200 = 459,50 \text{ грн};$$

$$Q_{TЧ-10P} = 600 \cdot 0,230 + 250 = 388 \text{ грн}.$$

Визначаємо величину сумарного корисного ефекту від використання тахометра EVM, замість TЧ-10P:

$$Q_{\Sigma} = 388 \cdot \left(1 + 0,05 \cdot \frac{15044}{10000} + 0,25 \cdot \frac{1509,40}{1000} \right) = 563,46 \text{ грн};$$

$$J' = \frac{563,46}{1500 \cdot 0,173 + 200} = 1,22.$$

Тоді можна зробити висновок, що тахометр типу EVM 723 у 6 разів за технічним рівнем і на 22% за комплексним (інтегральним) показником якості краще ніж тахометр TЧ-10P. А також тахометр типу EVM 723 має менші розміри, масу, більший середній термін придатності; діапазон температури для застосування хоч і нижчий, та ціна вища ніж у тахометра TЧ-10P, але у виробничих приміщеннях температура нижче 0°C не підтримується, а ціна виправдає його використання і застосування для безперервного виробництва, що підтверджують розрахунки.

Висновки

Запропоновано метод для оцінювання якості і вибору промислових приладів і засобів автоматизації. Розрахунок дозволить зробити висновок стосовно технічного і комплексного рівня якості приладів і засобів автоматизації.

Метод можливо використовувати як для приладів, так і для засобів автоматизації, щоб обрати оптимально кращий з запропонованих варіантів.

Даний метод можливо використовувати для розрахунків показників на ЕОМ при введенні відповідних формул і даних з одиничних показників якості та коефіцієнтів вагомості за експлуатаційними ознаками приладів і засобів, які порівнюються використовуючи відповідні програми, наприклад MS Excel.

Суть методу – вибір кращого із запропонованих варіантів, опираючись на фактично розраховані показники якості, виробників приладів і засобів автоматизації, які підтверджують відповідними стандартами якість своєї продукції.

Метод дозволяє підтвердити вибір необхідних промислових приладів і засобів автоматизації і обґрунтувати раціональність вибраних варіантів.

Було запропоновано визначати сумісно: загальний і технічний показник якості приладів, використовувати одиничні показники якості як вагові коефіцієнти, для визначення інтегрального показника якості.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Должанський А.М., Ломов І.М., Очеретна Н.М. Системи управління якістю: Навч. посібник. – Дніпропетровськ: Свідлер, 2009. – 390 с.
2. all-pribor.91mb.ru/2617-tahometr_ evm-723.html [Електронний ресурс] – режим доступу: www.electrovymir.com.ua; www.izmerimvse.com.ua/EVM-723/722.aspx; www.izmerimvse.com.ua/Tahometri.aspx – Заголовок з екрана.
3. clouster.narod.ru/1626.html; oobvs.ru/tahometr_chasovoy-tch-10r [Електронний ресурс] – режим доступу: www.pribori.net.ua/tch10r.html; tsnenuux.yoll.net/taho-chaso.html; etalonpribor.net/index.php; www.pribor-Komplekt.ru/catalog-357.html; proelectro2.ru/products/id_828; zapadpribor.com/index.php. – Заголовок з екрана.
4. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні. – Львів: Світ, 2003. – 328 с.
5. Боженко Л.І., Гутта О.Й. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції: Навч. Посібник. – Львів: Афіша, 2001. – 176 с.

Надійшла до редакції 2.12.2011