

МОДЕЛЬ ФАХОВОЇ СИСТЕМИ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

© Столярчук Петро, Казанцев Сергій, 2006

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Україна

Запропоновано формалізацію системи стандартизації у вигляді імітаційної моделі з критерієм оптимізації – мінімумом витрат на створення її і функціонування.

Представлено формалізацію системи стандартизації в виде імітаційної моделі з критерієм оптимізації – мінімумом затрат на її створення і функціонування.

In the given article the formalization of the system of standardization is presented as a simulation model with the criterion of optimization – minimum of expenditures on its creation and functioning.

Актуальність проблеми. Перспективним напрямком розвитку системи технічного регулювання є її побудова на підставі реалізації методології фахових систем, яка запроваджує методи та способи об'єднання незалежних висококваліфікованих спеціалістів у визначених сферах чи галузях діяльності в недержавні громадські організації. Зазначена методологія реалізує гасло – “компетентність та висока кваліфікація – запорука ефективності управління та економіки” [1].

Методологія фахової системи технічного регулювання регламентується нормативними документами фахової системи стандартизації, що широко запроваджується у світовій спільноті: індустріальна система стандартизації в США; система стандартизації в галузі електротехніки та електроніки; система стандартизації в атомній енергетиці; система матеріальної стандартизації НАТО; система військової стандартизації НАТО тощо.

Дії українського уряду в останні роки переконливо свідчать про прагнення запровадити саме таку фахову систему в Україні. Але тільки з ухваленням нових Законів України з питань стандартизації, оцінки відповідності та акредитації, які гармонізовані з вимогами міжнародних та європейських організацій, та зі створенням Національного агентства з акредитації України це прагнення перейшло в практичну площину [2].

Постановка задачі. Таким практичним питанням сьогодні є досягнення максимального ступеня гармонізації національних стандартів з міжнародними та європейськими за умови значних обмежень на фінансування робіт зі стандартизації. Необхідно вибрати найважливіші для економіки норми і правила, що необхідно гармонізувати (стандартизувати), з ураху-

ванням визначених урядових пріоритетів. Для розв'язування цієї задачі розробимо оптимізаційну модель системи стандартизації.

Для формалізації системи стандартизації S подамо її у вигляді:

$$S = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_P, \quad (1)$$

де S_1, S_2, \dots, S_P – відповідно нормативні підсистеми в системі S .

Передбачимо, що

$$S_1 \cap S_2 \cap \dots \cap S_P = \emptyset. \quad (2)$$

Виконаємо декомпозицію кожної

$$S_J = S_{J1} \cup S_{J2} \cup \dots \cup S_{Jt} \cup \dots \cup S_{JT}, \\ t = 1, \dots, T, J = 1, \dots, P.$$

Тоді кожну підсистему S_J можна розглядати як:

$$S_{Jt} \subset S, j = 1, 2, 3. \quad (3)$$

Для скорочення і спрощення надалі прийемо, що $S_{Jt} = S$.

Для створення нормативної моделі системи S передбачимо, що її функціонування здійснюється відповідно до вимог, правил, норм, що утворюють множину

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_i, \dots, m_I\}, \quad (5)$$

$$M = M_1 \cup M_2 \cup M_3,$$

де m_i – вимога до i -го процесу в системі S ; I – кількість вимог, що регламентують функціонування системи S ; M_1 – множина норм, правил, що стандартизовані та відповідають вимогам до функціонування системи S ; M_2 – множина правил, що стандартизовані, але не в повному обсязі відповідають вимогам до системи S та потребують уточнення (переробки); M_3 – множина нестандартизованих правил.

Для формалізації критерію ефективності системи стандартизації врахуємо, що задача її оптимізації у

цьому конкретному випадку вибору правил і норм, що підлягають стандартизації, належить до задач дослідження операцій у зворотній постановці.

Тому як критерій ефективності системи, з урахуванням наведеного вище, варто приймати функцію, яка б об'єднувала важливість, ступінь стандартизації і витрати на стандартизацію кожного правила (норми), що необхідно стандартизувати на визначеному інтервалі часу. Тоді задачу формування оптимальної системи стандартизації можна записати так [3]:

із множини M вибираємо підмножину $Mopt \subset M$, елементами якої є правила $mi \in Mopt$, $Mopt = M2 \cup M3$, що підлягають стандартизації, при якій досягається максимум критерію ефективності системи стандартизації (W) за обмежень на ресурси, що виділяються на роботи зі стандартизації, чи в формалізованому вигляді:

$$W = \max W, \quad (6)$$

якщо

$$\begin{aligned} v(m) &\leq C^*; \\ t(m) &\leq T^*, \end{aligned}$$

де $v(m)$, $t(m)$ – функції витрат та часу, що необхідні для робіт із стандартизації системи S ; C^* , T^* – обмеження витрат та часу відповідно.

Визначимо функцію W як:

$$W = \{ g, E \}$$

де

$$g = \{ g_1, \dots, g_t \}; \quad g_i = a_i / (1 + b_i); \quad (7)$$

$$E = \{ E_1, \dots, E_t \}; \quad E_i = g_i / v_i; \quad (8)$$

a_i – коефіцієнт, що характеризує важливість правил $mi \in M$ в системі S ; b_i – коефіцієнт, що характеризує рівень стандартизації правил $mi \in M$ у чинних документах; v_i – витрати, що потрібні на стандартизацію правил $mi \in M$.

Кожне правило mi подамо в декартовій системі координат у вигляді точки (W_i, v_i) . Підсумувавши параметри від W_{\max} до W_{\min} , отримаємо інтегральні криві елементів множини $Mopt$, що характеризують сукупність правил mi ,

де W_{\min} та W_{\max} – мінімальні та максимальні значення показників W_i .

Тоді задачу (6) можна записати у вигляді:

$$W = \max \int_M W(m) dm, \quad (9)$$

якщо

$$\begin{aligned} \int_M v(m) dm &\leq C^*; \\ \int_M t(m) dm &\leq T^*; \\ m &= M2 \cup M3. \end{aligned}$$

Показники $W(m)$ визначаються як функції $W(mi) \geq W(mi+1)$.

Сформулюємо модель для визначення кількісних значень показників $W(m)$ на основі декомпозиції цілей і задач системи S .

Подамо декомпозиційне дерево цілей і задач системи S у вигляді орієнтованого графа $G(X,F)$; X – множина вершин графа G (цілі і задачі); F – множина ребер, що характеризують зв'язок між вершинами.

Граф $G(X,F)$ визначимо, як багаторівневу ієрархічну цілеспрямовану структуру

$$R [(X^{(0)}, X^{(1)}, \dots, X^{(k)}, \dots, X^{(r)})] \quad (10)$$

де $X^{(0)}$ – цілі вдосконалення системи S (нуль-рівень структури); $X^{(1)}, \dots, X^{(k)}, \dots, X^{(r)}$ – множина задач, розв'язанням яких досягаються цілі $X^{(0)}$ на $1, 2, \dots, k, \dots, r$ рівнях відповідно; k – номер рівня; r – кількість рівнів $G(X,F)$.

Кожна задача на k – рівні $X_i^{(k)}$ (i – номер задачі) буде характеризуватись коефіцієнтом $a_i^{(k)}$, що визначає важливість її розв'язання для досягнення цілі $X^{(0)}$.

На підставі основної теореми Месаровича для центральованих структур подамо R -мірне співвідношення (10) у вигляді системи з $(r-1)$ бінарних співвідношень [4]:

$$\begin{aligned} R_1 [X^{(0)}, X^{(1)}], R_2 [X^{(1)}, X^{(2)}], \dots, \\ R_k [X^{(k-1)}, X^{(k)}], \dots, R_r [X^{(r-1)}, X^{(r)}]. \end{aligned}$$

Бінарне співвідношення R_k ($k=1, \dots, r$) можна подати матрицею-рядком $F^{(k)} = || F_{ij}^{(k)} ||$, де $F_{ij}^{(k)}$ – коефіцієнт внеску i -ї задачі k -го рівня у розв'язання j -ї задачі $(k-1)$ -го рівня.

Відомо [4], що $a_i^{(k)}$ та $F_{ij}^{(k)}$ пов'язані співвідношенням:

$$|| a_i^{(k)} || = || a_j^{(k-1)} || * || F_{ij}^{(k)} ||, \quad (11)$$

де $i = 1, \dots, \mu$; μ – кількість задач на k -му рівні; $j = 1, \dots, \rho$; ρ – кількість задач на $(k-1)$ -рівні.

Елементи матриці $|| F_{ij}^{(k)} ||$ визначають важливість відповідних правил $mi \in M$, що характеризують ефективність функціонування системи S . Для визначення кількісних значень показників $|| a_i^{(k)} ||$ можна скористатись апаратом методу експертних оцінок.

Для визначення ступеня стандартизації $mi \in M$ у чинних документах сформуємо матрицю-рядок θ_i :

$$\theta_i = || PLNQ_1^{(1)} \dots Q_p^{(1)} Q_1^{(2)} \dots Q_l^{(2)} Q_1^{(3)} \dots Q_n^{(3)} ||$$

де $Q_u^{(h)}$ – показник, що характеризує рівень документа; $u=h=3$; $Q_p^{(h)}$ – національний стандарт; $Q_l^{(h)}$ – міжнародні стандарти; $Q_n^{(h)}$ – фахові стандарти; p, l, n – кількість стандартів, в яких регламентовано $mi \in M$; $p \in P$; $l \in L$; $n \in N$; 1 , якщо правило mi повинне бути стандартизоване в стандарті h -рівня; $P, L, N = \{ 0 \}$, якщо правило mi не підлягає стандартизації в стандарті h -рівня.

Значення показників P , L , N визначаються з вимог ДСТУ 1.0.

Кількісні оцінки ступеня стандартизації правил $m_i \in M$ в документах $Q^{(h)}$ – рівня визначимо із співвідношення

$$Q^{(h)} R Z^{(h)},$$

α – правило m_i стандартизоване повністю; β – правило m_i стандартизоване частково, але загалом характеризує процес в системі S ;

де $Z^{(h)} = \{ \chi$ – правило m_i характеризує тільки окремі елементи i -го процесу в системі S ; δ – правило m_i характеризує i -й процес в системі S тільки в загальному вигляді; ε – правило m_i нестандартизоване,

де α , β , χ , δ , ε – коефіцієнти ваги, що характеризують ступінь стандартизації правила m_i в u – документі h -рівня.

Тоді значення ступеня стандартизації правила m_i в чинних документах b_i находимо із співвідношення

$$b_i = \sum_p \sum_l \sum_n Z_{p,l,n}^{(h)} / (\tau * \alpha), \quad (12)$$

де $\tau = p + l = n$.

Значення функції $W(g, E)$ для кожного $m_i \in M$ визначаємо із залежностей (10) та (11). Кількісні значення коефіцієнтів v_i , t_i знаходимо методом експертних оцінок [5].

Для техніко-економічного обґрунтування ефективності стандартизації передбачимо, що функціонування системи технічного регулювання досягається ефективною реалізацією завдань кожною з її підсистем S_{ji} ; j – показник відповідної підсистеми (системи експлуатації, ремонту, розроблення, випробувань тощо).

Надалі приймемо:

$$S_{ji} = S,$$

та припустимо, що ефективне функціонування системи S досягається тільки за умови повної стандартизації правил $m_i \in M$.

Стандарт як засіб організації процесів в системі S може бути представленим у вигляді інформаційного каналу зв'язку між окремими процесами, що здійснюються в системі S , а комплекс стандартів – як розвинута мережа таких зв'язків.

Тому ефект від стандартизації можна оцінювати прирощенням інформації, яку забезпечує імплементація правила m_i . Відомо [5], що основним показником каналу зв'язку є величина, яку називають кількістю інформації та яка характеризується ентропією. В такому разі ефект від стандартизації можливо оцінювати зміною ступеня організації системи ∂ , який є функцією ентропії та обчислюється за формулою [5]:

$$\partial = H_0 - H_s, \quad (13)$$

де H_0 – ентропія повністю нестандартизованої системи; H_s – ентропія системи з s -м ступенем стандартизації.

Нехай з підвищенням ступеня стандартизації s системи S збільшується ступінь її організації ∂ .

Тоді, у разі переходу системи S з стану s_1 в стан s_2 ступінь організації збільшиться на величину $\partial s_1 s_2$, яка визначається зменшенням інформаційної ентропії процесів, що проходять в системі S :

$$\partial s_1 s_2 = H(s_1) - H(s_2).$$

Відомо, що ентропія системи обчислюється за формулою [5]:

$$H = - \sum_1^y p_i \log_2 p_i$$

де p_i – ймовірність одного із станів, в якому міститься $m_i \in M$; y – кількість нестандартизованих правил m_i .

Зважаючи, що коефіцієнти a_i правил m_i також нормовані до одиниці, визначимо $p_i = a_i$. В цьому разі показник ентропії системи S буде враховувати й важливість правила m_i для досягнення системою цілі функціонування.

Ступінь стандартизації системи S може бути знайдено із залежності:

$$s = (I - y)/I, \quad (14)$$

де I – загальна кількість правил на нижньому рівні декомпозиційного дерева системи S .

Новизна і висновок. Запропонований метод синтезу системи стандартизації дає змогу вибрати за критерієм мінімуму витрат на її функціонування оптимальну номенклатуру стандартів та сформувати їхній зміст. Розроблений метод надає надійний апарат для розв'язання також задач розроблення річних й перспективних програм та планів стандартизації з урахуванням всіх впливових складових, прийняття тільки раціональних, обґрунтованих рішень за їхньою тематикою на підставі кількісних показників, створення механізму у техніко-економічного обґрунтування ефективності планів (програм) стандартизації.

1. Камінський В.Ю. *Технічне регулювання: концептуальні напрями реформування. Стандартизація, сертифікація, якість.* – 2004. – Вип. 6 (31). Стор.7–11. 2. Казанцев С.А., *Акредитація як захід забезпечення довіри до результатів оцінки відповідності. Матеріали Всеукраїнської конференції з нагоди всесвітнього дня стандартів 10–14 жовтня 2002 р. м.Київ, УкрНДІССІ. С.19–20.* 3. Камінський В.Ю. *Метод синтезу оптимального плану стандартизації; Метрологія.* – 1983. – №5. – С.3–8. 4. Месарович М.Д., Такахара Т.Х. *Общая теория систем, М., 1975.* 5. Сигорский П. *Математический аппарат инженера, К., 1977.* – с. 674.