

УДК 658.5.012.7

В. Л. ПАРХОМЕНКО, канд. техн. наук;

В. Г. САЙКО, доктор техн. наук, професор;

В. І. КРАВЧЕНКО, аспірант,

Державний університет телекомунікацій, Київ

Розробка економічних критеріїв для порівняння конкурентоспроможних варіантів інформаційних систем

Серед багатьох критеріїв вибору інформаційних систем за ознакою їх конкурентоспроможності виокремлено й розглянуто критерій приведених витрат як показник, найбільш доцільний для порівняння конкурентоспроможності таких систем. Здійснено аналіз розвитку показників і характеристик інформаційних систем, а також окреслено підходи до визначення параметрів імовірності, надійності та оперативності обробки інформації в кожній із підсистем досліджуваної системи та цієї системи в цілому.

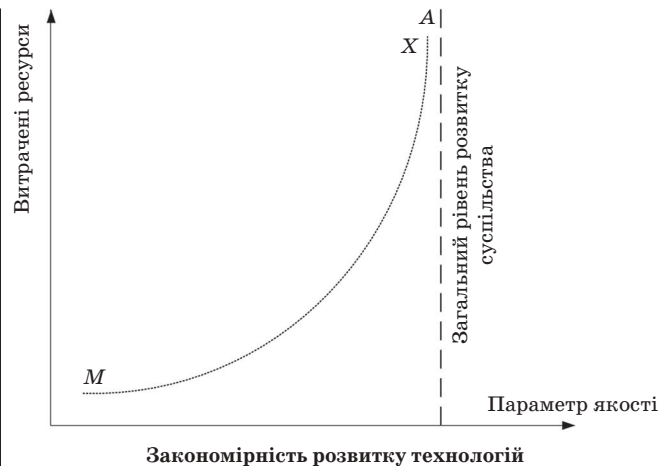
Ключові слова: інформаційна система; розвиток технологій; параметри системи; економічні показники; конкурентоспроможність системи.

Вступ

Питання щодо формування критерію вибору раціональних у тому чи іншому плані інформаційних систем (ІС) лишається активно обговорюваним серед науковців. Стосовно його розв'язання існують різні погляди, що породжує науково-практичні дискусії. Зазвичай для визначення ступеня відповідності ІС потрібним вимогам достатньо скласти чітке уявлення про стратегію розвитку відповідного підприємства, а також мати контекстний і формалізований опис його діяльності. Якщо передумови, необхідні для вибору ІС, відсутні, то їх створення включають в етап підготовки вихідних даних для здійснення такого вибору.

Чітке розуміння бізнес-процесів власного підприємства, досягнуте завдяки взаємодії із зовнішніми консультантами, допомагає в побудові ІС цього підприємства. Водночас його вище керівництво має змогу краще уявити собі роботу своєї організації та запозичити корисний досвід інших організацій у справі розвитку й упровадження новітніх технологій (див. рисунок).

Як впливає з рисунка, обсяг витрачених коштів та інших ресурсів являє собою не єдиний вирішальний чинник. Істотну роль відіграє загальний рівень розвитку суспільства. Наприклад, точка *M* у даному разі визначає початковий рівень розвитку параметра якості. Крива *X*, що характеризує прогрес у сфері якості інформаційних систем та відповідних пристроїв, при збільшенні витрачених ресурсів завжди буде зростаючою і такою, що асимптотично наближається до прямої *A*, тим самим постійно виводячи останню на новий рівень, але ніколи не перетне її. Цей графік показує, що ресурси, витрачені для розвитку технологій, не завжди дають очікуваний ефект, оскільки рівень розвитку суспільства в цілому не готовий для реалізації нової стадії технологічного прогресу.



Основна частина

Технічний прогрес у різних галузях промисловості значною мірою зумовлений ефективністю управління виробництвом, а тому постає потреба в удосконаленні побудови відповідних ІС. Параметри створюваних ІС визначаються вимогами виробництва, такими як оперативність *C*, достовірність *D* та надійність λ обробки інформації.

Точність розв'язання формалізованої задачі раціонального вибору ІС визначається видом вибраної цільової функції. Серед безлічі критеріїв вибору ІС варто виокремити *технічні* (архітектура системи, надійність, наявність засобів резервування і т. ін.), *спеціальні* (маса, габаритні розміри, масштабованість і т. ін.) та *економічні*.

Як показує практика, найчастіше застосовують економічні критерії. У цій статті запропоновано *критерій приведених витрат* як найбільш доцільний показник для порівняння конкурентоспроможності ІС. Розглянемо приведені витрати на обробку інформації відповідно до *графіка надходження і споживання обсягів інформації (НСО)*.

Тоді приведені витрати на i -му функціонально-му перетворювачі (ФП), що входить до складу ІС, визначаються за формулою:

$$S_i = \frac{E_H}{Q} \cdot K_i + \mathcal{E}_i, \quad (1)$$

E_H — коефіцієнт окупності капітальних витрат; K_i — капітальні (одночасні) витрати на i -му ФП; Q — річна кількість обробок ІС графіка НСО; \mathcal{E}_i — експлуатаційні витрати (витратний матеріал, зарплата за одиницю часу) на i -му ФП при обробці графіка НСО.

У загальному вигляді залежність (1) можна записати так:

$$S_i = BK_i + \mathcal{E}_i. \quad (2)$$

Тут $B = \frac{E_H}{Q}$; $\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_{1i} t_{pi} + \mathcal{E}_{2i} + \mathcal{E}_{3i}$,

де B — коефіцієнт, що приводить капітальні витрати до періоду обробки графіка

$$\text{НСО} \left(T_{\text{пер}} = \frac{1}{Q} \right);$$

\mathcal{E}_{1i} — експлуатаційні витрати за одиницю часу роботи i -го ФП; \mathcal{E}_{2i} — експлуатаційні витрати, що залежать від періоду обробки графіка; \mathcal{E}_{3i} — амортизаційні відрахування; t_{pi} — час обробки i -м ФП графіка НСО;

$$K_i = K_{1i} + K_{2i} + K_{3i},$$

де K_{1i} — преїскурантна ціна i -го ФП; K_{2i} — витрати на монтаж і наладку i -го ФП ($K_{2i} \approx 0,1K_{1i}$); K_{3i} — транспортні витрати.

Транспортними витратами в порівняльних розрахунках можна знехтувати з огляду на їх мализну порівняно з $K_{1i} + K_{2i}$.

Як відомо, система складається з технологічно обґрунтованого набору ФП. Із сукупності наявних ФП i -го типу необхідно вибрати конкретний ФП із параметрами надійності λ_i , достовірності D_i та швидкості C_i обробки інформації, які задовольняють вимоги, визначені для ІС. Часто може виявитися, що існуюча множина ФП i -го типу не містить пристроїв із раціональними параметрами. На практиці постає потреба зменшити кількість приладів при проектуванні ІС, визначивши їх доцільні параметри. Тому K_i та \mathcal{E}_i в (1) слід подати явно вираженими функціями параметрів C_i , D_i , λ_i . Для цього побудуємо залежність вартості ФП i -го типу від C_i , D_i , λ_i .

Необхідною умовою її побудови є зростання вартості K_{1i} зі збільшенням одного з параметрів C_i , D_i або зменшенням λ_i , якщо інші параметри стали.

Визначимо вигляд апроксимуючої функції $K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i)$.

У відомих працях пропонується така емпірична залежність вартості від надійності:

$$K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i) = K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_{0i}) \left[1 + l_i \ln \frac{Q_{0i}}{Q} \right].$$

Тут $K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i)$ — вартість виробу з надійністю P ; $K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_{0i})$ — вартість виробу з надійністю P_0 ; l_i — деякий числовий коефіцієнт; $Q = 1 - P$ (імовірність помилки); $Q_0 = 1 - P_0$; $P_0 = l^{\lambda_0 t}$; $P = l^{-\lambda t}$, де t — період експлуатації.

У деяких публікаціях функції $K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i)$ подаються у такому вигляді:

$$K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i) = K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_{0i}) \left[1 + l_i \lg \alpha_i \frac{\lambda_{0i}}{\lambda_i} \right],$$

звідки залежність вартості пристрою (враховуючи, що на практиці $\lambda \ll 0,1$) від його надійності можна записати так:

$$K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i) = K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_{0i}) \left[1 + \omega_i \ln \frac{\lambda_{0i}}{\lambda_i} \right].$$

Залежність вартості пристрою від вірогідності набирає вигляду:

$$K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_{0i}) = K_{1i}(C_i, D_{0i}, \lambda_{0i}) \left[1 + \sigma_i \ln \frac{1 - D_{0i}}{1 - D_i} \right]. \quad (3)$$

Отже, дістаємо таку рівність:

$$K_{1i}(C_i, D_i, \lambda_i) = f_i(C_i, D_{0i}, \lambda_{0i}) \left[1 + \sigma_i \ln \frac{1 - D_{0i}}{1 - D_i} \right] \left[1 + \omega_i \ln \frac{\lambda_{0i}}{\lambda_i} \right], \quad (4)$$

де D_{0i} — вихідна вірогідність обробки інформації i -м ФП; λ_{0i} — вихідний показник надійності i -го ФП; $\left[1 + \sigma_i \ln \frac{1 - D_{0i}}{1 - D_i} \right]$ — функція, що характеризує приріст капітальних витрат при зміні вірогідності від D_{0i} до D_i ; $\left[1 + \omega_i \ln \frac{\lambda_{0i}}{\lambda_i} \right]$ — функція, що характеризує приріст капітальних витрат i при зміні показника надійності з λ_{0i} до λ_i .

Експлуатаційні витрати \mathcal{E}_{1i} , що входять у (2), можна подати у вигляді

$$\mathcal{E}_{1i} = a_i + \mathcal{E}_{\text{рем}i} \lambda_i. \quad (5)$$

Тут $\mathcal{E}_{\text{рем}i}$ — витрати на ремонт i -го ФП у разі аварійної відмови; a_i — решта погодинних витрат під час роботи i -го ФП,

$$a_i = a_{1i} + a_{2i} + a_{3i} + a_{4i} + a_{5i} + a_{6i}, \quad (6)$$

де a_{1i} — витрати на електроенергію, грн/год; a_{2i} — витрати на оренду каналів зв'язку, грн/год; a_{3i} — витрати на матеріали, інструменти тощо для профілактичного обслуговування i -го ФП, грн/год; a_{4i} — заробітна плата технічного персоналу, що виконує профілактично-технічне обслуговування i -го ФП, з урахуванням додаткових виплат і відрахувань до органів соціального страхування, грн/год; a_{5i} — витрати на допоміжні матеріали (магнітний носій, папір для друкуючих пристроїв тощо), грн/год; a_{6i} — поточні витрати, не враховані при обчисленні a_{1i} .

Часто у процесі проектування систем складові \mathcal{E}_{1i} , \mathcal{E}_{2i} , \mathcal{E}_{3i} у числовому виразі дістати важко. Тому при розрахунку \mathcal{E}_{1i} , \mathcal{E}_{2i} , \mathcal{E}_{3i} використовують

нормативні дані, які дозволяють знайти значення згаданих складових як певну частку (у відсотках) від капітальних витрат.

Обчислимо значення $a_{1i} + a_{2i} + a_{3i} + a_{4i} + a_{5i} + a_{6i}$, а також $\mathcal{E}_{\text{рем } i}$, використовуючи нормативні дані.

1. Витрати на електроенергію:

$$a_{1i} = a_1 P_i, \quad (7)$$

де a_1 — вартість однієї кВт·год електроенергії, грн; P_i — електрична потужність, що споживається i -м ФП, кВт.

2. Витрати на оренду каналів зв'язку:

$$a_{2i} = H_i, \quad (8)$$

де H_i — норма оренди даного виду каналів зв'язку, грн/год.

3. Витрати на матеріали та інструменти для профілактичного ремонту:

$$a_{3i} = a_2 K_{1i} \frac{1}{Q \cdot T_{\text{ном } i}}, \quad (9)$$

де a_2 — річна норма відрахувань на матеріали та інструменти для профілактичного ремонту;

$T_{\text{ном } i}$ — нормативний час роботи i -го ФП за період обробки графіка НСО.

4. Заробітна плата технічного персоналу:

$$a_{4i} = a_3 a_4 a_5 \mathcal{Z}_{\text{т.п } i} \frac{L_i}{T_{\text{обс}} \cdot Q \cdot T_{\text{ном } i}}, \quad (10)$$

де a_3 — коефіцієнт, що враховує збільшення заробітної плати персоналу за рахунок додаткових доплат (премії, надбавки), $a_3 = 1,1$; a_4 — коефіцієнт, що враховує збільшення кількості технічного персоналу для підміни в період відпусток, $a_4 = 1,05$; a_5 — коефіцієнт, що враховує відрахування до органів соціального страхування; $\mathcal{Z}_{\text{т.п } i}$ — місячна заробітна плата одного технічного працівника, що обслуговує i -й ФП; L_i — нормативна тривалість обслуговування i -го ФП протягом місяця, людино-год; $T_{\text{обс}}$ — середньомісячна норма робочого часу одного технічного працівника, год, $T_{\text{обс}} = 174$ год.

5. Витрати на допоміжні матеріали:

$$a_{5i} = M_i C_i K_{\text{мат } i}, \quad (11)$$

де M_i — кількість допоміжних матеріалів, що припадає на один знак інформації; C_i — швидкість обробки інформації i -м ФП, знаків/год; $K_{\text{мат } i}$ — вартість одиниці матеріалу, грн.

6. Витрати на ремонт i -го ФП:

$$\mathcal{E}_{\text{рем } i} = a_6 \frac{K_{1i}}{Q \cdot T_{\text{ном } i} \lambda_i}, \quad (12)$$

де a_6 — річна норма відрахувань на ремонт i -го ФП.

Зауважимо, що \mathcal{E}_{2i} включає в себе $\mathcal{E}_{\text{оп } i}$ — заробітну плату персоналу, що обслуговує i -й ФП, за період обробки графіка НСО, грн, а також витрати на матеріали і запчастини $\mathcal{E}_{\text{м.з } i}$, грн.

При цьому маємо:

$$\mathcal{E}_{\text{оп } i} = \frac{\mathcal{E}_{\text{оп } i}^1}{Q}, \quad \mathcal{E}_{\text{м.з } i} = \frac{\mathcal{E}_{\text{м.з } i}^1}{Q},$$

де $\mathcal{E}_{\text{оп } i}^1$ — заробітна плата персоналу, що обслуговує i -й ФП за рік, грн; $\mathcal{E}_{\text{м.з } i}^1$ — витрати на матеріали і запчастини по i -му ФП за рік, грн.

Тоді

$$\mathcal{E}_{\text{оп } i} = a_3 a_4 a_5 \frac{\mathcal{Z}_{\text{оп } i} \mathcal{C}_i}{Q}, \quad (13)$$

де $\mathcal{Z}_{\text{оп } i}$ — місячна заробітна плата одного оператора, що обслуговує i -й ФП, грн; \mathcal{C}_i — кількість змін операторів при обробці графіка НСО.

Далі знаходимо

$$\mathcal{E}_{\text{м.з } i}^1 = a_7 \frac{K_{1i}}{Q}, \quad (14)$$

де a_7 — річна норма відрахувань на матеріали та запчастини.

Амортизаційні відрахування \mathcal{E}_{3i} визначаються згідно із затвердженими нормами:

$$\mathcal{E}_{3i} = \frac{A_i K_{1i}}{Q}, \quad (15)$$

де A_i — норма амортизаційних відрахувань для i -го ФП.

Таким чином, співвідношення (2) з урахуванням (3) – (15) можна записати так:

$$S_i = \left[\frac{1,1E_H + A_i + a_7}{Q} + \frac{(a_2 + a_6) t_{\text{п } i}}{Q \cdot T_{\text{ном } i}} \right] K_{1i} + \left[a_1 P_i + H_i + a_3 a_4 a_5 12 \frac{\mathcal{Z}_{\text{т.п } i} L_i}{T_{\text{обс}} \cdot Q \cdot T_{\text{ном } i}} + M_i C_i K_i \right] t_{\text{п } i} + a_3 a_4 a_5 12 \frac{\mathcal{Z}_{\text{оп } i} \mathcal{C}_i}{Q}. \quad (16)$$

Рівняння (16) дозволяє записати (2) у вигляді

$$S_i = (B_i + \chi_i t_{\text{п } i}) K_{1i} + \mathcal{E}'_{1i} t_{\text{п } i} + \mathcal{E}'_{2i}, \quad (17)$$

де $B_i = \frac{1,1E_H + A_i + a_7}{Q}$; $\chi_i = \frac{(a_6 + a_2)}{Q \cdot T_{\text{ном } i}}$;

$$\mathcal{E}'_{1i} = a_1 P_i + H_i + a_3 a_4 a_5 12 \frac{\mathcal{Z}_{\text{т.п } i} L_i}{T_{\text{обс}} \cdot Q \cdot T_{\text{ном } i}} + M_i C_i K_i,$$

$$\mathcal{E}'_{2i} = a_3 a_4 a_5 12 \frac{\mathcal{Z}_{\text{оп } i} \mathcal{C}_i}{Q}.$$

Припустимо, що графік надходження і споживання обсягів НСО виконується Q разів за рік однотипними пристроями. При цьому r^i таких самих пристроїв перебуває в резерві. Тоді

$$B_i^{(m+r)} = (m_i + r_i) B_i; \quad \chi_i^{(m)} = m_i \chi_i, \quad (18)$$

де

$$\mathcal{E}_{1i}^{(1,m)} = m_i \mathcal{E}'_{1i}; \quad \mathcal{E}_{2i}^{(1,m)} = m_i \mathcal{E}'_{2i}.$$

Середня тривалість обробки графіка НСО $t_{\text{п } i}$ у разі, коли працюють m_1 ФП визначається з такого співвідношення:

$$t_{\text{п } i} = \frac{\sum_{j=1}^J V^j}{m_i C},$$

де $\sum_{j=1}^J V^j$ — сума обсягів інформації в графіку НСО,
 $j = 1, 2, 3, \dots, J$; C_i — швидкість обробки інформації j -м ФП.

Увівши заміну $t_i = \frac{1}{C_i}$, дістанемо:

$$t_{pi} = \frac{t_i}{m_i} \sum_{j=1}^J V^j. \quad (19)$$

Вочевидь, залежність (18) не охоплює всіх випадків проектування ІС. Проте загальний вигляд формули (17) завжди незмінний.

Критерій аналізу має властивості адитивності. Тому залежність (17) зручно використовувати як цільову функцію в задачі формалізованого критерію кокурентоспроможності для ІС.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють:

- 1) сформувати точку зору на критерій вибору, який включає в себе програмно-технічні параметри ІС та встановлює взаємозв'язок між ними;
- 2) об'єднати технічні та економічні показники, розкривши їх суть;
- 3) сформувати вимоги до перспективних засобів обробки інформації, мінімізувавши ресурси держави для створення інформаційних систем;

Рецензент: доктор техн. наук, професор **В. А. Дружинін**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

В. Л. Пархоменко, В. Г. Сайко, В. І. Кравченко

РАЗРАБОТКА ЭКОНОМИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ ВАРИАНТОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Среди множества критериев выбора информационных систем по признаку их конкурентоспособности выделен и рассмотрен критерий приведенных затрат как показатель, наиболее целесообразный для сравнения конкурентоспособности таких систем. Проведен анализ развития показателей и характеристик информационных систем, а также очерчены подходы к определению параметров вероятности, надежности и оперативности обработки информации в каждой из подсистем данной системы и этой системы в целом.

Ключевые слова: информационная система; развитие технологий; параметры системы; экономические показатели; конкурентоспособность системы.

V. L. Parkhomenko, V. H. Sayko, V. I. Kravchenko

DEVELOPMENT OF ECONOMIC CRITERIA FOR COMPARISON OF THE COMPETITIVE OPTIONS OF INFORMATION SYSTEMS

Among the various criteria for the selection of information systems is considered a criterion of reduced costs as the most appropriate indicator for comparing the competitiveness of the system. The analysis of the development of indicators and performance of information systems, as well as discussed the approaches to determine the parameters of probability, reliability and efficiency of information processing in each of the subsystems and the system as the system generally.

Keywords: information system; technology development; parameters of the system; economic performance; competitiveness of system.