

УДК 338.47:656.71.003(045)

Тетяна Сімкова

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ АЕРОПОРТОВИХ ПОСЛУГ

Запропоновано систему організаційно-економічного забезпечення управління якістю аеропортних послуг, що включає економіко-математичну модель, яка ґрунтується на оцінці сукупності факторів виробничо-пасажирського процесу за рахунок виокремлення функціональних підсистем і врахування комплексних витрат, що дає можливість підвищити ефективність обслуговування.

Ключові слова: фактори, модель, підвищення якості, забезпечення управління якістю, організаційно-економічні фактори, кореляційно-регресійний аналіз.

Предложена система организационно-экономического обеспечения управления качеством аэропортных услуг, которая включает экономико-математическую модель, основанную на оценке совокупности факторов производственно-пассажирского процесса за счет выделения функциональных подсистем и учета комплексных расходов, что дает возможность повысить эффективность обслуживания.

Ключевые слова: факторы, модель, повышение качества, обеспечение управления качеством, организационно-экономические факторы, корреляционно-регрессионный анализ.

The system of organizational and economic support quality management of the airport, including the mathematical model, based on the evaluation of a combination of factors of production and the passenger process by distinguishing functional subsystems and integrated consideration of costs, which makes it possible to increase the efficiency of service.

Keywords: factors model, quality improvement, software quality management, organizational and economic factors, correlation and regression analysis.

Постановка проблеми. Створення передумов для розвитку авіаційної галузі, підвищення якості транспортного забезпечення та конкурентоспроможності авіаційного транспорту згідно з концепцією його реформування обумовлюють необхідність дослідження проблеми організаційно-економічного забезпечення управління якістю аеропортів з урахуванням специфіки процесів на цих авіатранспортних підприємствах. Вирішення цієї проблеми вимагає розробки системи організаційно-економічного забезпечення управління якістю аеропортних послуг, що включає економіко-математичну модель, яка відображає існуючі взаємозв'язки між факторами та якістю послуг аеропортів за рахунок виокремлення функціональних підсистем та врахування різних видів витрат.

© Сімкова Т. О., 2013

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важлива роль у науковому доробку проблем забезпечення управління якістю належить таким відомим вченим, як Е. Демінг, Дж. Джуран, К. Ісікава, Б. Карлоффа, Ф. Котлер, М. Мескон, Д. Рікардо, Г. Тагуті, А. Фейгенбаум, В. Шухарт, Ю. Адлер, Л. Бадалов, А. Вакуленко, А. Горанин, С. Ільєнкова, О. Криворучко, М. Круглов, В. Лapidус, В. Мішин, В. Окрепилов, П. Орлов, М. Шаповал та В. Шинкаренко. Крім того, питанням встановлення та забезпечення якості аеропортових послуг присвячені останні наукові дослідження Є. Запорожця, Р. Мерхежа, М. Трихункова.

Метою даної статті є дослідження складових організаційно-економічного забезпечення управління якістю послуг аеропортів, що обґрунтовуються економіко-математичною моделлю, яка відображає існуючі взаємозв'язки між виділеними організаційними та економічними факторами та якістю послуг аеропортів, що дає можливість підвищити ефективність обслуговування.

Виклад основного матеріалу. Процес управління якістю послуг аеропортів визначається організаційними та економічними параметрами та чинниками, які забезпечують належну якість аеропортових послуг у складі: організаційних факторів, що визначають лідерство, цільові програмні дії, організацію виробничих процесів, мотивацію персоналу, удосконалення стилю керівництва, орієнтацію на ринок, модернізацію, експлуатацію і споживання та економічні фактори у складі витрат з управління, забезпечення процесів надання послуг, контролю, інформаційного забезпечення, обліку, аналізу й оцінки якості послуг; важливе значення мають матеріально-технічні ресурси, навчання і підготовка кадрів, технологічна організація процесу обслуговування, правове забезпечення, стандартизація, сертифікація, метрологія та запобігання неякісного обслуговування [1].

Аналіз факторів, що впливають на якість послуг аеропортів, обумовив необхідність побудувати математичну модель, яка б відображала існуючі взаємозв'язки між виділеними організаційними та економічними факторами та якістю послуг аеропортів.

Розв'язання цього завдання містить такі етапи: створення інформаційної бази дослідження: збирання статистичних даних; експертну оцінку організаційних факторів та перевірку її узгодженості; кореляційний та регресійний аналіз організаційних та економічних факторів; побудову результуючої цільової функції, як суперпозиції функцій від організаційних та економічних факторів [2].

Для кількісних характеристик організаційних факторів введемо такі позначення: x_1 – лідерство; x_2 – цільові програмні дії; x_3 – організація виробничих процесів; x_4 – мотивація персоналу; x_5 – удосконалення стилю керівництва; x_6 – орієнтація на ринок; x_7 – технічне обслуговування; x_8 – модернізація; x_9 – експлуатація та споживання.

На підставі зазначеної класифікації основних груп організаційних факторів експертам-фахівцям в даній галузі пропонується заповнити складену анкету, оцінюючи чинники за ступенем їхнього впливу. За результатами опитування складаємо матрицю оцінок факторів експертами та розраховуємо відносну вагу кожного фактора окремо для кожного експерта за ступенем важливості по дванадцятибальній шкалі (вища оцінка 12, нижча 1):

$$w_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}}, \quad (1)$$

де x_{ij} – оцінка i -го фактора, дана j -м експертом; n – число факторів.

Усереднена оцінка фактора експертних оцінок визначається:

$$W_i = \sum_{j=1}^m w_{ij} \quad (2)$$

До отриманих результатів опитування застосовуємо метод експертної оцінки та апіорного ранжування, який дозволяє оцінити узгодженість думок експертів про вплив різних факторів на величину результуючого показника. Цей метод базується на обчисленні коефіцієнта конкордації:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^k \Delta_i^2}{m^2(k^3 - k) - m \sum_{i=1}^m T_i} \quad (3)$$

де k – кількість факторів; m – кількість експертів;

$$T_i = \sum_{t_i} (t_i^3 - t_i) \quad (4)$$

t_i – кількість однакових рангів в i -му ранжуванні;

$\sum_{i=1}^k \Delta_i^2$ – сума квадратів відхилень суми рангів кожного експерта від загальної середньої суми:

$$\sum_{j=1}^k \Delta_j^2 = \sum_{j=1}^k \left(\sum_{i=1}^m d_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m d_{ij}}{k} \right)^2 \quad (5)$$

d_{ij} – ранг j -го факторного показника по оцінці i -го експерта.

Узгодженість експертних оцінок оцінюємо за критерієм Пірсона χ^2 , спостережуване значення якого обчислюється за формулою:

$$\chi^2 = m(k-1)W \quad (6)$$

а критичне визначається за даним рівнем значущості α і числом ступенів свободи $s = k - 1$. Якщо спостережуване значення більше критичного, то з ймовірністю більшою 0,99 можна вважати отриману експертну оцінку узгодженою.

Далі проведемо кореляційно-регресійний аналіз організаційних факторів. У загальному вигляді рівняння регресії запишеться таким чином:

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_9, u) \quad (7)$$

де y залежна змінна; $x_j, (j = \overline{1, 20})$ незалежні змінні; u – стохастична складова.

Етапи побудови моделі зазначені на рис. 1.

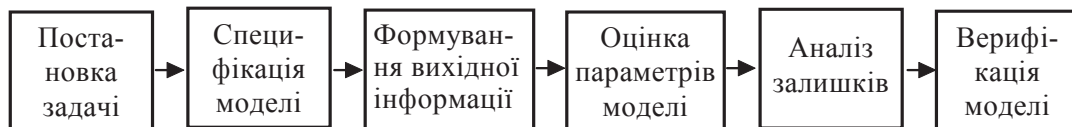


Рис. 1. Етапи побудови моделі

Специфікація моделі. На підставі якісного теоретичного аналізу взаємозв'язків між організаційними та економічними показниками можна зробити висновок, що

як функцію, яка може описувати ці взаємозв'язки, можна вибрати багатofакторну лінійну функцію: $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m$.

Формування вхідної інформації. Значення економічних показників отримуємо внаслідок вибіркового статистичного спостереження. При цьому треба враховувати, що незалежні змінні носять стохастичний характер і задовольняють системі обмежень виду: $0 \leq x_i \leq b_i(\omega)$, $i = \overline{1, 20}$, ω – стохастична складова.

Оцінка параметрів моделі. Дана модель у матричній формі має вигляд:

$$Y = XA + u, \quad (8)$$

де Y – вектор значень залежної змінної;

X – матриця незалежних змінних розміром $n \times m$ (n – число спостережень, m – кількість незалежних змінних);

A – вектор оцінок параметрів моделі;

u – вектор залишків (похибка, стохастична складова).

Щоб застосувати метод найменших квадратів для оцінки параметрів моделі, потрібне виконання таких умов:

1) математичне сподівання залишків дорівнює нулю, тобто $M(u) = 0$;

2) значення u_i вектора залишків u незалежні між собою і мають постійну дисперсію, тобто $M(uu') = \sigma^2 E$, де E – одинична матриця;

3) незалежні змінні моделі не пов'язані із залишками: $M(x'u) = 0$;

4) незалежні змінні моделі утворюють лінійно незалежну систему векторів, або, іншими словами, незалежні змінні не повинні бути мультиколінеарними, тобто $|XX'| \neq 0$: $\text{var}(x'_k x_j) = 0$, $k \neq j$; $\text{var}(x'_k x_j) = 1$, $k = j$, де X_k – k -й вектор матриці пояснювальних змінних; X_j – j -й вектор цієї матриці пояснювальних змінних X , $k = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, m}$.

Аналіз залишків. Вектор залишків (похибка, стохастична складова) подамо у вигляді рівняння (9):

$$u = Y - XA \quad (9)$$

Тоді суму квадратів залишків u можна записати таким чином:

$$\sum_{i=1}^n u^2 = u'u = (Y - XA)'(Y - XA) = Y'Y - 2A'X'Y + A'X'XA. \quad (10)$$

Продиференціюємо цю умову за A і прирівняємо частинні похідні до нуля:

$$\frac{\partial(u'u)}{\partial A} = -2X'Y + 2X'XA = 0, \quad (11)$$

або

$$X'XA = X'Y. \quad (12)$$

У нашому випадку X' – матриця, транспонована до матриці незалежних змінних X , що призведе до рівняння (12):

$$A = (X'X)^{-1} X'Y. \quad (13)$$

Рівняння (11) дає матричну форму запису системи нормальних рівнянь, а формула (12) показує, що значення вектора A є розв'язком системи таких рівнянь.

У результаті обчислень отримуємо матрицю оцінок параметрів. Отримане рівняння регресії організаційних факторів можна записати у вигляді:

$$y = \varphi(x_1, \dots, x_9) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 + a_6x_6 + a_7x_7 + a_8x_8 + a_9x_9 \quad (14)$$

Перевіряємо адекватність побудованого рівняння та значущість його параметрів методами статистичного та дисперсійного аналізу. Для цього треба обчислити тео-

ретичні значення результативного показника Y , використовуючи отримане рівняння регресії.

Обчислюємо показники адекватності рівняння:

1) множинний коефіцієнт кореляції $R = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2}}$ показує на скільки

варіація емпіричних значень пояснює варіацію теоретичних значень Y . Його близькість до 1 говорить про адекватність побудованого рівняння;

2) коефіцієнт детермінації: $R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{\hat{y}})^2}$

Для отримання емпіричної та теоретичної залежності треба побудувати в одній системі координат їх графіки.

3) визначаємо стандартну похибку рівняння: $\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$

4) за результатом спостережуваного значення критерію Фішера його значущості та надійності визначається адекватність побудованої моделі.

Аналогічно здійснюємо оцінку параметрів рівняння регресії для економічних факторів.

Для кількісних характеристик економічних факторів, що визначаються за статистичною інформацією аеропорту, введемо такі позначення: x_{10} – витрати на управління; x_{11} – витрати на забезпечення якості у процесі надання послуг; x_{12} – витрати на контроль якості; x_{13} – витрати на інформаційне забезпечення; x_{14} – витрати на облік, аналіз, оцінку якості послуг; x_{15} – витрати на якість матеріально-технічних ресурсів; x_{16} – витрати на навчання та підготовку кадрів; x_{17} – витрати на технологічну організацію обслуговування; x_{18} – витрати на правове забезпечення у сфері якості; x_{19} – витрати на стандартизацію, сертифікацію, метрологію; x_{20} – витрати на попередження неякісного обслуговування; y – економічна ефективність.

У результаті обчислень отримуємо матрицю оцінок параметрів. Отримане рівняння регресії економічних факторів можна записати у вигляді:

$$y = \psi(x_{10}, \dots, x_{20}) = a_0 + a_{10}x_{10} + a_{11}x_{11} + a_{12}x_{12} + a_{13}x_{13} + a_{14}x_{14} + a_{15}x_{15} + a_{16}x_{16} + a_{17}x_{17} + a_{18}x_{18} + a_{19}x_{19} + a_{20}x_{20}. \quad (15)$$

Розглянувши значення отриманих функцій $\varphi(x_1, \dots, x_9)$ та $\psi(x_{10}, \dots, x_{20})$ як аргументи складеної функції, було отримано результуючу цільову функцію як функцію корисності вигляду:

$$U = A\varphi^\alpha\psi^\beta \quad (16)$$

де U – загальний вигляд функції корисності

A – сталий коефіцієнт, що визначає початковий рівень корисності

α – відносний приріст загальної корисності залежно від організаційних факторів;

β – відносний приріст загальної ефективності в залежності від економічних факторів.

Функції експоненційного типу можна лінеаризувати шляхом логарифмування:

$$\ln U = \ln A + \alpha \ln \varphi + \beta \ln \psi \quad (17)$$

Ввівши заміну $z = \ln U$, $x_1 = \ln \varphi$, $x_2 = \ln \psi$ отримаємо лінійну багатофакторну модель, невідомі параметри якої обчислюються за допомогою методу найменших квадратів.

Для обчислення економічного ефекту для аеропортів введемо позначення для витрат аеропортів на організаційне забезпечення управління якістю $p\%$ від доходу I , а на економічне – $q\%$ доходу (визначається шляхом експертних оцінок). Тоді бюджетне обмеження матиме вигляд:

$$pI\varphi + qI\psi \leq I, \quad p\varphi + q\psi \leq 1 \quad (18)$$

Задача на умовний екстремум функції корисності зводиться до знаходження безумовного екстремума функції Лагранжа:

$$L(\varphi, \psi) = u(\varphi, \psi) - \lambda(p\varphi + q\psi - I) \quad (19)$$

Потрібні умови локального екстремуму:

$$\frac{\partial L}{\partial x_i} = \frac{\partial u}{\partial x_i}(x_i^*) - \lambda^* a_i = 0, \quad i=1, \dots, 20. \quad (20)$$

Ці умови визначають точку максимуму, оскільки матриця u – від’ємно визначена (згідно з властивостями функції корисності).

При реалізації моделі для конкретних значень організаційних та економічних факторів отримаємо, що при збільшенні як організаційних, так і економічних витрат на 1 % загальна корисність збільшиться.

Висновки. Побудовану математичну модель можна використати для визначення впливу кожного фактора на результуючий показник якості; ефективного планування напрямків впливу на фактори з метою підвищення значення результуючого показника; обчислення необхідної величини вкладених економічних ресурсів для досягнення бажаного рівня результуючого показника; обчислення необхідної величини ($y\%$) покращення організаційних факторів для досягнення бажаного рівня результуючого показника; прогнозування рівня якості для очікуваних значень факторів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сімкова Т.О. Економіко-організаційні засади формування складових управління якістю на авіатранспортному підприємстві [Текст], стаття // Стратегія розвитку України (економіка, соціологія, право): наук. журн. – К., 2013. – Вип. 2. – С. 175 – 183.
2. Сімкова Т. О. Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг аеропортів: автореферат [Текст]. – К., 2010. – 21 с.