
**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ**

УДК 338.2.330.4:658.5

DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-4-26>**Зелікман В.Д.**кандидат технічних наук, доцент
Національної металургійної академії України**Сокольська Р.Б.**кандидат економічних наук, доцент
Національної металургійної академії України**Зелікман А.В.**магістрант
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ВПЛИВУ
ПІДРОЗДІЛІВ ПІДПРИЄМСТВА НА ЯКІСТЬ ВИГОТОВЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

Одним із найважливіших завдань процесу управління підприємством є забезпечення належного рівня якості продукції, що виробляється. Оскільки у багатьох галузях промисловості виготовлення певної одиниці або партії продукції здійснюється у декількох підрозділах підприємства, відокремлених один від одного як технологічно, так і організаційно, формування ефективної системи мотивації в управлінні якістю вимагає оцінки впливу окремих підрозділів на досягнення встановлених показників якості продукції. При цьому якість різних видів продукції оцінюється за багатьма параметрами, значення яких для підсумкової оцінки може бути різним. З метою визначення впливу підрозділів підприємства на якість виготовленої продукції запропонована економіко-математична модель, яка являє собою систему матриць і дає змогу здійснити оцінку впливу підрозділів підприємства на якість виготовленої продукції з урахуванням різного рівня значущості певних параметрів якості для показників діяльності підприємства.

Ключові слова: якість продукції, підрозділи підприємства, економіко-математична модель, матриця, параметри оцінки.

Одной из важнейших задач процесса управления предприятием является обеспечение надлежащего уровня качества выпускаемой продукции. Поскольку во многих отраслях промышленности изготовление определенной единицы или партии продукции осуществляется в нескольких подразделениях предприятия, обособленных друг от друга как технологически, так и организационно, формирование эффективной системы мотивации в управлении качеством требует оценки влияния отдельных подразделений на достижение установленных показателей качества продукции. При этом качество различных видов продукции оценивается по многим параметрам, значение которых для итоговой оценки может быть разным. С целью определения влияния подразделений предприятия на качество произведенной продукции предложена экономико-математическая модель, которая представляет собой систему матриц и позволяет осуществить оценку влияния подразделений предприятия на качество произведенной продукции с учетом разного уровня значимости определенных параметров качества для показателей деятельности предприятия.

Ключевые слова: качество продукции, подразделения предприятия, экономико-математическая модель, матрица, параметры оценки.

In the market economy, one of the most important factors determining the stability of enterprise financial results and statement is the quality of its products. Consequently, the enterprises' management has the task of motivating the staff to produce products with an appropriate quality level that means products, which will correspond to certain features and characteristics. Because of the situation in many branches of industry when the manufacturing of every certain unit or batch of products is carried out in several enterprise's divisions, which are separated one from another both technologically and organizationally, the formation of an effective motivation system requires an estimation of the impact of the each one of this separated divisions on the achievement of established indicators of product quality. This, in its turn, determines the relevance of the development of economic-mathematical models that would allow for such estimation. For the purpose of estimating the impact of the enterprise's divisions

on the quality of the manufactured products, the authors proposed an economic-mathematical model, which is a system of matrices including the matrix of properties parameters of manufactured products, the matrix of indicators of the significance level of each of the properties parameters of manufactured products, the matrix of the weighting indicators of the influence of a certain enterprise's subdivision on the formation of each of the properties parameters of manufactured products, the matrix of the contribution value of each of the enterprise's subdivisions in the formation of parameters properties of certain product and the matrix of integral estimates of contributions of the enterprise's subdivisions in the formation of separated parameters of product properties. The developed model makes it possible to estimate the influence of the enterprise's divisions on the quality of manufactured products taking into account the different significance levels of the certain parameters of products' quality for the indicators of the enterprise's activities and financial statement. The further research directions should be a method of determining the total integrated estimation of the enterprise's divisions in the formation of properties' parameters of the products, produced during the reporting period, taking into account the significance of the quality level of the certain types of products for the final economic indicators of the enterprise.

Keywords: product quality, divisions of enterprise, economic and mathematical model, matrix, evaluation parameters.

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки одним із найважливіших чинників, які визначають стабільність фінансових результатів підприємства, є якість його продукції [1, 2]. Тому перед керівництвом підприємств постає завдання мотивації персоналу до випуску якісної продукції [3, 4], тобто продукції, яка відповідатиме певним ознакам і характеристикам. Оскільки у багатьох галузях промисловості виготовлення певної одиниці або партії продукції здійснюється у декількох підрозділах підприємства, відокремлених один від одного як технологічно, так і організаційно, формування ефективної системи мотивації вимагає оцінки впливу окремих підрозділів на досягнення встановлених показників якості продукції. Це, у свою чергу, зумовлює актуальність розроблення економіко-математичних моделей, які давали би змогу здійснити таку оцінку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз факторів, які впливають на якість виготовленої продукції, розглядався в чисельних працях вітчизняних та зарубіжних науковців [4–7]. Проте основна увага, як правило, приділяється техніко-економічним параметрам, а організаційні аспекти управління якістю продукції розглядаються недостатньо системно. Невирішеним, зокрема, залишається питання достовірного визначення впливу різних підрозділів на виготовлення якісної продукції з метою подальшого застосування отриманої оцінки в системі мотивації персоналу підприємств.

Оцінка впливу окремих підрозділів на показники якості виготовленої продукції може бути здійснена з використанням засобів економіко-математичного моделювання. Так, зокрема, в роботі [8] запропонована економіко-математична модель оцінки впливу підрозділів виробничих цехів на якість продукції сталеплавильного виробництва. Проте ця модель

не враховує різного рівня значущості певних параметрів, які характеризують якість різних видів продукції, що обмежує можливості її застосування на підприємствах в інших галузях промисловості.

Мета статті. Метою статті є розроблення економіко-математичної моделі оцінки впливу підрозділів на якість виготовленої продукції з урахуванням різних рівнів значущості певних параметрів якості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Оцінка якості продукції може здійснюватися на підставі розрахунку відносних параметрів якості, які характеризують відповідність або ступінь наближення фактичного значення певного показника властивостей до його нормативного значення. Приклад формування та розрахунку таких параметрів властивості для продукції сталеплавильного виробництва наведено у роботі [9]. Отже, згідно з [9], сукупність отриманих параметрів властивостей за всіма одиницями або партіями продукції, виготовленими у звітному періоді, утворює матрицю P розмірності $(J \times K)$:

$$P = \parallel p_{jk} \parallel_{JK}, \quad (1)$$

де p_{jk} – j -й параметр властивостей продукції для k -ї одиниці (партії) виготовленої продукції;

J – кількість відібраних параметрів властивостей, які впливають на оцінку внесків підрозділів у формування якості продукції;

K – загальна кількість одиниць (партій) продукції, виготовленої у звітному періоді.

Для визначення внеску певного підрозділу підприємства у формування загального фактичного значення певного параметра слід використовувати коефіцієнти вагомості, які характеризують ступінь впливу i -го підрозділу на формування j -го параметра властивостей продукції [8], сукупність яких утворює матрицю A розмірності $(I \times J)$:

$$A = \|a_{ij}\|_{IJ}, \quad (2)$$

де a_{ij} – коефіцієнт вагомості внеску i -го підрозділу у формування j -го параметра властивостей продукції підприємства;

I – кількість підрозділів, які задіяні у виготовленні продукції та впливають на її властивості.

При цьому аналогічно методиці, викладеній у [8], значення коефіцієнтів вагомості мають знаходитися в межах $[0; 1]$, загальна вагомість внеску усіх підрозділів у формування певного параметра має дорівнювати 1, а загальна вагомість внеску певного підрозділу у формування параметрів властивостей певної одиниці або партії виготовленої продукції визначається за формулою:

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^J a_{ij} b_{jk}, \quad \text{де } i = \overline{1; I}, \quad k = \overline{1; K}, \quad (3)$$

де c_{ik} – загальна вагомість внеску i -го підрозділу у формуванні усієї сукупності параметрів властивостей k -ї одиниці (партії) виготовленої продукції;

b_{jk} – коефіцієнти рівня значущості j -го параметра у загальній сукупності параметрів властивостей виду продукції, до якого належить виготовлена k -та одиниця (партія).

Значення коефіцієнтів рівня значущості b_{jk} мають задовольняти тим же умовам, що і значення коефіцієнтів вагомості a_{ij} [8], тобто мають знаходитися в межах $[0; 1]$, загальна вагомість усіх коефіцієнтів для кожної k -ї одиниці (партії) продукції має дорівнювати 1:

$$\begin{cases} 0 \leq b_{jk} \leq 1, & \text{де } j = \overline{1; J}; \quad k = \overline{1; K}; \\ \sum_{j=1}^J b_{jk} = 1, & \text{де } k = \overline{1; K}. \end{cases} \quad (4)$$

Очевидно, що за виконання умов (4) та аналогічних умов для коефіцієнтів вагомості a_{ij} також будуть задовольнятися такі самі умови і для загальних вагомостей внеску певних підрозділів c_{ik} :

$$\begin{cases} 0 \leq c_{ik} \leq 1, & \text{де } i = \overline{1; I}; \quad k = \overline{1; K}; \\ \sum_{i=1}^I c_{ik} = 1, & \text{де } k = \overline{1; K}. \end{cases} \quad (5)$$

Оскільки коефіцієнти рівня значущості параметрів властивостей продукції утворюють матрицю B розмірності $(J \times K)$:

$$B = \|b_{jk}\|_{JK}, \quad (6)$$

то в результаті перемноження матриці A коефіцієнтів вагомості внеску i -го підрозділу у формування j -го параметра властивостей продукції на цю матрицю B коефіцієнтів рівня значущості цих параметрів для якості конкрет-

ної k -ї одиниці (партії) виготовленої продукції може бути отримана матриця C розмірності $(I \times K)$ вагомостей внеску підрозділів у формування усієї сукупності параметрів властивостей певної продукції:

$$C = \|c_{ik}\|_{IK} = \|a_{ij}\|_{IJ} \times \|b_{jk}\|_{JK} = \left\| \sum_{j=1}^J a_{ij} b_{jk} \right\|_{IK}, \quad (7)$$

тобто кожен елемент матриці C розраховується за формулою (3).

У разі, якщо усі параметри якості мають однакову значущість для властивостей продукції, що виготовляється, коефіцієнти рівня значущості параметрів становитимуть:

$$b_{ik} = \text{const} = 1/J, \quad \text{де } i = \overline{1; I}, \quad k = \overline{1; K}, \quad (8)$$

а отже, матриця (6) набуде вигляду:

$$B = \left\| \frac{1}{J} \right\|_{JK}. \quad (9)$$

Тоді формула (3) для розрахунку загальної вагомості підрозділів у формуванні параметрів якості виготовленої продукції спроститься:

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^J \frac{a_{ij}}{J}, \quad \text{де } i = \overline{1; I}, \quad k = \overline{1; K}, \quad (10)$$

а матриця (7) набуде вигляду:

$$C = \|c_{ik}\|_{IK} = \|a_{ij}\|_{IJ} \times \left\| \frac{1}{J} \right\|_{JK} = \left\| \sum_{j=1}^J \frac{a_{ij}}{J} \right\|_{IK}, \quad (11)$$

тобто значення вагомості кожного з підрозділів у формуванні параметрів якості продукції не залежатиме від виду виготовленої продукції і буде постійним для цього підрозділу:

$$\forall (i = \overline{1; I}) \left[c_{ik} = \sum_{j=1}^J \frac{a_{ij}}{J} = \text{const}, \quad \text{де } k = \overline{1; K} \right]. \quad (12)$$

Зрозуміло, що без урахування коефіцієнтів рівня значущості параметрів властивостей розрахунок матриці вагомостей підрозділів у формуванні усієї сукупності параметрів властивостей виготовленої продукції набуде вигляду:

$$\bar{C} = \|\bar{c}_{ik}\|_{IK} = \left\| \sum_{j=1}^J a_{ij} \right\|_{IK}. \quad (13)$$

Очевидно, що матриці (11) та (13) пов'язані між собою формулою:

$$\bar{C} = C \times J, \quad (14)$$

але значення елементів матриці (11), розраховані за формулою (10), є нормованими, а, отже, більш наочними та зручними для використання.

Для розрахунку фактичного внеску кожного підрозділу у формування параметрів властивостей усієї продукції, виготовленої протягом звітнього періоду, необхідно розглянути матрицю (1) відносних параметрів властивостей продукції, виготовленої у звітньому періоді в досліджуваному підрозділі. Ана-

логічно методиці, викладеній у [8], матриця Q інтегральних оцінок внесків підрозділів у формування параметрів властивостей k -ї одиниці (партії) продукції може бути отримана в результаті перемноження матриці A коефіцієнтів вагомості внеску i -го підрозділу у формування j -го параметра властивостей (2) та матриці P j -х відносних параметрів властивостей фактично виготовленої k -ї одиниці (партії) продукції (1):

$$Q = \|q_{ik}\|_{IK} = \|a_{ij}\|_{IJ} \times \|p_{jk}\|_{JK}, \quad (15)$$

де q_{ik} – інтегральна оцінка внеску i -го підрозділу у формування властивостей k -ї одиниці (партії) виготовленої продукції.

Цей показник характеризує у кількісному вираженні внесок певного підрозділу у формування фактичних параметрів властивостей певної одиниці (партії) виготовленої продукції та визначається за формулою:

$$q_{ik} = \sum_{j=1}^J a_{ij} p_{jk}, \quad \text{де } i = \overline{1;I}, \quad k = \overline{1;K}, \quad (16)$$

а отже, матриця (15) набуває вигляду:

$$Q = \|q_{ik}\|_{IK} = \left\| \sum_{j=1}^J a_{ij} p_{jk} \right\|_{IK}. \quad (17)$$

Більш наочні та зручні для подальшого використання й аналізу результати можна отримати, застосовуючи аналогічно моделі, викладеній у [8], відносні параметри властивостей продукції, скориговані з урахуванням рівнів значущості параметрів властивостей b_{jk} :

$$Q' = \|q'_{ik}\|_{IK} = \|a_{ij}\|_{IJ} \times \|b_{jk} p_{jk}\|_{JK} = \left\| \sum_{j=1}^J a_{ij} b_{jk} p_{jk} \right\|_{IK}, \quad (18)$$

де q'_{ik} – нормована інтегральна оцінка внеску i -го підрозділу у формування параметрів властивостей k -ї одиниці (партії) продукції.

Така нормована інтегральна оцінка визначається для кожного підрозділу за формулою:

$$q'_{ik} = \sum_{j=1}^J a_{ij} b_{jk} p_{jk}, \quad \text{де } i = \overline{1;I}, \quad k = \overline{1;K} \quad (19)$$

і аналогічно показнику q_{ik} , розрахованому за формулою (16), характеризує частку інтегральної оцінки внеску i -го підрозділу у формування

параметрів властивостей k -ї одиниці (партії) виготовленої продукції в загальній сукупності впливу усіх підрозділів.

Значення нормованої інтегральної оцінки внеску i -го підрозділу у формування параметрів властивостей k -ї одиниці (партії) виготовленої продукції знаходиться в межах $[0; 1]$ і задовольнятиме умовам:

$$\begin{cases} 0 \leq q'_{ik} \leq 1, & \text{де } i = \overline{1;I}; \quad k = \overline{1;K}; \\ \sum_{i=1}^I q'_{ik} = 1, & \text{де } k = \overline{1;K}. \end{cases} \quad (20)$$

За однакової значущості усіх параметрів якості для властивостей продукції, яка виготовляється, що описано формулою (8), розрахунок (18) набуває вигляду:

$$Q' = \|q'_{ik}\|_{IK} = A \times P / J = \|a_{ij}\|_{IJ} \times \left\| \frac{p_{jk}}{J} \right\|_{JK} = \left\| \sum_{j=1}^J \frac{a_{ij} p_{jk}}{J} \right\|_{IK}. \quad (21)$$

Ця матриця пов'язана з матрицею (17) формулою:

$$Q' = Q / J, \quad (22)$$

й очевидно, що умови (20) в цьому разі будуть безумовно виконуватися.

Висновки. Таким чином, запропонована економіко-математична модель оцінки впливу підрозділів підприємства на якість виготовленої продукції, яка являє собою систему матриць (матриця параметрів властивостей продукції, що виготовляється, матриця коефіцієнтів рівня значущості кожного з параметрів властивостей виготовленої продукції, матриця коефіцієнтів вагомості впливу певного підрозділу на формування кожного з параметрів властивостей продукції, матриця вагомостей внеску кожного з підрозділів у формування параметрів властивостей певної продукції та матриця інтегральних оцінок внесків підрозділів у формування окремих параметрів властивостей продукції).

Напрямом подальших досліджень має стати методика визначення підсумкової інтегральної оцінки внесків підрозділів у формування параметрів властивостей продукції, виготовленої за звітний період, з урахуванням значущості рівня якості окремих видів продукції для підсумкових економічних показників діяльності підприємства.

Список використаних джерел:

1. Орлов П.А. Впровадження систем управління якістю: стан, проблеми, перспективи [Текст] / П.А. Орлов // Стандартизація, сертифікація, якість. 2013. № 6. С. 59–63.
2. Валявський С.М. Управління якістю продукції на підприємстві в умовах входження України в ЄС / С.М. Валявський // Ефективна економіка: електронне наук. фах. вид. Дніпропетровськ, 2015. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=4617>.
3. Мороз Л.І. Оцінка якості праці і трудових витрат підприємства як складових управління якістю продукції [Текст] / Л.І. Мороз // Перспективні інновації в науку, образованийі, производстві і транспорті '2011: Сборник научных трудов. Том 6: Технические науки, менеджмент и маркетинг. Одесса: Черноморье, 2011. С. 74–81.

4. Король Г.О. Обліково-аналітичне забезпечення мотивації персоналу виробничих підприємств до випуску якісної продукції: Монографія / Г.О. Король, Ю.О. Распопова, О.П. Чуванов та ін. Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2011. 352 с.
5. Анализ качества продукции / Энциклопедия по экономике. URL: <http://economy-ru.info/info/35909/>.
6. Король Г.О. Організаційно-економічний механізм забезпечення бездефектного виробництва на підприємствах машинобудування: облік, аналіз, ефективність: Монографія [Текст] / Г.О. Король, Н.Г. Шпанковська, І.М. Извекова та ін. Дніпропетровськ: Середняк Т.К., 2014. 272 с.
7. Костюк О.Д. Сучасні підходи до управління якістю продукції / О.Д. Костюк // Науковий вісник Національного аграрного університету. 2006. № 97. С. 378–382. URL: <http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Naukovi-dopovidi-NAU/2006-2/kostuk.pdf>.
8. Король Г.О. Економіко-математична модель оцінки впливу підрозділів виробничих цехів на якість продукції [Текст] / Г.О. Король, В.Д. Зелікман, Ю.О. Распопова // Економічний вісник Національного гірничого університету. 2005. № 4(12). С. 104–110.
9. Король Г.О. Використання параметрів властивостей для оцінки внеску підрозділів сталеплавильного цеху у формування якості сталі [Текст] / Г.О. Король, В.Д. Зелікман, Ю.О. Распопова // Металлургическая и горнорудная промышленность. 2006. № 7. С. 259–261.