

УДК 658.562:621.74.01

<sup>1</sup>Залога В.О., д.т.н., проф., <sup>2</sup>Динник О.Д., к.т.н., доц., <sup>1</sup>Яшина Т.В., аспірант, <sup>2</sup>Молчанов І.О.

<sup>1</sup> Сумський державний університет

<sup>2</sup> Конотопський інститут Сумського державного університету

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

*Запропонований інструментарій щодо кількісної оцінки процесів машинобудівного підприємства, що базується на основі врахування задоволеності замовників, який дозволяє приймати раціональні рішення щодо удосконалення діяльності системи на оперативному і тактичному рівнях управління.*

**Ключові слова:** *якість продукції; показник якості; методи оцінювання якості; управління якістю.*

У практиці сучасного управління якістю на промислових підприємствах найважливіше значення мають методи, засновані на процесному підході. Вхідні дані для прийняття управлінських рішень засновані на результатах аналізу процесів, який у свою чергу будується на основі їх моніторингу. Моніторинг процесів здійснюється як на основі статистичного аналізу показників результативності процесів, так і на основі результатів обробки показників сприйняття споживачем складових характеристик продукції, отриманих в ході реалізації процедури дослідження задоволеності замовників.

Вихідні дані, отримані на основі моніторингу процесів, продукції і сторін, зацікавлених у діяльності організації, інтегруються в систему аналізу процесів підприємства, формуючи механізм безперервного поліпшення системи управління якістю, що є однією з найважливіших вимог міжнародних стандартів ISO серії 9000.

Інформація, отримана на основі визначення задоволеності замовників, може бути використана як вихідні дані для критичного аналізу вищим керівництвом організації рівня її функціонування та визначення напрямків покращень, зокрема для підвищення якості своєї продукції або послуг.

Інструменти управління якістю, засновані на контролі якості вихідної продукції та статистичних методах контролю процесів, не дозволяють належним чином враховувати та реалізувати вимоги споживача до продукції в умовах конкурентного середовища. Тому сьогодні актуальним є питання розробки моделі оцінювання системи управління якістю машинобудівного підприємства (МП), результати якого можна використовувати для удосконалення процесів даної системи. Оцінювання якості цих процесів повинне враховувати їх внесок в досягнення задач, поставлених перед виробництвом, і ґрунтуватися на даних, отриманих в ході проведення оцінювання технічного рівня підприємства [1].

Проведений аналіз наукових праць показав, що питанням управління якістю продукції на промислових підприємствах займалися вітчизняні й зарубіжні вчені, зокрема: Ю.П. Адлер, Г.Г. Азгальдов, О.В. Глічев, Р.А. Бичківський, С.А. Варакута, А.Г. Гребінников, А.М. Кузьмін, В.А. Лapidус, Л.Є. Скрипко, М.М. Шаповал, В.М. Новіков, Ф. Йогансон, Дж. Джуран, К. Ісікава, Г. Тагуті, А. Фейгенбаум, Дж. Харрінгтон та ін.

Разом з тим, аналіз робіт, присвячених впровадженню та оцінюванню процесів систем управління якістю промислових підприємств показав, що ряд питань, пов'язаних з методологічною основою при впровадженні процесного підходу, встановленням показників, за якими будуть оцінюватися процеси, методи їх вдосконалення не вирішені. Тому вирішення науково-технічної проблеми з підвищення ефективності управління МП шляхом вдосконалення методів оцінювання його процесів є задачею актуальною, має об'єктивний характер і значну практичну цінність та перспективність.

Таким чином, мета дослідження полягає у підвищенні якості машинобудівної продукції шляхом удосконалення методу кількісного оцінювання процесів МП з урахуванням аналізу їх впливу на забезпечення вимог та потреб замовників.

Аналіз існуючих методів оцінювання якості виробничих процесів, заснованих на застосуванні техніко-економічного показника найменшої собівартості виявив ряд істотних недоліків. Вони призводять до того, що обраний за існуючою методикою варіант технологічного процесу не буде кращим, що призведе до зниження якості продукції,

підвищення витрат і, в кінцевому рахунку, до зниження конкурентоспроможності підприємства.

У відповідності до вимог стандартів ДСТУ ISO серії 9000, при оцінюванні якості ключова роль належить визначенню ступеня реалізації вимог та потреб замовника [2, 3].

Класифікація вимог замовників як до якості продукції, так і виробничих процесів наведена на рис. 1.

Оцінювання задоволеності замовників якістю процесів МП в роботі запропоновано здійснювати у декілька етапів: виділення та ідентифікація груп замовників продукції МП; вибір узагальненого показника якості процесів СУЯ МП; вибір затребуваних замовником комплексних показників задоволеності якістю виробничих процесів з урахуванням виду, функціонального призначення та експлуатаційних властивостей продукції експертним методом відповідно до шкали; вибір одиничних показників, що забезпечують вибрані комплексні показники задоволеності; збір та обробка вхідних даних, якими є відповіді респондентів на питання анкет, в яких замовник оцінює досягнутий рівень якості процесів за одиничними показниками задоволеності.

Для реалізації сучасних форм управління в галузі забезпечення випуску високоякісної машинобудівної продукції, в ході проведених досліджень запропоновані аналітичні залежності, які дозволили сформулювати основні принципи вдосконалення методу оцінювання процесів МП, заснованого на врахуванні інтересів замовників.

Вхідні дані структуровані в матрицю (1), де непарний рядок ( $x_{11} \dots x_{1n}$ ) відповідає досягнутому рівню, а парний ( $x_{21} \dots x_{2n}$ ) – необхідному рівню задоволеності замовників.

$$[X] = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & x_{3n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

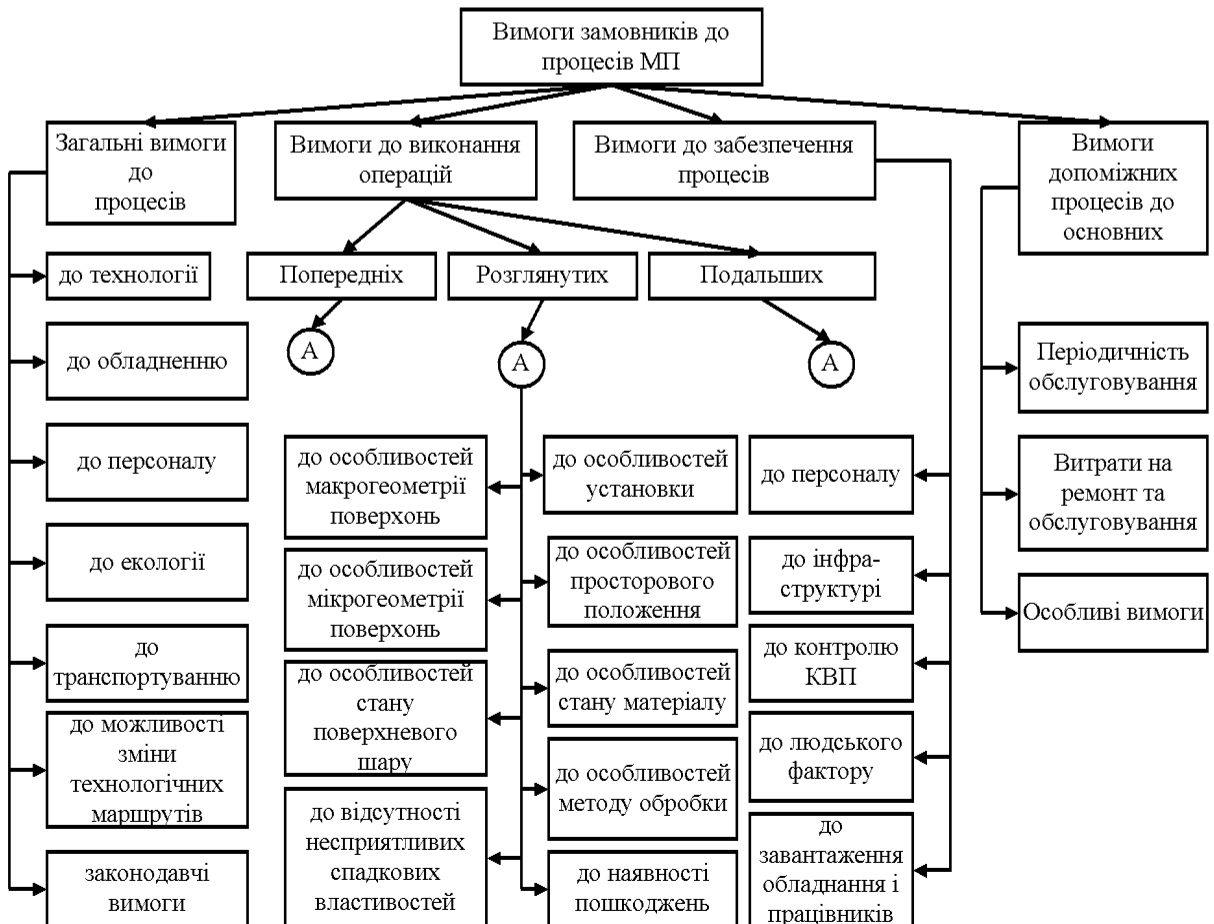


Рис. 1. Класифікація вимог замовників продукції МП

Перед подальшою обробкою даних, для їх перевірки, використаний критерій згоди Мізеса  $\omega^2$ , який повною мірою використовує інформацію із даних вибірки, ґрунтуючись безпосередньо на спостережуваних (не згрупованих) значеннях розглянутої величини задоволеності при обсязі вибірки, і прийнята гіпотеза про нормальний закон розподілу результатів опитування респондентів.

Дійсні значення показників розраховані як середні значення рядків матриці (1) з урахуванням довірчих інтервалів:

$$\{\hat{X}\} = \begin{pmatrix} \frac{\sum_{i=1}^n X_{1i}}{n} - t_{p(k)} \frac{\sigma_{x1}}{\sqrt{n}} & \dots \\ \dots & \dots \\ \frac{\sum_{i=1}^n X_{mi}}{n} - t_{p(k)} \frac{\sigma_{xm}}{\sqrt{n}} & \dots \end{pmatrix} \quad (2)$$

де  $X_{ji}$  –  $i$ -те значення  $j$ -го рядка матриці (1),  $i = 1 \dots n$ ;  $j = 1 \dots m$ ;  $n$  – об'єм вибірки;  $j$  – кількість рядків;  $t_{p(k)}$  – значення коефіцієнту Стьюдента для заданої вірогідності потрапляння у довірчий інтервал;  $\sigma_{ij}$  – дисперсія множини  $x$  рядка  $j$ .

Відносні значення відповідності показників якості вимогам замовників, що дозволяють оцінити ступінь виконання вимог замовників за одиничними показниками, розраховані за формулою:

$$\{\varphi(\hat{x})\} = \left\{ \left(1 - \frac{\widehat{x}_2 - \widehat{x}_1}{\widehat{x}_2}\right); \left(1 - \frac{\widehat{x}_4 - \widehat{x}_3}{\widehat{x}_4}\right); \dots \left(1 - \frac{\widehat{x}_m - \widehat{x}_{m-1}}{\widehat{x}_m}\right) \right\} \quad (3)$$

де  $\widehat{x}_m$  – дійсне значення необхідного рівня якості показника якості;  $\widehat{x}_{m-1}$  – дійсне значення досягнутого рівня якості продукції ЛВ.

Для розрахунку коефіцієнтів вагомості показників задоволеності в роботі був використаний експертний метод повного (подвійного) попарного порівняння. Для більш важливого показника встановлюється  $\gamma = 2$ , для менш важливого  $\gamma = 0$ . Якщо показники рівні, кожний з них дорівнює  $\gamma = 1$  [4].

Для визначення показників задоволеності у дослідженні прийнята шкала оцінювання, розроблена для Європейського індексу задоволеності споживачів (ECSI) [5]. Згідно прийнятої шкали значення ПЗЗ виділені у групи задоволеності та знаходяться в межах від 0 (абсолютно не задоволений) до 100% (абсолютно задоволений).

Визначення ступеня впливу процесів на досягнення відповідності показників якості продукції вимогам замовників полягає у визначенні коефіцієнтів кореляції процесів і показників якості продукції шляхом розгортання функції якості (QFD) [6]. Ступінь впливу  $i$ -го процесу на досягнутий рівень задоволеності замовників  $\Omega_i$  визначався за формулою:

$$\Omega_i = \frac{\sum_{j=1}^n \varphi(\hat{x}_j) k_{ij}}{\sum_{i=1}^m k_{ij}} \cdot 100, \quad (4)$$

де  $k_{ij}$  – коефіцієнт кореляції  $i$ -го процесу ЛВ і  $j$ -го одиничного показника якості.

Отримані дані дають можливість визначити напрями для поліпшення, шляхом виявлення процесів, вплив яких збільшує ризики незадоволення замовників і які вимагають застосування коригуючих дій, спрямованих на підвищення якості продукції МП.

Запропонований інструментарій з вдосконалення методів оцінювання якості процесів машинобудівного виробництва розглянутий на прикладі ливарного виробництва ТОВ «Мотордеталь-Конотоп».

На першому етапі оцінювання в роботі були визначені ключові процеси СУЯ ЛВ. На основі аналізу діяльності підприємства визначені основні групи замовників продукції ЛВ. Інформація про досягнену задоволеність замовників за одиничними показниками отримана за підсумками анкетування їх окремих груп (розсилки по електронній пошті і/або телефонного анкетування).

Далі, на основі оцінювання вибору замовниками переліку вимог до якості продукції ЛВ, відповідно до моделі, розглянутої вище, були визначені комплексні та одиничні показники якості, за якими проводилась безпосередня оцінка.

Для цього проаналізована інформація про вимоги конкретної групи замовників, як до якості продукції, так і до дотримання термінів поставки.

Для оцінки значень потрібного рівня показників задоволеності ЗС в роботі розроблені критерії, що описують п'ять рівнів ступенів виконання вимог замовників до процесів ЛВ. Даним критеріям відповідає шкала оцінок зі значеннями від 1 до 5 (з інтервалом 0,5 бала) в залежності від повноти їх реалізації на підприємстві, системності вживаного підходу, ступеня документованості процедур процесів та орієнтації на запобігання невідповідностям та постійне поліпшення діяльності ЛВ.

Значення ступеня задоволеності за одиничними та комплексними показниками задоволеності були визначені на основі даних опитувань респондентів та табличних даних [7], побудована критична область для перевірки нашої гіпотези у вигляді:

$$(n\omega^2)_{кр} > 0,4614 \quad (5)$$

Отримане розрахункове значення лежить в області допустимих, так як  $(n\omega^2)_p = 0,2067 < (n\omega^2)_{кр} = 0,4614$ , таким чином можна вважати, що гіпотеза про нормальний розподіл не суперечить наявним даним.

Для перевірки узгодженості оцінок експертів визначений коефіцієнт конкордації за формулою:

$$W = \frac{6S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (6)$$

де S - сума квадратів відхилень суми переваг, наданих експертами кожного відхилення від середнього арифметичного.

$$S = \sum_{j=1}^m \left( \sum_{i=1}^n K_{ij} - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n K_{ij} \right)^2, \quad (7)$$

де  $K_{ij}$  – кількість переваг, наданих i-м експертом j-го показника.

Узгодженість думок експертів вважаємо прийнятною, так як значення коефіцієнта конкордації  $W=0,71 > 0,6$ .

Значимість коефіцієнта конкордації W оцінено за критерієм  $\chi^2$  за формулою:

$$\chi^2 = W \cdot n \cdot (m - 1), \quad (8)$$

$$\chi^2 = 0,71 \cdot 3 \cdot (12 - 1) = 23,21$$

Табличне значення критерію Пірсона  $\chi^2_{табл}=19,68$ . Так як  $\chi^2 > \chi^2_{табл}$  ( $23,21 > 19,68$ ), то гіпотеза про наявність узгодженості думок експертів під час оцінювання показників задоволеності замовників приймається.

Порівняльний аналіз ступеня впливу процесів СУЯ ЛВ на задоволеність замовників, розрахований за формулою (4), представлений в табл.1.

В якості порівняльної бази використані середні арифметичні значення і медіани: оцінки процесів, значно віддалені від медіани розподілу значень є індикаторами для проведення подальшого аналізу.

Так, процеси «Взаємодія зі споживачами продукції ЛП» і «Постачання продукції ЛП», відносно значення ступеня впливу яких  $80\% < \Omega < 90\%$ , є, з одного боку, прийнятними з погляду прогнозування задоволеності замовників, але внаслідок того, що мають найнижче значення ступеню впливу відповідно  $\Omega_{вз}=85,435$  та  $\Omega_{пм}=84,335$ , вимагають подальшого аналізу для планування коригувальних дій та проведення комплексного реінжинірингу.

Однією з найважливіших вимог до СУЯ, що ставить ДСТУ ISO 9001: 2009, є постійне поліпшення [2]. Інструментом постійного поліпшення є: виявлення невідповідностей, визначення їх причин і розробка коригувальних дій, спрямованих на усунення зазначених причин у майбутньому.

Тому напрямком подальших досліджень є виявлення точок покращень, розробка плану коригувальних дій, спрямованих на вдосконалення виробничих процесів, впровадження та оцінювання їх ефективності. Порівняльні дані, отримані в ході аналізу впливу процесів на даному етапі свідчать про необхідність проведення більш детального дослідження процесів з негативним впливом на задоволеність замовників продукції ЛВ, а також є вхідними даними для планування коригувальних заходів щодо поліпшення цих процесів, впровадження та оцінювання їх ефективності.

Результати розрахунку впливу процесів ливарного виробництва на задоволеність замовників

Показники задоволеності замовників	Відповідність	Процеси життєвого циклу продукції ЛВ						
		Відповідність процесів до циклу продукції ЛВ	Відповідність планування та організації продукції ЛВ	Відповідність діяльності з якими процесами продукції ЛВ	Відповідність закупівлі	Відповідність контролю якості	Відповідність інжинірингу та вартості продукції ЛВ	Відповідність продукції ЛВ
1. Відповідність якості продукції вимогам та очікуванням замовника	0,911	0,456	0,456	0,911	0,456	0,911	0,911	0,911
2. Наявність документації, що підтверджує якість продукції	0,911	0,911	0,911	0,911	0,456	0,911	0,911	0,911
3. Якість консультацій	0,900	0,450	0,450	0,450	0,450	0,000	0,000	0,000
4. Достатність засобів зв'язку з персоналом ЛВ	0,916	0,000	0,000	0,916	0,000	0,458	0,000	0,458
5. Відношення до замовника персоналу ЛВ	0,933	0,000	0,000	0,933	0,000	0,467	0,000	0,467
6. Результативність обслуговування телефоном, по e-mail	0,942	0,000	0,000	0,942	0,000	0,471	0,000	0,471
7. Результативність роботи з інцидентами	0,853	0,405	0,405	0,810	0,405	0,810	0,810	0,810
8. Оперативність реагування на невідповідності продукції	0,863	0,000	0,403	0,805	0,403	0,000	0,403	0,403
9. Виконання підприємством зобов'язань	0,858	0,402	0,402	0,402	0,402	0,804	0,402	0,804
10. Виконання термінів поставки	0,815	0,000	0,000	0,800	0,000	0,400	0,000	0,800
11. Своєчасність попередження про невиконання поставки	0,758	0,000	0,000	0,750	0,000	0,000	0,000	0,750
12. Інформація про надходження продукції на склад	0,768	0,000	0,000	0,768	0,000	0,000	0,000	0,384
Ступінь впливу процесу $\Omega_i$		87,455	86,461	85,435	85,687	87,204	85,924	84,335
Середнє арифметичне $\Omega_{св}$		86,071						
Медіана М		85,924						

Таким чином, запропонований інструментарій щодо кількісної оцінки процесів МП базується на основі врахування задоволеності замовників і дозволяє приймати раціональні рішення щодо удосконалення діяльності системи на оперативному і на тактичному рівнях управління, а саме:

- оцінювати статистичну придатність даних, отриманих в результаті опитування замовників; визначати відносні значення відповідності показників якості продукції МП встановленим вимогам;

- визначити комплексний показник задоволеності замовників даної виробничої системи; оцінити ступінь впливу процесів МП на відносне значення відповідності показника якості продукції й показника задоволеності замовників;

- проводити оцінювання та визначати основні напрямки поліпшення якості процесів МП з урахуванням їх впливу на задоволеність замовників.

**Інформаційні джерела**

1. Ткачук Л.М. Сучасні тенденції управління якістю на підприємствах України/ Л.М. Ткачук // Вісник Київського національного університету ім.Т.Г.Шевченка. Серія “Економіка”. – 2003. – Вип. 65. – С. 101–102.
2. Системи управління якістю. Вимоги : ДСТУ ISO 9001:2009. – [Чинний від 22.06.2009]. – К. : Держспоживстандарт України. – 37 с. – (Національний стандарт України).
3. Мирошников В.В. Методика измерения удовлетворенности заинтересованных сторон при внедрении системы качества/ В.В. Мирошников // Композиционные материалы в промышленности: материалы 24-й ежегод. междунар. науч.-практ. конф. (31 мая – 4 июня 2004 г., г. Ялта). – Киев: Наука. Техника. Технология, 2004. – С. 61–64.
4. Черный А.А. Математическое моделирование в литейном производстве: Учеб. пособие/ А.А.Черный - Пенза : Пенз. гос.ун-т, 2001. - 121с.
5. Хамханова Д. Н. Теоретические основы обеспечения единства экспертных измерений / Д. Н. Хамханова. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2006. – 170 с.
6. Шишков Г.М. Удовлетворенность потребителя. Стоимость достижения/ Г.М. Шишков, Д.К. Кошкин // Компетентность, 2004. - №5 - С.40-42.
7. Михеева С.В. Некоторые аспекты оценки качества управления/ С.В.Михеева// Методы менеджмента качества. - 2003. - №3. - С.29-31.

<sup>1</sup>Залога В.А., д.т.н., проф., <sup>2</sup>Дынник О.Д., к.т.н., доц., <sup>1</sup>Яшина Т.В., аспирант, <sup>2</sup>Молчанов И.А.

<sup>1</sup> Сумской государственной университет

<sup>2</sup> Конотопський інститут Сумського державного університета

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ  
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Предложен инструментарий по количественной оценке процессов машиностроительного предприятия, базируется на основе учета удовлетворенности заказчиков, который позволяет принимать рациональные решения по совершенствованию деятельности системы на оперативном и тактическом уровнях управления.

*Ключевые слова:* качество продукции; показатель качества; методы оценки качества; управление качеством.

V. <sup>1</sup>Zaloga, O. <sup>2</sup>Dynnik, T. <sup>1</sup>Yashyna, I. <sup>2</sup>Molchanov

<sup>1</sup> Sumy State University

<sup>2</sup> Konotop Institute of Sumy State University

**IMPROVEMENT OF THE METHOD OF THE QUALITY QUANTITATIVE ESTIMATES  
OF ENGINEERING ENTERPRISE PROCESSES**

The toolkit on a quantitative assessment process of machine-building enterprise is proposed, which is based on the consideration of customer satisfaction, which allows to make rational decisions on improvement of the system at the operational and tactical levels of management.

*Keywords:* product quality; Quality; quality evaluation methods; quality management.