

УДК 658.62.018.012

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ З УРАХУВАННЯМ ВИМОГ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ СЕРІЇ ISO 9000

Доценко Н.А., к.т.н.

*Миколаївський національний аграрний університет*

Тел.(0512) 34-01-91

**Анотація** – дана стаття присвячена визначенню особливостей системи управління якістю, що відповідає вимогам міжнародних стандартів ISO серії 9000 на етапах проектування, функціонування, контролю та управління. Визначено основні показники якості системи та запропонована методика їх оцінювання. Запропоновано функції залежності між різнорідними і різнорозмірними показниками якості процесів та безрозмірною шкалою оцінювання. Запропоновано оцінювати якість системи управління якістю через систему показників якості процесів.

**Ключові слова** – система управління якістю, показник якості, критерій оцінювання, непараметричні статистики, графічна модель.

*Постановка проблеми.* Аналіз досвіду успішного розвитку підприємств країн-лідерів показав, що для досягнення поставлених цілей в отриманні високого рівня якості продукції ряд підприємств впроваджують і сертифікують системи управління якістю (СУЯ) відповідно до вимог міжнародних стандартів ISO серії 9000. В Україні зареєстровано близько 3 тис. сертифікатів по ISO 9001:2008, що займає 42 місце в світі за цим показником. У відповідності з міжнародними стандартами, ефективне управління стає ключовою передумовою успішного функціонування будь-якої організації. Звідси випливає необхідність об'єктивної діагностики діючих систем управління, аналізу стану, виявлення напрямків їх гнучкої і динамічної адаптації до мінливих умов діяльності організацій. Досвід створення і впровадження систем управління якістю у країнах світу показує, що випуск дефектної продукції скорочується в середньому на 50-60 %, на 40 % знижуються витрати на контроль та випробування готової продукції, приблизно в два рази знижуються витрати на якість, рентабельність підприємств збільшується на 15-20 % [1-3]. Більшість українських підприємств, незважаючи на інтенсивну роботу з сертифікації систем управління якістю, не змогли добитися покращення економічних показників з причини відсутності

ефективних методів кількісної оцінки якості самої системи управління. Тому постає актуальне завдання розроблення критеріїв функціонування СУЯ, а також створення методів їх параметричного аналізу і комплексного оцінювання, доведених до практичної реалізації. Для цього необхідно створити комплекс моделей, методів, алгоритмів та методик моніторингу, параметричного аналізу і комплексної оцінки системи якості, що дозволяє підвищити ефективність функціонування підприємств. Такий комплекс моделей має охоплювати всі елементи даної системи та основні процеси, які забезпечують якість управління підприємством.

*Аналіз останніх досліджень.* Аналіз поняття "система управління якістю", як об'єкту кваліметрії, показав, що проблемам оцінки та аналізу СУЯ присвячено ряд робіт вітчизняних і зарубіжних вчених. Але більшість праць пов'язані з методиками оцінювання систем і процесів на етапі їх функціонування, при проведенні аудитів, що призводить до значних запізнь прийняття рішення про проведення коригувальних і запобіжних дій, так як це вимагає значного проміжку часу. Аналіз наукової літератури з кваліметрії [4-7] показав, що не прийнятно для оцінювання СУЯ застосовувати існуючі методики оцінювання з різних причин. Не існує однакових систем на різних підприємствах, так як їх складність залежить від виду продукції, що випускається або послуги, масштабів і структури підприємств, також не існує єдиної методики оцінювання, так як кожне підприємство повинно самостійно визначити цілі у сфері якості та показники якості системи, в залежності від етапу її розвитку і досконалості. Крім цього, велика різноманітність кваліметричних методів оцінювання вимагає глибокого наукового дослідження в частині оптимальності та ефективності їх використання для кожного конкретного випадку. Так як СУЯ постійно удосконалюються, постійно розвиваються інструменти і методи управління, постійно прогресують інформаційні технології, комунікаційні системи, з'являються і швидко поширюються нові управлінські концепції, то з'являється необхідність вирішення науково-практичного завдання – розробки методології оцінювання СУЯ, як об'єкта кваліметрії.

*Постановка завдання.* Метою наукової роботи є розробка моделей, алгоритмів і методик кількісної оцінки СУЯ підприємств.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі дослідження: розробити систему залежностей між одиничними різномісрними показниками якості процесів з безмісрною шкалою оцінювання, застосовуючи функції бажаності, що мають параметр форми; запропонувати критерії та методики оцінювання систем в процесі її функціонування з урахуванням обмеженості інформації про показники якості та відсутності знання закону розподілу їх, як випадкової величини.

*Основна частина.* В якості залежностей, які б виключали вище описані недоліки, пропонується використовувати порядкові статистики. Тобто ці залежності мають враховувати максимально-допустиме значення показника якості процесу та максимально-допустиме значення його показника якості, а також його найкраще (оптимальне) значення. Крім цього пропонується знайти єдиний (універсальний) вид залежності, а параметром форми змінювати її крутизну, що дозволить застосовувати їх для оцінки різних процесів з різними вимогами до якості. Подібні залежності застосовувались для оцінювання продукції [8-9].

Так як процеси СУЯ мають різну природу, ступінь складності і рівень значущості в системі, то їх показники якості різнорідні і вони мають різні шкали оцінювання. Для оцінювання СУЯ необхідно привести оцінки показників якості всіх процесів в одну, бажано безрозмірну, шкалу. У якості функції бажаності для переводу різнорозмірних показників якості процесів системи в безрозмірну величину пропонується функція

$$\Phi_x = \begin{cases} 0 & X_i \leq X_{imin} \\ \left[ \frac{X_i - X_{imin}}{X_{imax} - X_{imin}} \right]^{\left( \frac{R}{X_{imax} - X_{imin}} \right)} & X_{imin} < X_i < X_{imax} \\ 1 & X_i \geq X_{imax} \end{cases} \quad (1)$$

де  $X_i$  – дійсне (вимірне) значення показника якості процесу;

$X_{imin}$  – мінімальне значення показника якості процесу;

$X_{imax}$  – максимальне значення показника якості процесу;

$R$  – поле розсіювання показників якості процесу.

$\left( \frac{R}{(X_{imax} - X_{imin})} \right)$  – параметр форми, який є відношенням поля розсіювання до поля допуску показника якості процесу. Поле допуску це різниця між максимальним та мінімальним допустимими значеннями.

Дана функція (1) враховує максимально-допустиме і мінімально-допустиме значення показника якості процесу, а також його найкраще (оптимальне) значення. Крім цього присутній параметр форми і крутизни функції, що дозволить застосовувати їх для оцінки різних по значимості процесів з різними вимогами до якості. Якщо параметр форми змінюється від 0,1 до 1 з кроком 0,1, то функції (серія функцій) матиме вигляд (рис. 1).

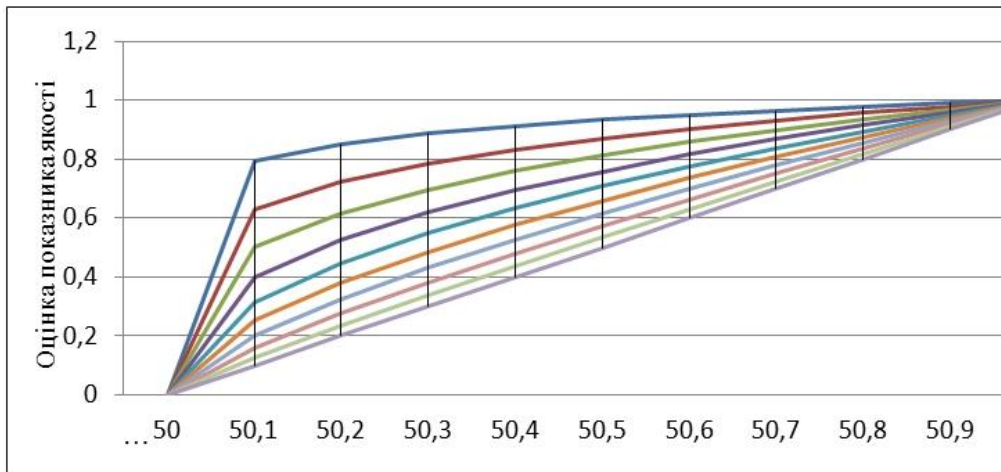


Рис. 1. Вид функції бажаності (1), при параметрі форми від 0,1 до 1.

Якщо параметр форми прийняти  $\left(\frac{X_{max}-X_{min}}{R}\right)$ , який буде змінюватися від одиниці до десяти з кроком 1, то функції бажаності будуть увігнуті в низ, як показано на рисунку 2.

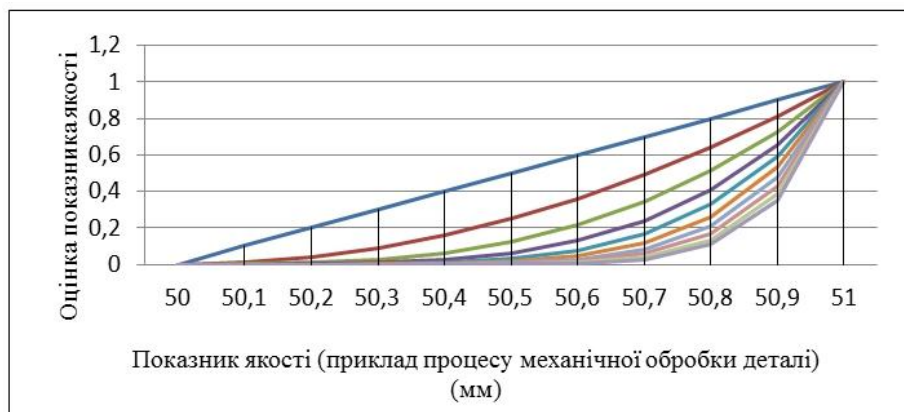


Рис. 2. Вид функції бажаності (1) при параметрі форми 1 – 10.

Якщо оптимальний (найкращий) показник якості – середини поля допуску і при цьому параметр форми змінюється від 0,1 до 1 з кроком 0,1 або від 1 до 10 з кроком 1, то функції бажаності будуть мати вигляд:

$$\Phi_x = \begin{cases} \left[ \frac{X_i - X_{imin}}{t_i - X_{imin}} \right]^{\left( \frac{R}{(X_{max} - X_{min})} \right)} & X_{imin} \leq X_i \leq t_i \\ \left[ \frac{X_i - X_{imax}}{t_i - X_{imax}} \right]^{\left( \frac{X_{max} - X_{min}}{R} \right)} & t_i < X_i \leq X_{imax} \\ 0 & X_{imin} > X_i > X_{imax} \end{cases} \quad (2)$$

де  $t_i$  – середина поля допуску;  $R$  – поле розсіювання показників якості.

В такому випадку система функцій бажаності буде мати вигляд, показаний на рис. 3.

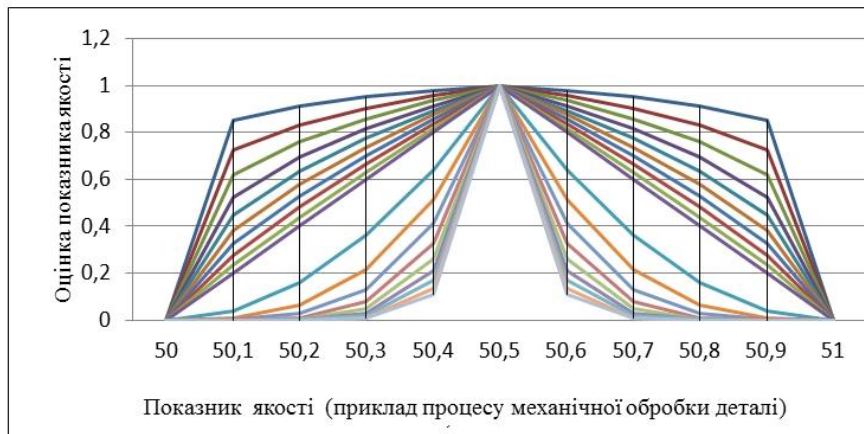


Рис. 3. Функції бажаності моделі (2), при параметрі форми 0,1 – 10.

Застосування такого виду функції бажаності дозволить отримувати показник якості процесів на безрозмірній шкалі, а параметр форми дозволить вибирати необхідну функцію, залежно від точності та значимості процесу.

Пропонується оцінювати СУЯ на етапі функціонування через оцінки комплексу взаємопов'язаних процесів, тобто пропонується об'єднати оцінки різних процесів в один масив даних і оцінити його, як одне ціле. Така процедура дозволить збільшити кількість інформації про оцінку якості системи, як сукупності процесів, що дозволить з більшою об'єктивністю і надійністю оцінити систему цілком. Рішення такого завдання пропонується статистичними методами, застосовуючи непараметричні статистики. Непараметричні статистики не вимагають знання закону розподілу випадкової величини, але вимагають більшого обсягу статистичних даних, що можна забезпечити за рахунок об'єднання оцінок якості процесів.

Запропоновано метод отримання показників якості процесів за безрозмірною шкалою, але так як процеси необхідно періодично оцінювати, то отримаємо часовий ряд (реалізацію) показників якості. Так як процесів багато ( $n$ ) і вони всі мають єдину шкалу оцінювання, то їх можна побудувати в одній системі координат і отримати  $mn$  оцінок якості, які в сукупності, характеризують якість системи (рис. 4).

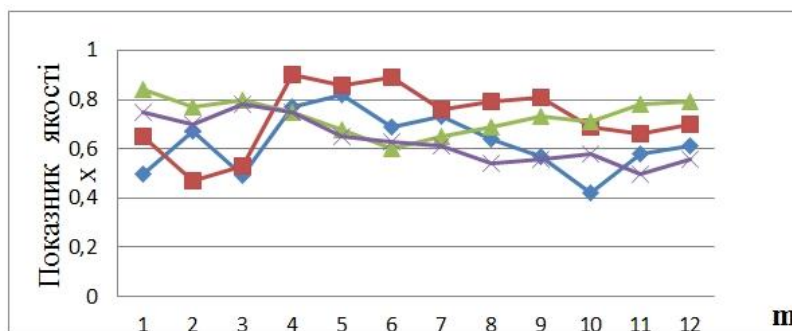


Рис. 4. Масив  $mn$  оцінок якості процесів СУЯ.

Наступним кроком є підготовка масиву оцінок до математичної обробки, для чого пропонується проінспектувати всі значення на наявність грубих помилок, застосовуючи непараметричний критерій Фішера, при якому повинна виконуватися умова

$$|x_n - \bar{x}_{n-1}| \geq S_{n-1} t_\alpha \sqrt{\frac{n+1}{n(n-1)}}, \quad (3)$$

$$\text{де } \bar{x}_{n-1} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} x_i}{n-1}, \quad S_{n-1} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (x_i - \bar{x}_{n-1})^2}.$$

Якщо виконується нерівність (3), то величину  $x_n$  не можна вважати випадковою і використовувати в даному масиві, в іншому випадку можна, і подальший аналіз масиву проводити з урахуванням цієї величини. Масиву даних, що складається з  $m$  оцінок достатньо, для забезпечення необхідної потужності критерію Фішера для оцінки грубих помилок.

Наступним кроком необхідно оцінити масив на стаціонарність, так як від стаціонарності або нестаціонарності процесу залежить вибір математичного апарату подальших досліджень. Для оцінки стаціонарності процесу застосуємо критерії непараметричних статистик – критерій серій і критерій інверсій. Для цього необхідно отримати часові ряди декількох процесів в одній системі координат,

як показано на рис. 4., знайти середні значення  $\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m X_i$ , знайти

кількість серій  $r$  і порівняти його з граничними, мінімальним і максимальним значенням кількості серій при даному рівні значущості  $\alpha$ . Або іншими словами, необхідно щоб витримувати нерівність

$$g(1-\alpha; N_1, N_2) < r < G(\alpha; N_1, N_2), \quad (4)$$

де  $r$  – кількість серій;  $\alpha$  – рівень значущості;  $g$  и  $G$  – нижня і верхня межа для кількості серій відповідно.

Якщо число серій виходить за межі цього інтервалу, то процес зміни показників якості системи можна вважати стаціонарним при рівні значущості  $\alpha$ , в іншому випадку ні. Аналогічно, за існуючою методикою, можна оцінити будь який процес на стаціонарність за критерієм інверсій.

Для можливості об'єднання реалізації різних процесів в один масив, необхідно переконатися, що ці реалізації однорідні. Якщо вони виявляться однорідними, то можна буде використовувати статистичні дані реалізацій всіх процесів в сукупності, чим збільшити обсяг статистичної інформації. Для оцінки однорідності багатьох реалізацій різних процесів пропонується застосувати непараметричний критерій Ван дер Вардена.

Для цього необхідно з елементів всіх реалізацій утворити упорядкований (зростаючий) варіаційний ряд і визначити суми

$$y_{i=1}^m = \sum_{y_i} \varphi \left( \frac{s_{im}}{n_m + 1} \right), \quad (5)$$

де  $n_m$  – число спостережень реалізації кожного з  $m$  процесів;

$s_{im}$  – порядковий номер  $i$  - го елемента у відповідному  $m$  варіаційному ряду;

$\varphi(z)$  – функція, яка в інтервалі  $0 < z < 1$  приймає лише кінцеві значення і задовольняє умові  $\varphi(1-z) = -\varphi(z)$ .

При цьому обов'язково повинна виконуватися умова:  $n_1 = n_2 = n_m$ . Далі визначають значення меж критичної області для критерію Ван дер Вардена. Якщо визначена сума елементів (5) знаходиться в межах критичної області, то значення всіх реалізацій процесів однорідні і їх можна аналізувати спільно.

Для того, щоб вирішити можливість управління процесами СУЯ і системою – як взаємозв'язком процесів, необхідно визначити, що її статистичні характеристики змінюються випадковим чином або мають систематичну складову. Для перевірки випадковості показників якості процесів пропонується застосувати непараметричний критерій Аббе-Лінника.

В якості статистичної характеристики для перевірки випадковості процесу при даному критерії використовується відношення

$$r = \frac{g^2}{s^2}, \quad (6)$$

$$\text{де: } g^2 = \frac{1}{2(n-1)} \sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)^2; \quad s^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}).$$

Якщо процес має систематичну складову, то величина  $s^2$  буде набагато більшою, ніж  $g^2$ . Якщо буде виконуватись нерівність  $\{r \leq r_\alpha\}$ , то процес має систематичну складову, в іншому випадку вона відсутня. Таким чином, застосовуючи критерії непараметричних статистик та запропонований метод можна отримати оцінку якості СУЯ за час її функціонування.

*Висновки.* Проведено аналіз існуючих моделей одержання оцінок показників якості процесів СУЯ на безрозмірній шкалі, визначено їх переваги та недоліки. Визначено особливості процесів СУЯ, як об'єкта кваліметрії, що дозволило запропонувати моделі отримання оцінок показників якості процесів, які мають параметр форми і можуть точніше застосовуватися для вирішення практичних завдань оцінювання. Запропоновано функції залежності між різнорідними і різнорозмірними показниками якості процесів та безрозмірною шкалою оцінювання. Функції враховують найменше, найбільше та оптимально допустимі значення показників якості процесу та міняють

параметр форми в залежності від точності процесу. Пропонується оцінювати якість системи через систему показників якості процесів. Пропонується алгоритм оцінювання системи через непараметричні критерії, які дозволяють отримати оцінки не знаючи закону розподілу, як випадкової величини.

Література:

1. *ДСТУ ISO 9000:2007*. Системи управління якістю. Основні положення та словник [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2007. – 72 с.
2. *ДСТУ ISO 9000:2009*. Системи управління якістю. Вимоги [Текст]. – К.: Держстандарт України, 2009. – 72 с.
3. *Нечипоренко В.И.* Структурный анализ и методы построения надежных систем [Текст] / В.И. Нечипоренко – Изд-во «Советское радио», 1968. – 256 с.
4. *Трапезников В.А.* Автоматическое управление и экономика [Текст] / В.А. Трапезников // Автоматика и телемеханика. – 1966. – №1.
5. *Поваров Г.Н.* Проблемы передачи информации [Текст] / Г.Н. Поваров. – Изд. АН СССР, 1959. – Вып.1.
6. *Конти Т.* Самооценка в организациях [Текст] / Т. Конти. – М.: СМЦ «Приоритет», 1999. – 337 с.
7. *Трищ Р.М.* Точечная и интервальная оценки качества изделий [Текст] / Трищ Р.М., Слитюк Е.А. – Вісник НТУ „ХПІ”. Збірник наукових праць. НТУ „ХПІ”. – Харків. – 2006. – № 27 – С. 96-102.
8. *Трищ Г.М.* Система залежностей для оцінювання процесів систем управління якістю підприємств [Текст] / Трищ Г.М. – Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харків. – 2013. – №3 (64) – С. 60-64.
9. *Маслов Д.В.* Самооценка организаций на базе функциональной модели [Текст] / Д.В. Маслов, Э.А. Белокоровин, П. Ватсон, Н. Чилиши. – Методы менеджмента качества. – 2005. – №4. – С.21–26.
10. *Краснобаев В.А.* Методология системного анализа технических систем: підручник для студентів ВНЗ [Текст] / В.А. Краснобаев, І.О. Фурман, В.П. Поляков та ін.; за заг. ред. Д.І. Мазоренка. – Х.: Факт, 2009. – 297 с.



## **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОЦЕНИВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРЕДПРИЯТИЙ С УЧЕТОМ ТРЕБОВАНИЙ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ СЕРИИ ISO 9000**

Доценко Н. А.

*Аннотация* - данная статья посвящена определению особенностей системы менеджмента качества, соответствующей требованиям международных стандартов ISO серии 9000 на этапах проектирования, функционирования, контроля и управления. Определены основные показатели качества системы и предложена методика их оценки. Предложены функции зависимости между разнородными и разноразмерными показателями качества процессов и безразмерной шкалой оценивания. Предложено оценивать качество системы управления качеством через систему показателей качества процессов.

## **THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS ESTIMATION ALGORITHMS STUDYING WITH CONSIDERING THE INTERNATIONAL STANDARDS ISO 9000 SERIES REQUIREMENTS**

N. Dotsenko

### *Summary*

**This work is devoted to quality management system's features definition that complies to the international standards ISO 9000 requirements on the design, operation, monitoring and control stages. It is determined the main quality system indexes and proposed the methodic of its evaluation. It is presented the functions of the relation between diverse and different dimensions quality processes indicators and dimensionless evaluation scale. It is proposed to assess the quality of the quality management system through the system of the quality indicators processes.**