

УДК 658.62.018.012

Г. М. ТРІЩ, кандидат технічних наук

Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків

## АНАЛІЗ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕСІВ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

*Обоснован вибор методів аналізу динамічних показателів процесів СМК. Для визначення характеристик функціонування процесів з часом використано методи непараметричних статистик, не вимагаючи знання закону розподілу показателя якості процесу, як випадкової величини. Розроблено алгоритм та методика аналізу процесів СМК з часом її функціонування.*

**Ключевые слова:** система менеджмента качества, оценка процессов, динамические характеристики, методы непараметрических статистик.

*Обґрунтовано вибір методів аналізу динамічних показників процесів СУЯ. Для визначення характеристик функціонування процесів з часом використано методи непараметричних статистик, що не потребують знання закону розподілу показника якості процесу як випадкової величини. Розроблено алгоритм та методика аналізу процесів СУЯ з часом її функціонування.*

**Ключові слова:** система управління якістю, оцінювання процесів, динамічні характеристики, методи непараметричних статистик.

### Вступ

Процеси інтеграції України до світового співтовариства диктують нові вимоги до діяльності вітчизняних підприємств із забезпечення якісних характеристик продукції. Це знайшло своє відображення у гармонізації та запровадженні в Україні міжнародних стандартів ISO серії 9000, які спрямовані на побудову системи управління якістю (СУЯ), як сукупності процесів, і управління ними, що у результаті забезпечить належний рівень якості продукції.

Оскільки, об'єктом управління у складі СУЯ виступають процеси, то для прийняття керівництвом управлінських дій, необхідно знати кількісну інформацію про якість їх функціонування. Це дозволить постійно покращувати характеристики процесів та забезпечить належну роботу системи управління. Для цього підприємствам потрібно здійснювати моніторинг, вимірювання, порівняння та аналізування показників якості процесів СУЯ [1].

Процеси, чи СУЯ в цілому, здатні переходити із одного стану в інший під впливом цілої низки факторів, однак цей перехід не може бути здійснений моментально, а потребує проходження певного періоду часу. Тому слід оцінювати характеристики процесів у динаміці, що дасть можливість відстежити закономірність зміни стану процесу, для подальшого дослідження та застосування управлінських дій

### Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Аналіз вимог до СУЯ [2] показав, що одним з принципів управління якістю є постійне покращення, і для його реалізації підприємство повинно: встановлювати методи, які дають можливість вимірювати показники кожного процесу (п.п.: 4.1; 8.2.3); здійснювати оцінку СУЯ, яка включає оцінку процесів (п.п.: 4.1; 8.1); здійснювати моніторинг, вимір і аналіз процесів (п.п.: 8.2.3; 8.4); проводити аналіз з боку керівництва, який включає інформацію про показники функціонування процесів (п. 5.6.2). Однак, самі методи у стандартах не регламентовано, і кожне підприємство самостійно зустрічається з проблемою визначення механізму оцінювання процесів СУЯ.

Здійснений аналіз сучасних методів кількісного оцінювання якості функціонування процесів [3–7] показав, що вони спрямовані на визначення показників результативності та ефективності в заданий час, однак становить інтерес дослідження динамічних характеристик якості процесів, з метою прийняття управлінських дій.

Таким чином, проблема обґрунтування методів аналізу динамічних характеристик якості процесів СУЯ підприємств відповідно до вимог міжнародних стандартів є актуальною і має безпосередній вплив на забезпечення якості продукції та послуг.

### Мета дослідження

Метою дослідження є обґрунтування методів та розробка алгоритму аналізу динамічних характеристик процесів СУЯ.

### Основний матеріал

Застосування системи залежностей між одиничними різнорозмірними показниками якості процесу та їх оцінками на безрозмірній шкалі [8] дозволяє кількісно оцінити процес в заданий час. Однак, оцінювання якості процесів СУЯ не може обмежуватись точковою оцінкою. Процеси, чи СУЯ в цілому, здатні переходити із одного стану в інший під впливом цілої низки факторів. Цей перехід можна спостерігати з проходженням певного періоду часу. Положення стандартів ISO серії 9000 враховують цю особливість.

Для оцінки динамічних характеристик зазвичай використовують параметричні статистики, тобто методи, які потребують знання закону розподілу випадкової величини. Однак, саме особливістю функціонування СУЯ на підприємствах є відсутність інформації про розподіл показників, як випадкової величини, адже СУЯ на кожному підприємстві унікальна: відрізняється складом елементів, якістю їх функціонування та рівнем взаємодії між собою, на що впливають, як внутрішні, так і зовнішні фактори; крім того, на кожному підприємстві оцінюють окремих процес за різними показниками якості. Таким чином, стосовно розподілу значень показників якості процесів СУЯ закон розподілу, як випадкової величини, є невідомим, тому для оцінки якості процесів з часом слід застосовувати методи, які не залежать від форми розподілу випадкових величин, тобто так звані непараметричні статистики [9].

Перш ніж застосовувати методи непараметричних статистик для оцінювання динамічних характеристик процесів СУЯ необхідно статистичні дані проаналізувати на предмет відсутності грубих похибок. Адже під час дослідження якості процесів СУЯ можуть зустрітись випадки, коли експериментальні дані містять грубі похибки, які виникли у результаті вимірювання чи моніторингу процесів, застосування недостовірної інформації, а також під час розрахунків узагальненого показника якості процесу тощо. Такі похибки можуть мати вирішальний вплив на оцінювання якості процесів СУЯ і, у подальшому, на прийняття необ'єктивних рішень. Пропонується застосовувати критерій Романовського [10] для аналізу даних узагальненого показника якості процесу СУЯ з метою виключення грубих похибок із дослідження поведінки процесу в часі.

У випадку нестаціонарності процесів, управління потребує стратегічного втручання у діяльність, і статистичні дані узагальненого показника якості процесу для аналізу та прийняття, на його підставі, рішень не можуть бути застосовними. Для підтвердження стаціонарності процесів СУЯ запропоновано використовувати критерій непараметричних статистик – «критерій інверсій» [9].

Для визначення періоду дії на функціонування процесу СУЯ випадкових та закономірних факторів обґрунтовано застосування «критерію серій» [9]. Для цього необхідно поділити спостереження узагальненого показника якості процесу на серії та перевірити умову випадковості процесу відносно середнього значення. Даний метод дозволяє з надійністю 95 % визначити період, під час якого випадкові фактори переважають над систематичними.

У випадку, коли умова випадковості не виконується, запропоновано застосовувати порядкові статистики з побудовою медіанного ряду, що дозволить виявити систематичну складову процесу СУЯ. Для визначення довірчих границь величини розсіювання

узагальненого показника якості процесу з часом, розроблено метод з застосуванням критерію Вілкоксона [11].

Таким чином, алгоритм (рис. 1) та методика аналізу динамічних характеристик процесу СУЯ з застосуванням методів непараметричних статистик має вигляд:

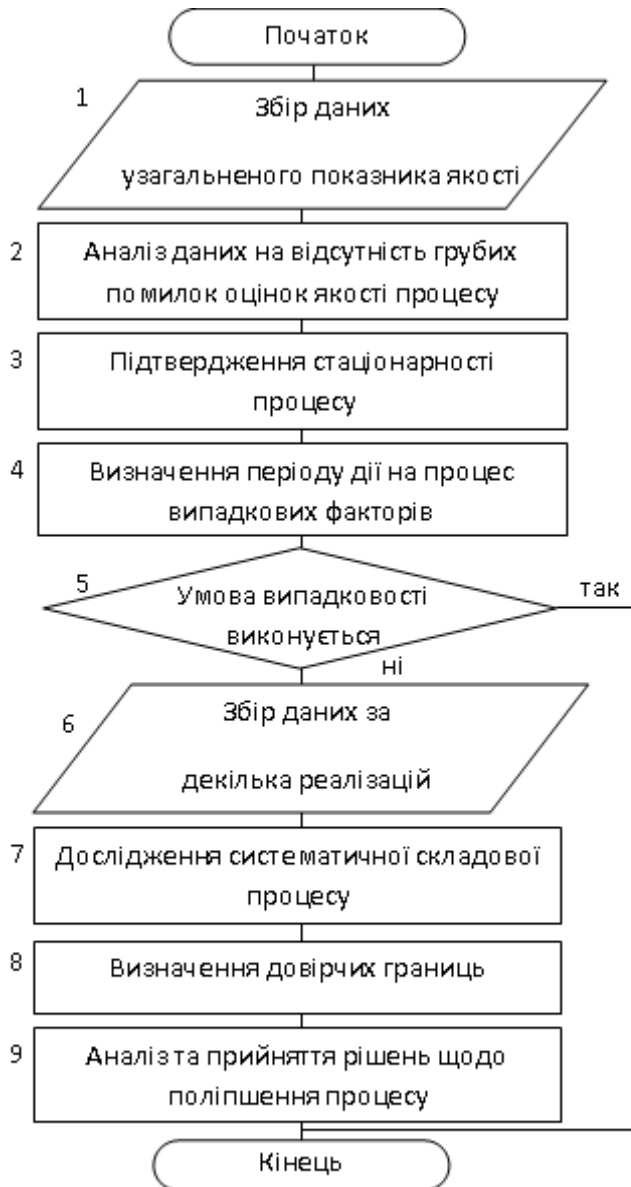


Рис. 1. Алгоритм аналізу процесів СУЯ з часом їх функціонування.

1. Протягом звітної періоду з встановленою періодичністю, за результатами моніторингу і вимірювання процесів СУЯ чи внутрішніх перевірок, отримати дані узагальненого показника якості процесу  $F(x)$ .

2. Здійснити аналіз отриманих даних на відсутність грубих помилок з застосуванням методу Романовського, згідно з яким визначити статистичні характеристики процесу: середнє арифметичне значення часового ряду  $\bar{X}$  і середнє квадратичне відхилення  $S$ , та величину:  $r = \frac{|F_{x_i} - \bar{X}|}{S}$ . На

відсутність грубих помилок вказує умова  $r < r^*$  ( $r^*$  – табличні дані) [9].

3. Перевірити стаціонарність процесу із застосуванням критерію інверсій, для цього слід визначити кількість випадків, коли  $F_{x_i} > F_{x_j}$  при  $i < j$  ( $j$  – усі наступні значення узагальненого показника якості в часовому ряді). Кожна така нерівність є інверсією. Кількість інверсій визначити за формулою  $A = \sum_{i=1}^{n-1} A_i$ , де:

$$A_i = \sum_{j=i+1}^n h_{ij}, a$$

$$h_{ij} = \begin{cases} 1 - \text{при } F_{x_i} > F_{x_j} \\ 0 - \text{при інших } F_{x_i} \end{cases}$$

Процес вважається стаціонарним, якщо виконується умова:  $A_{n; l - \frac{\alpha}{2}} < A < A_{n; \frac{\alpha}{2}}$ ,  $A_{n; l - \frac{\alpha}{2}}$ ,  $A_{n; \frac{\alpha}{2}}$

– нижня і верхня границі (табличні значення) [9].

4. Визначити період, протягом якого на процес діють випадкові фактори, застосовуючи критерій серій, відповідно до якого знайти значення  $F(x) > S$ , позначивши «+», ( $S$  – середнє значення) та  $F(x) < S$ , позначивши «-». Послідовність значень з однаковим знаком «+» чи «-» є серією. Для підтвердження випадковості слід перевірити умову:  $g(\alpha; N_1; N_2) < r < G(\alpha; N_1; N_2)$ , де  $g(\alpha; N_1; N_2)$  – нижнє критичне значення для кількості серій  $r$ ;  $G(\alpha; N_1; N_2)$  – верхнє критичне значення для кількості серій  $r$  (табличні значення) [9].

5. Виконання умови випадковості підтверджує, що на процес СУЯ діють випадкові фактори, які не підлягають управлінню. У випадку, коли умова випадковості не виконується, тобто на протікання процесу впливають закономірні фактори, слід продовжити дослідження статистичних даних  $F(x)$ .

6. Отримати дані узагальненого показника якості одного і того ж самого процесу за декількома (2-3) його реалізаціями за певні проміжки часу.

7. Дослідити систематичну складову процесу з застосуванням методу, який ґрунтується на використанні порядкових статистик, з побудовою медіанного ряду:

– знайти різницю між кожним наступним значенням окремої реалізації і всіма попередніми значеннями інших реалізацій, тобто:

$$x_{i+l} - x_i; x_{i+l} - y_i; \dots; x_{i+l} - m_i$$

$$y_{i+l} - x_i; y_{i+l} - y_i; \dots; y_{i+l} - m_i$$

....

$$m_{i+l} - x_i; m_{i+l} - y_i; \dots; m_{i+l} - m_i$$

– побудувати із усіх різниць варіаційний ряд;

– знайти медіанне значення варіаційного ряду, яке є величиною систематичної складової даного процесу СУЯ (рис. 2).

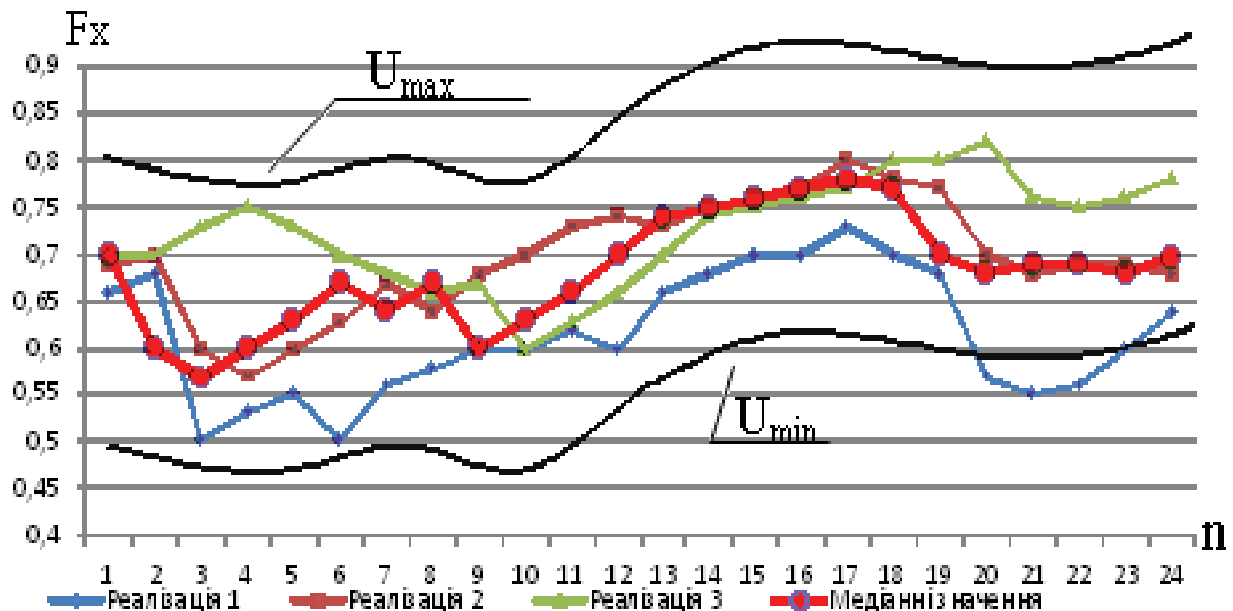


Рис. 2. Величина систематичної складової узагальненого показника якості процесу.

8. Визначити довірчі границі розсіювання  $F(x)$  з часом, використовуючи критерій Вілкоксона:

- знайти табличне максимальне та мінімальне значення статистики Вілкоксона [9], якщо кількість значень у реалізації  $N < 25$ ;

- в іншому випадку граничні значення статистики Вілкоксона визначити за формулами:

$U_{min} = W_{min} - \frac{l+n}{2}n$ ;  $U_{max} = W_{max} - \frac{l+n}{2}n$ , де  $n$  – кількість значень реалізації процесу, довжина якої більша;  $m$  – кількість значень реалізації процесу, довжина якої менша, та:

$$W_{min} = \left[ \frac{m(m+n+1)-1}{2} - \psi \sqrt{\frac{mn(m+n+1)}{12}} \right]; W_{max} = 2 \frac{m(m+n+1)}{2} - W_{min}.$$

– знайти значення варіаційного ряду, яке стоїть на  $U_{min}$  та  $U_{max}$  місці, які і будуть довірчими границями величини розсіювання  $F(x)$  з часом (рис. 5).

Таким чином, розроблений алгоритм оцінювання динамічних характеристик якості процесів з використанням критеріїв непараметричних статистик, дає змогу отримати оцінку процесу з урахуванням часу функціонування СУЯ. Така інформація дозволить належно управляти процесом, зокрема впроваджувати запобіжні дії, коли коригувальні недопустимі.

### Висновки

1. Обґрунтовано вибір методів аналізу динамічних показників процесів СУЯ. Для визначення характеристик функціонування процесів з часом використано методи непараметричних статистик, що не потребують знання закону розподілу узагальненого показника якості процесу як випадкової величини.

2. Розроблено алгоритм та методику аналізу процесів СУЯ з часом її функціонування.

### Список литературы

1. ДСТУ ISO 9001:2009. Системи управління якістю. Вимоги [Текст]. – Введ. 2009-09-01. – К.: Держстандарт України, 2001. – 72 с.
2. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник [Текст]. – Введ. 2008-01-01. – К.: Держстандарт України, 2001. – 72 с.
3. Бичківський, Р. В. СУЯ: оцінювання ефективності функціонування [Текст] / Р. В. Бичківський, А. В. Гунькало // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2005. – № 4. – С. 42 – 46.
4. Зинина, С. С. Разработка методики формирования комплекса показателей качества процесса [Текст]: дис. канд. тех. наук / С. С. Зинина. – Москва, 2005. – 147 с.
5. Гунькало, А. В. Розроблення нормативно-методичних засад оцінювання систем управління якістю [Текст]: дис. канд. тех. наук / А. В. Гунькало. – Львів, 2007. – 175 с.
6. Новіков, В. М. Діагностичне самооцінювання як невід'ємний елемент сучасної системи управління [Текст] / В. М. Новіков // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2011. – №2 (69). – С. 38 – 40.
7. Шичков, Н. А. Выбор методов измерения процессов системы менеджмента качества [Текст] / Н. А. Шичков // Методы менеджмента качества. – 2005. – №2. – С. 14-17.
8. Трищ, Г. М. Система залежностей для оцінювання процесів систем управління якістю підприємств [Текст] / Г. М. Трищ // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2013. – № 4/3 (64). – С. 60-63.
9. Бендат, Дж. Измерение и анализ случайных процессов [Текст] / Дж. Бендат, А. Пирсол. – М.: Мир, 1971. – 408 с.
10. Колкер, Я. Д. Математический анализ точности механической обработки [Текст] / Я. Д. Колкер. – М.: Техника, 1976. – 200с.
11. Большев, Л. Н. Таблицы математической статистики [Текст] / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов. – М.: Наука. Главная редакция Физико-математической литературы, 1983. – 416с.

## ANALYSIS OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PROCESSES OF QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS OF ENTERPRISES

H. M. TRISHCH, Candidate of Engineering

*The paper substantiates the choice of methods for the analysis of dynamic parameters of the QMS processes. To determine the characteristics of functioning of processes with time, nonparametric statistics methods were used that do not require knowledge of the of the law for process quality parameter distribution as a random variable. The algorithm and the method of analysis of the QMS processes with time of its functioning was developed.*

**Key words:** quality management system, process evaluation, dynamic characteristics of



*nonparametric statistics methods.*

1 . DSTU ISO 9001:2009. Control systems of quality. Requirements [Text]. [ DSTU ISO 9001: 2009. Systemy upravlinnya yakisty. Vymohy] [Tekst ] – Vved. 2009-09-01 . – To. : Gosstandart of Ukraine, 2001. – 72 pages.

2 . DSTU ISO 9000:2007. Control systems of quality. Basic provisions and dictionary [Text] [DSTU ISO 9000:2007. Systemy upravlinnya yakisty. Osnovni polozhennya ta slovnyk [Tekst]] – Vved. 2008-01-01 . – To. : Gosstandart of Ukraine, 2001. – 72 pages.

3 . Bychkovsky, R. V. Sui: otsenyuvaniye of efficiency of a funktsionivaniye of [Text] [SUYa: otsinyuvannya efektyvnosti funktsionuvannya [Tekst] / R. V. Bychkiv's'kyy, A. V. Hun'kalo // Standartyzatsiya, sertyfikatsiya, yakist'. ]/ Ruble V. Bychkovsky, A. V. Gunkalo // Standardization, certification, quality. – 2005 . – No. 4. – Page 42 – 46.

4 . Zinina, S. S. Development of a technique of formation of a complex of indicators of quality of process [Text]: yew. Cand.Tech.Sci. / Page of S. Zinin [Razrobotka metodyky formyrovannya kompleksa pokazateley kachestva protsessa [Tekst]: dys. kand. tekhn. nauk / S. S. Zynyna ] – Moscow, 2005. – 147 pages.

5 . Gunkalo, A. V. development of the standard and methodical bases of estimation of control systems by quality [Text]: yew. Cand.Tech.Sci. / A. V. Gunkalo. [Razrobotka metodyky formyrovannya kompleksa pokazateley kachestva protsessa [Tekst]: dys. kand. tekhn. nauk / S. S. Zynyna ]– Lviv, 2007. – 175 pages.

6 . Novikov, V. M. diagnostic self-estimation integral element of a modern control system of [Text] / Century M. Novikov.[Diahnostychno samootsinyuvannya yak nevid'yemnyy element suchasnoyi systemy upravlinnya [Tekst] / V. M. Novikov // Standartyzatsiya, sertyfikatsiya, yakist'] Standardization, certification, quality – 2011 . – No. 2 (69). – Page 38 – 40.

7 . Shichkov, N. A. Vybor of methods of measurement of processes of quality management system [Text] / N A. Shichkov//[Vybor metodov yzmerenyya protsessov systemy menedzhmenta kachestva [Tekst] / N. A. Shychkov // Metody menedzhmenta kachestva]. Quality management Methods. – 2005 . – No. 2. – Page 14-17.

8 . Trishch, G. M. System of dependences for estimation of processes of quality of the enterprises controlling systems [Text] [ Systema zalezhnostey dlya otsinyuvannya protsesiv systemy upravlinnya yakisty pidpnyemstv [Tekst] / H. M. Trishch // Vostochno-evropeysky zhurnal peredovykh tekhnolohyy ]. Of M. Trishch//the East European magazine of advanced technologies. – 2013 . – No. 4/3 (64). – Page 60-63.

9 . Bendat, J. Measurement and analysis of casual processes [Text] / J. Bendat, A. Pirsol. [Yzmerenye y analiz sluchaynykh protsessov [Tekst] / Dzh. Bendat, A. Pysol].– M.: World, 1971. – 408 pages.

10 . Kolker, Ya. D. Mathematical analysis of accuracy of machining [Text] / Ya. D. Kolker [Matematycheskyy analiz tochnosti mekhanycheskoy obrabotky [Tekst] / Ya. D. Kolker ] – M.: Equipment, 1976. – 200c.

11 . Bolshev, L. N. The tables of mathematical statistics [Text] / I. N. Bolshev, N. V. Smirnov [Tabylytsy matematycheskoy statystyky [Tekst] / L. N. Bol'shev, N. V. Smyrnov] – M.: Science. Main edition of Physical and mathematical literature, 1983. – 416c.

Поступила в редакцию 22.12 2013 г.