

АКТУАЛЬНІСТЬ ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ ІНДЕКСІВ ВІДТВОРЮВАНOSTІ ТА ПРИДАТНОСТІ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано статистичний метод оцінювання характеристик якості продукції та процесу на основі індексів відтворюваності та придатності, який дає змогу підтверджувати статистичну стабільність технологічного процесу та вірно трактувати виробниками продукції індекси, що пропонується оцінювати.

Ключові слова: якість продукції, індекс відтворюваності, індекс придатності, статистичний метод, процес, характеристика якості.

Abstract

A statistical method for estimating the characteristics of quality product and process on the basis of indices of reproducibility and suitability is proposed, which makes it possible to confirm the statistical stability of the technological process and correctly interpret the indices proposed by the producers of the product, which are proposed to be evaluated.

Keywords: quality products, reproducibility index, fitness index, statistical method, process, quality characteristic.

Вступ

Більшість підприємств, установ і організацій (виробників) в своїй діяльності застосовують стратегію постійного удосконалення. Для впровадження такої стратегії виробникам продукції необхідно постійно оцінювати показники якості [1]. При цьому доцільно застосувати методи, що рекомендовані міжнародними стандартами серії ISO/TR 18532, ISO 13528 та ISO/TR 22514 [2-4]. Для успішного застосування дій із постійного удосконалення характеристик якості продукції є моніторинг стабільності та джерел відхилень виробничого процесу.

В умовах конкуренції для виробників має бути важлива не тільки ціна продукції або обслуговування, але також і витрати, які понесе споживач при використанні продукції. Тому метою будь-якого виробника має бути безперервне зменшення відхилень, а не тільки відповідність встановленим вимогам. Стратегія постійного удосконалення забезпечить скорочення витрат, пов'язаних з відмовами, і підвищить стійкість розвитку підприємства в умовах конкуренції. Крім того, зниження відхилень дозволить скоротити витрати на контроль або зменшити частоту вибіркового контролю. Кількісна оцінка відхилень дозволить зробити висновки про придатність та відповідність виробничого процесу встановленим вимогам. Для ідентифікації відхилень можуть бути використані такі методи, як складання блок-схеми та ідентифікація входів і виходів виробничого процесу, використання причинно-наслідкової діаграми, тощо.

Низка міжнародних стандартів [1-4] рекомендують різноманітні статистичні методи, які можна застосувати для управління, контролю та удосконалення виробничого процесу з метою аналізу даних і оцінки показників якості продукції. Тому актуальною є задача опису процедури точкової оцінки опорних значень на основі індексів відтворюваності та придатності виробничого процесу для підтвердження його статистичної стабільності. Метою даної роботи є опис методики оцінки показників якості на основі індексів відтворюваності та придатності.

Викладення основного матеріалу

Показник відтворюваності виробничого процесу – це міра власної зміни вихідної характеристики виробничого процесу, що знаходиться в стані статистичної керованості, яка дає змогу оцінити здатність процесу підтримувати вихідну характеристику процесу на рівні встановлених для неї вимог. Ця міра характеризує змінність, що залишається після усунення всіх відомих причин. Якщо при

цьому контроль виробничого процесу здійснюють з використанням контрольної карти, то саме контрольна карта показує, що виробничий процес знаходиться в керованому стані [3, 5].

Кращим параметром, що характеризує **власну** змінність виробничого процесу є стандартне відхилення σ – **показник відтворюваності виробничого процесу**. Його рекомендовано оцінювати за середнім розмахом \bar{R} , який отримується за контрольною картою, коли виробничий процес стабільний і знаходиться в стані статистичного управління

$$\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2, \quad (1)$$

де d_2 - константа, яка відповідає об'єму вибірки в підгрупі, її значення вибирається з таблиці.

Індексами відтворюваності виробничого процесу є точкові оцінки їх опорних значень. Використання індексу відтворюваності виробничого процесу дозволяє охарактеризувати стан виробничого процесу. **Індекс відтворюваності** виробничого процесу являє собою відношення різниці межі поля допуску до довжини опорного інтервалу

$$C_p = (U - L)/(X_{99,865\%} - X_{0,135\%}), \quad (2)$$

де L – нижня межа поля допуску; U – верхня межа поля допуску; $X_{0,135\%}$ - нижня межа опорного інтервалу, що визначена як квантиль розподілу на рівні 0,135%; $X_{99,865\%}$ - верхня межа опорного інтервалу, що визначена як квантиль розподілу на рівні 99,865%.

Також міжнародними стандартами [1, 3, 4] рекомендовано використовувати і інші індекси, що характеризують як стан, так і змінність виробничого процесу, наприклад, індекс відтворюваності C_{pk} . Якщо цей індекс менший заданого значення, то можна вважати, що в процесі виготовлення занадто велика частка одиниць продукції має значення характеристики, що виходять за межі поля допуску.

Індекси відтворюваності C_{pk} можна визначати як відношення різниць меж поля допуску і параметра положення виробничого процесу до різниць відповідних дійсної межі значення виробничого процесу і параметра положення виробничого процесу:

$$C_{pkU} = (U - X_{50\%})/(X_{99,865\%} - X_{50\%}), \quad C_{pkL} = (X_{50\%} - L)/(X_{50\%} - X_{0,135\%}), \quad (3)$$

де $X_{50\%}$ - квантиль розподілу виробничого процесу на рівні 50%.

Ці індекси відтворюваності дають змогу отримати інформацію про те, наскільки щільно згруповані значення характеристики навколо центральної лінії і чи можуть бути порушені вимоги специфікації продукції.

Навіть якщо індекс C_p приймає високе значення, то низькі значення індексів C_{pk} показують, що виробничий процес слабо сконцентрований навколо центральної лінії і ймовірність появи значень характеристики якості, що виходять за встановлені межі встановлених вимог, висока.

Придатність виробничого процесу щодо характеристики якості продукції є досягнутий розподіл результатів. Єдина важлива відмінність між придатністю і відтворюваністю виробничого процесу полягає в тому, що для оцінювання придатності виробничого процесу немає вимог щодо наявності у виробничого процесу стану статистичної керованості і застосування для управління виробничим процесом контрольних карт. При аналізі придатності виробничого процесу:

1) повинні бути встановлені всі технічні умови, в тому числі вимоги виробничого середовища, наприклад, вимоги щодо температури і вологості;

2) повинні бути встановлені вимоги до невизначеності вимірювань [7-10];

3) має бути забезпечена можливість аналізу багатофакторних і багаторівневих аспектів виробничого процесу;

4) дані повинні бути зібрані протягом встановленого періоду часу і зареєстровані;

5) частота відбору вибірки, а також час початку і кінця збирання даних повинні відповідати встановленим системою менеджменту якості [1];

6) процес не повинен бути контрольованим за допомогою контрольної карти;

7) процес не повинен бути в стані статистичної керованості, зокрема, отримані раніше дані, послідовність яких невідома, можуть бути використані для аналізу придатності виробничого процесу.

Показник придатності виробничого процесу – статистичний показник, що визначається за вихідною характеристикою виробничого процесу, який використовується для оцінювання виробничого процесу, перебування якого в стані статистичної керованості не підтверджене. **Параметром придатності** виробничого процесу можуть бути величини, що описують одну або кілька властивостей розподілу характеристики якості в умовах придатності. Оцінювати параметр придатності при нормальному законі розподілу характеристики якості необхідно за виразом

$$\hat{\sigma}_t = \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 / (N - 1)}, \quad (4)$$

де N – вибірка; x_i – i -те значення у вибірці; \bar{x} – середньоарифметичне значення показника якості [7].

Індекс придатності виробничого процесу – це індекс, що відображає стійкість виробничого процесу до встановленого поля допуску.

Якщо значення параметрів, які спостерігаються розподіляються за нормальним законом розподілу, то довжина опорного інтервалу дорівнює $6\hat{\sigma}_t$ [11, 12]. Тому індекс придатності P_p може бути розрахований за виразом

$$P_p = (U - L) / (6\hat{\sigma}_t). \quad (5)$$

Верхній P_{PKU} і нижній P_{PKL} індекси придатності можна оцінити за виразами:

$$P_{pkU} = (U - \bar{x}) / (3\hat{\sigma}_t); P_{pkL} = (\bar{x} - L) / (3\hat{\sigma}_t). \quad (6)$$

Індекс придатності виробничого процесу P_{pk} приймається рівним меншому значенню із двох значень P_{PKU} та P_{PKL} , тобто $P_{pk} = \min(P_{PKU}, P_{PKL})$. Чим менше значення індексу придатності, тим більша частка одиниць, що не задовольняє вимогам.

Висновки

Кількісна оцінка змінності виробничого процесу дозволяє зробити висновки про його придатність та відповідність встановленим вимогам (стандартам). Дана робота забезпечує необхідну основу для розуміння показників відтворюваності і придатності будь-якого виробничого процесу. Оцінка показників відтворюваності і придатності також буде корисною виробникам продукції для контролю відтворюваності і придатності процесів (продукції, як результату процесу) її постачальників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ISO 9000:2015. Quality management systems - Fundamentals and vocabulary.
2. ISO 22514-2:2017. Statistical methods in process management - Capability and performance - Part 2 : Process capability and performance of time-dependent process models.
3. ISO/TR 22514-4:2016. Statistical methods in process management - Capability and performance - Part 4: Process capability estimates and performance measures.
4. ISO 13528:2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
5. Васілевський О.М., Поджаренко В.О. Практикум з метрологічного нагляду за засобами вимірювань. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 87 с.
6. Васілевський О.М. Статистичні методи виявлення систематичних похибок вимірювань // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2012. - № 1. - С. 9 - 12.
7. Васілевський О.М., Кучерук В.Ю., Володарський Є.Т. Основи теорії невизначеності вимірювань : [підручник]. - Вінниця : ВНТУ, 2015. – 230 с. - ISBN 978-966-641-632-5.
8. Васілевський О.М. Нормування показників метрологічної надійності // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2011. - № 4. - С. 9 - 13.
9. Васілевський О.М., Поджаренко В.О. Актуальні проблеми метрологічного забезпечення : [навчальний посібник]. - Вінниця : ВНТУ, 2010. – 214 с. – ISBN 978-966-641-348-5.
10. Vasilevskiy O.M. Methods of determining the recalibration interval measurement tools based on the concept of uncertainty, *Technical Electrodynamics*, 6, 2014, P. 81-88.
11. D.J. Wheeler, An Honest Gauge R&R Study. Manuscript No. 189, 2009, available in: <http://www.spcpress.com/pdf/DJW189.pdf>
12. Suelí Fischer Beckert and Wagner Saucedo Paim, Critical analysis of the acceptance criteria used in measurement systems evaluation, *International Journal of Metrology and Quality Engineering*, 8,23 (2017).

Васілевський Олександр Миколайович — д. т. н., професор, професор кафедри метрології та промислової автоматизації, Вінницький національний технічний університет, email : o.vasilevskiy@gmail.com.

Слободянюк Олександр Сергійович — магістрант групи ІАП-17м, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Vasilevskiy Oлександр M. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Department of Metrology and Industrial Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : o.vasilevskiy@gmail.com.

Slobodyanyk Oлександр S. — student of the Department of Metrology and Industrial Automation, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.