

УДК 006:536

## ОЦІНКА ЯКОСТІ КЛЮЧОВИХ ПРОЦЕСІВ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ

І.Ю. Кульбаченко, А.С. Зенкін

Київський національний університет технологій та дизайну

*Представлено результати досліджень, які пов'язані з розробкою механізмів оцінки якості протікання ключових процесів машинобудівних виробництв на основі використання імовірнісних матриць переходу*

**Ключові слова:** оцінка якості, машинобудівні виробництва, матриця переходу

Одним із принципів ефективного функціонування інтегрованих систем є керування якістю на основі фактів [1, 2]. Однак, це вимагає розробки й впровадження сучасних підходів, що дозволяють на новому рівні проводити процедуру оцінки й прогнозування, впливаючих факторів (граничних параметрів). При цьому, згідно із принципами TQM вище керівництво повинне приділяти особливу увагу питанням виміру, зберігання, аналізу даних необхідних для оцінки якості протікання ключових технологічних процесів і прогнозування на їх основі випуску конкурентоспроможної машинобудівної продукції.

### **Постановка завдання**

Метою досліджень була розробка принципів побудови моделей оцінки якості протікання ключових технологічних процесів інтегрованої системи керування (ІСК) машинобудівних виробництв.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Проблемі планування та оцінки якості ключових процесів машинобудівних виробництв присвячено не велику кількість наукової літератури. Її аналіз допоміг виявити такі загальні проблеми:

1. У зарубіжній літературі запропоновано багато сучасних цікавих підходів до вирішення цієї проблеми які орієнтовані на західний тип ключових процесів машинобудівних виробництв і не враховують особливості економіки перехідного періоду.

2. Більшість національних джерел ще й досі концентруються на пострадянських директивних підходах, не враховуючи ті якісні зміни як технологічний процес так і в економіці, які відбуваються чи повинні відбутись. Але, з іншого боку, у багатьох із них наведено добре розписаний набір показників та методик їх розрахунків.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок про необхідність і важливість поєднання західних і національних підходів, і вироблення прийнятої для українського машинобудівного підприємства у сучасних конкурентних реаліях методик.

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Дослідження базувалася на використанні теорії TQM, методів статистичного й матричного аналізу й були спрямовані на одержання математичних залежностей для визначення значень первісного моменту досягнення, граничних параметрів припустимих границь заданого інтервалу. У якості об'єкта досліджень були обрані типові процеси механічної обробки високоточних виробів, які можна описати за допомогою теорії перехідних матриць.

При розробці принципів побудови моделі була прийнята умова, що технологічна система в кожний момент часу перебуває в одному зі станів  $S_1, S_2, \dots, S_N$  і змінює свій стан тільки в дискретні моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_k$ . Імовірність переходу  $P_{ij}$  у який-небудь стан  $S_j$  в момент часу  $t_{k+1}$  (за умови, що в момент  $t_k$  система перебувала в стані  $S_i$ ) залежить тільки від стану  $S_j$  і не залежить від того, у яких станах система перебувала в моменти  $t_{k+1}, t_{k-2}$  і т.д.

Для визначення перехідної матриці  $P_{(n)}$  була розроблена спеціальна методика, яка включала три етапи. На першому етапі за результатами попередніх випробувань будувалася точкова діаграма й підраховувалася частота знаходження ( $N_i$ ) ключового технологічного процесу у відповідній зоні ( $S_i$ ). На другому етапі встановлювалася кількість переходів з  $i$ -ї зони в будь-яку іншу  $M_{ij}$ . На третьому етапі складався вектор-стовбчик влучення ключового процесу у відповідну зону.

Імовірність переходу випадкової величини значення граничного параметра ключового процесу  $P_{ij}$  визначався зі співвідношення  $P_{ij} = M_{ij} / N_i$ . На основі отриманих даних будувалася стохастична матриця (імовірнісна модель ключового процесу), у кожному рядку якої записувалася ймовірність усіх можливих переходів з обраного стану:

$$P_{ij} = \begin{matrix} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \end{matrix} & \left| \begin{matrix} P_{11} & P_{12} & \dots & \dots & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & \dots & \dots & \dots & \dots & P_{nn} \end{matrix} \right. \end{matrix} \quad (1)$$

Для однорідної послідовності залежних випробувань, які визначають перехідні ймовірності  $i$ -того стану в  $j$ -ий за два кроки  $P_{ij}(2)$  визначається співвідношенням:

$$P_{ij}(2) = \sum_{i=1}^N P_{ij} P_{ij}, \quad i, j = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

Матриця переходу за  $n$  кроків  $P(n)$  обчислювалася як  $n$ -на ступінь матриці переходу за один крок  $P(n)=P^n$ , а розрахунки ймовірностей переходу за 2,3... $n$  кроків проводився шляхом підрахунку кроків ймовірностей переходу, які встановлюються до початкового, проміжного й кінцевого моменту досягнення припустимої границі граничних параметрів.

Виходячи з [3], відомо, що розсіювання розмірів високоточних деталей при механічній обробці підкоряється закону нормального розподілу. Для зручності подальших обчислень розіб'ємо поле можливих значень дійсних розмірів на 6 рівних ділянок шириною в одну  $\sigma$ . Допустимо, що допуск на розмір містить у собі 4 ділянки й рівний  $T=4\sigma$ . При цьому ми маємо два граничні стани, що відбивають, процесу ( $S_1$ ;  $S_6$ ) і чотири внутрішні стани ( $S_2$ ;  $S_3$ ;  $S_4$ ;  $S_5$ ). Відражаючим будемо вважати такий стан, потрапивши в який ключовий технологічний процес прагне повернутися у внутрішній стан.

Для прогнозування наступного розсіювання розмірів необхідно визначити значення перехідної матриці  $P_{ij}$ . Оскільки стану  $S_1$  і  $S_6$  є, що відбивають у гніздах  $S_1$   $S_1$  і  $S_6$   $S_6$  записуються нулі. Усі інші стани процесу рівно можливі для досягнення будь-якого іншого стану (у їхні гнізда записуються відповідні стан  $P_{ij}$ ).

При керуванні якістю механічної обробки доводиться мати справу із процесом миттєвого повернення, який характеризується тим, що в момент будь-якого досягнення заданих границь (границь допуску) відбувається миттєве повернення у внутрішню частину інтервалу. Однією з найважливіших характеристик процесу, є момент першого досягнення граничних параметрів границь заданого інтервалу. Тому, мабуть, знаючи первісне миттєве значення часу досягнення граничних параметрів границі інтервалу можна оцінити якість протікання ключового технологічного процесу. Наприклад, для регулярних послідовностей імовірнісних переходів час першого

досягнення – це функція, рівна числу кроків, за який технологічний процес уперше досягає заданих границь. У якості такого механізму пропонується використовувати фундаментальну матрицю, що описує регулярну послідовність залежних випробувань імовірнісних переходів системи. Знаючи фундаментальну матрицю ( $Z$ ), одиничну ( $I$ ), діагональну ( $D$ ) матрицю, а також матрицю ( $E$ ), усі елементи якої перебувають на головній діагоналі, можна одержати матрицю часу першого досягнення границі припустимих значень, що граничних параметрів.

$$M = (I - Z + EZ_{dg})D \quad (3)$$

Таким чином, проведені теоретичні дослідження дозволили встановити вплив граничних параметрів, на якість протікання ключових технологічних процесів і запропонувати моделі, що дозволяють прогнозувати якість виготовлених виробів.

Результати досліджень були апробовані у виробничих умовах реальних машинобудівних виробництв і показали, що розроблені моделі дозволяють прогнозувати відхилення від номінальних значень розмірів партії деталей і за рахунок цього на 16...20% зменшують поле їх розсіювання.

#### **Висновки**

1. Теоретично обґрунтована доцільність використання методів непараметричної статистики для оцінки якості протікання ключових технологічних процесів машинобудівних виробництв.

2. Запропоноване для ключових технологічних процесів машинобудівних виробництв використовувати теорію перехідних матриць, яка дозволяє на основі статистичних даних оцінювати граничні параметрів, процесу й по їхніх результатах прогнозувати якість виготовленої продукції.

#### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Хімичева Г.І. Методологічні аспекти алгоритму побудови і впровадження інтегрованих систем управління / Г.І. Хімичева // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2005. – № 2. – С. 25-32.
2. Хімичева Г.І. Прогнозування якості продукції на основі модульних принципів / Г.І. Хімичева., А.С. Зенкін., В.М. Швачій // Технологические системы. – 2004. – № 1. – С. 41-47.
3. Латуста М.Г. Управление качеством продукции машиностроения / М.Г. Латуста. – М.: Машиностроение, 1984. – 46 с.

*И.Ю. Кульбаченко, А.С. Зенкин*

***Оценка качества ключевых процессов машиностроительных производств.***

*Представлены результаты исследований, связанных с разработкой механизмов оценки качества протекания ключевых процессов машиностроительных производств на основе использования вероятностных матриц перехода.*

***Ключевые слова:*** *оценка качества, машиностроительные производства, матрица перехода.*

*I.Yu. Kulbachenko, A.S. Zenkin*

***Quality control of key processes engineering industries***

*The results of research related to the development of mechanisms to quality control of the flow of key processes engineering industries using probability transition matrices.*

***Keywords:*** *quality control, engineering industries, the transition matrix*