

# Керованість процесами забезпечення якості

Ю.Я.Бобало<sup>1</sup>, Л.А.Недоступ<sup>1</sup>, М.Д.Кіселичник<sup>1</sup>

*Анотація* – Forming of the imperfection probabilistic models had been proposed for production of radio-electronics. The opportunity of technological processes control is shown with the purposeful variation of the technological and control procedures parameters.

*Ключові слова* – Технологічний процес, керування, дефектність, якість.

## I. ВСТУП

Тенденції, що характеризують процеси виробництва електронної апаратури, свідчать про актуальність проблеми підвищення ефективності систем забезпечення якості на базі застосування у виробництві оптимальних технологічних процесів і керування ними.

Формування якості при виробництві електронної апаратури проводиться наданням виробу необхідних властивостей, які забезпечать можливість його використання за призначенням. Ці процедури супроводжуються появою виробничих дефектів внаслідок дії на процес великої кількості дестабілізуючих чинників. Рівень дефектності продукції є показником якості виробництва.

## II. ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

Із врахуванням можливості керування технологічними процесами шляхом цілеспрямованої зміни параметрів технологічних і контрольних процедур з метою забезпечення необхідного рівня якості виробів більшість процесів можуть бути віднесені до однієї з трьох наступних груп [1].

1. Активно керовані процеси з найбільшою формуючою здатністю.

Їх назва визначає основну цільову функцію. Керування ними відбувається зміною режимів процесів структуро- і формоутворення, складання, монтажу, регулювання виробів тощо, що забезпечує необхідну точність їх параметрів, для формування яких призначені ці процеси. Показниками якості є:

$R_v$  – імовірність вводу дефектів при виконанні технологічної процедури;  $P$  – імовірність вірного контролю якості виробів;  $R_{пр}$  – імовірність пропуску дефектів;  $R_{вя}$  – імовірність виявлення дефектів;  $R_{деф}$  – імовірність наявності дефектів.

Активно керовані процеси характеризуються наступними значеннями показників якості:

$$R_v k, i \neq 0; P k, i \neq 0; R_{пр} k, i \neq 0; R_{вя} k, i \neq 0.$$

Тут  $k$  – номер кроку технологічного процесу,  $i$  – номер показника якості.

2. Пасивно або частково керовані процеси з обмеженою формуючою здатністю.

Зміна параметрів цих процесів є побічним ефектом зміни параметрів керованих процесів. Цей ефект має кореляційні зв'язки різної сили. Характерним для частково керованих процесів є:

$$R_{пр} k-1, i \neq 0; R_v k, i \neq 0; P k, i = 0; R_{пр} k, i \neq 0; R_{вя} k, i \neq 0.$$

3. Некеровані процеси з відсутністю формуючої здатності.

Параметри цих процесів є постійними величинами:

$$R_{пр} k-1, i \neq 0; R_v k, i = 0; P k, i = 0; R_{пр} k, i \neq 0; R_{вя} k, i = 0.$$

Вхідні і вихідні параметри підсистем, а також параметри керування ними для реальних багатокрокових процесів доцільно подавати до розрахунків показників якості виробів у матричному вигляді. При цьому залежно від керованості процесів, їх параметри можна згрупувати в діагональні, смужкові і верхньокутові матриці.

Вид матриць параметрів активно керованих, пасивно керованих і некерованих процесів визначається з допомогою табл.1:

Таблиця 1

ХАРАКТЕРИСТИКА МАТРИЦЬ А, В, С, D

		Вид матриці			
П а р а м е т р и	D =   d <sub>0,i</sub>	A =   a <sub>k,i</sub>	B =   b <sub>k,i</sub>	C =   c <sub>k,i</sub>	
	R <sub>деф</sub> .0,i ≠ 0	R <sub>v</sub> .k,i ≠ 0	R <sub>v</sub> .k,i = $\begin{cases} 0 \\ 0 \end{cases}$	R <sub>v</sub> .k,i = 0	
	P <sub>0,i</sub> ≠ 0	P <sub>k,i</sub> ≠ 0	P <sub>k,i</sub> = $\begin{cases} 0 \\ 0 \end{cases}$	P <sub>k,i</sub> = 0	
	R <sub>пр</sub> .0,i ≠ 0	R <sub>пр</sub> .0,i ≠ 0	R <sub>пр</sub> .k,i ≠ 0	R <sub>пр</sub> .k,i ≠ 0	
	R <sub>вя</sub> .0,i ≠ 0	R <sub>вя</sub> .k,i ≠ 0	R <sub>вя</sub> .k,i = 0	R <sub>вя</sub> .k,i = 0	

<sup>1</sup> Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, УКРАЇНА, E-mail: mkiselychnyk@polynet.lviv.ua

Повна матриця параметрів процедур формування якості виробів  $M$  отримується шляхом підсумовування матриць-складових  $D, A, B, C$ :

$$M = D + A + B + C.$$

### III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведене дослідження виробництва широкої номенклатури радіовиміррювальних приладів показало, що ширина смуги ненульових елементів повної матриці параметрів активно керованих, пасивно керованих і некерованих процесів не є постійною. Вона змінюється у ході технологічного процесу. Її ширина тим більша, чим більший вплив  $k$ -ої технологічної або контрольної операції на параметри виробу, які були сформовані на попередніх кроках технологічного процесу. Значення елементів цієї матриці зменшуються в міру віддалення від основної діагоналі.

Ймовірність пропуску дефектів по кожному з параметрів при вихідному контролі якості визначаються матрицею-стовпчиком

$$P_{пр.n} = [P_{пр.n1}, P_{пр.n2}, \dots, P_{пр.nn}]T.$$

Елементи цієї матриці розраховуються з допомогою системи рекурентних залежностей:

$$P_{пр.n1} = \{P_{пр.n-1,1} + (1 - P_{пр.n-1,1})P_{в.n1}\}(1 - P_{n1});$$

$$P_{пр.n2} = \{P_{пр.n-1,2} + (1 - P_{пр.n-1,2})P_{в.n2}\}(1 - P_{n2});$$

...

$$P_{пр.nn} = \{P_{деф.0,n}(1 - P_{0n}) + [1 - P_{деф.0,n}(1 - P_{0n})]P_{в.nn}\}(1 - P_{nn}).$$

Стан виробів на виході технологічного процесу характеризується об'єднанням подій  $An1, An2, \dots, Ann$  пропуску дефектів по кожному з  $n$  параметрів, тому з врахуванням їх адитивності ймовірність наявності дефектів  $P_{пр.n}$  визначається за умовою

$$P_{пр.n} = P\left(\bigcup_{i=1}^n A_{ni}\right).$$

Враховуючи сумісність подій  $An1, An2, \dots, Ann$ , дефектність виробів за всіма параметрами на виході технологічного процесу описується ймовірністю  $P_{пр.n,1+2+\dots+n} = P_{пр.n}$ :

$$P_{пр.n,1+2+\dots+n} = P_{пр.n} = \sum_{1 \leq i \leq n} P_{пр.ni} - \sum_{1 \leq i_1 < i_2 \leq n} P_{пр.ni_1} P_{пр.ni_2} + \dots \rightarrow$$

$$\rightarrow \dots + (-1)^{S-1} \sum_{1 \leq i_1 < \dots < i_s \leq n} P_{пр.ni_1} P_{пр.ni_2} \times \dots \times P_{пр.ni_s} + \dots \rightarrow$$

$$\rightarrow \dots + (-1)^{n-1} P_{пр.n1} P_{пр.n2} \times \dots \times P_{пр.nn},$$

де ймовірності пропуску дефектів на  $n$ -му кроці технологічного процесу по  $i$ -му параметру,  $j = \overline{1, k}$ , визначається рівняннями:

$$P_{пр.n,1} = \{P_{пр.n-2,1} + (1 - P_{пр.n-2,1})P_{в.n-1,1}\}(1 - P_{n-1,1}) +$$

$$+ \{1 - [P_{пр.n-2,1} + (1 - P_{пр.n-2,1})P_{в.n-1,1}]\}(1 - P_{n-1,1})P_{в.n1}\}(1 - P_{n1});$$

$$P_{пр.n,2} = \{P_{пр.n-2,2} + (1 - P_{пр.n-2,2})P_{в.n-1,2}\}(1 - P_{n-1,2}) +$$

$$+ \{1 - [P_{пр.n-2,2} + (1 - P_{пр.n-2,2})P_{в.n-1,2}]\}(1 - P_{n-1,2})P_{в.n2}\}(1 - P_{n2});$$

...

$$P_{пр.n,n} = \{P_{пр.n-1,n} + (1 - P_{пр.n-1,n})P_{в.n,n}\}(1 - P_{n,n}).$$

Ймовірність виходу придатних виробів  $P_{прд.n}$  знаходиться з рівняння:

$$P_{прд.n} = 1 - P\left(\bigcup_{i=1}^n A_{ni}\right).$$

### IV. ВИСНОВОК

Наведена математична модель дефектності виробів на виході технологічного процесу є універсальною моделлю, її можна використовувати для процесів будь-якої структури і складності.

Наведені ймовірнісні моделі процесів формування дефектності при серійному виробництві електронних пристроїв є моделями адаптивними, складання яких базується на використанні стохастичних залежностей показників якості від параметрів технологічних та контрольних процедур на основних стадіях виробництва. Вони характеризуються можливістю послідовного наближення своїх параметрів до параметрів об'єктів без використання таких класичних методів, як, наприклад, метод множинної кореляції, дисперсійного аналізу тощо. Для реальних багатокрокових і багатопараметричних процесів використання таких методів є практично неможливим. Матрична структура наведених моделей забезпечує можливість роботи з ними в діалоговому режимі, що підвищує оперативність внесення корекцій, визначення необхідних ресурсів і рішення оптимізаційних задач.

### СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Бобало Ю. Я., Кіселичник М. Д., Недоступ Л. А. Системний аналіз якості виробництва прецизійної радіоелектронної апаратури./ За редакцією Л. А. Недоступа, - Львів: Держуніверситет «Львівська політехніка» 1996, 168с.