

УДК 006.91-389.14

В.У. Ігнаткін¹, Л.М. Віткін², К.Ю. Жмур¹, І.М. Ткачук¹¹Дніпродзержинський державний технічний університет, Дніпродзержинськ, Україна²Держспоживстандарт України, Київ, Україна

ВИКЛЮЧЕННЯ НЕІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ

В роботі розглядаються питання виключення неінформативних параметрів при контролі якості. Розроблені алгоритми дозволяють за допомогою ЕОМ реалізувати на виробництві процедуру визначення раціональної номенклатури контрольованих параметрів. Результати можуть бути використані в роботі метрологічних служб підприємств при плануванні і організації метрологічної експертизи.

Ключові слова: неінформативні параметри, метрологічна експертиза, контроль якості.

Вступ

Постановка задачі. При експертизі більшості технологічних і ряду конструкторських документів дуже важливим є встановлення, чи правильно вибрані засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) по точності, чи забезпечують вони необхідну продуктивність контрольованих операцій. Серійні ЗВТ повинні пройти державні випробування, бути внесені в Держреєстр і випускатися промисловістю. Експерту необхідно перевірити це, використовуючи інформацію Держреєстру і каталоги заводів-виробників [1].

Для встановлення раціональної номенклатури параметрів, що підлягають контролю при виготовленні і експлуатації виробів, конструктору (розробнику виробів), технологу (розробнику технологічних процесів їх виготовлення), або експерту (оцінюючому раціональність вибраної номенклатури) в загальному випадку необхідно мати в своєму розпорядженні наступну інформацію:

- 1) значення допусків (X_{H1}, X_{B1}) на належні контролю параметри (X_1);
- 2) числові характеристики розподілів значень параметрів в межах заданих допусків, при серійному виготовленні виробів – середніми значеннями X_1 і середніми квадратичними відхиленнями V_{X1} ;
- 3) видами законів розподілу значень параметрів;
- 4) дані про наявність кореляційних зв'язків між параметрами і значеннями попарних коефіцієнтів кореляції;
- 5) допустимі значення ймовірності помилок контролю, (P_{iD}).

Зазвичай, на стадії проектування виробів конструктор-розробник не має в своєму розпорядженні такої вичерпної інформації, зокрема він не має в своєму розпорядженні даних про види і характеристики

законів розподілу значень параметрів, які залежать від технології виготовлення виробів, і, лише, маючи параметричну модель виробу, може приблизно судити про ступінь корельованості тих або інших його параметрів. Тому на цій стадії можливо здійснити лише наближені розрахунки (зробивши ряд спрощуючих допущень), які в міру накопичення статистичних даних можуть бути уточнені в процесі експертизи конструкторсько-технологічної документації.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Найпростіша реальна задача, рішення якої необхідне для раціонального вибору номенклатури контрольованих параметрів, виключення надмірних параметрів при розробці і експертизі нормативних документів, полягає в наступному: потрібно визначити ймовірність того, що якщо виміряне в процесі контролю виробу відхилення параметра $X_1(X_2)$ лежить у межах заданих допусків, то і значення параметра $X_2(X_1)$ також лежить в межах заданих для нього допусків.

Події, відповідні найменшому значенню цієї ймовірності визначаються нерівностями:

$$X_{H2}(X_{H1}) = X_{B2}(X_{B1})/X_1(X_2) = X_{H1}(X_{H2}); \quad (1)$$

$$X_{H2}(X_{H1}) = X_{B2}(X_{B1})/X_1(X_2) = X_{B1}(X_{B2}), \quad (2)$$

що означає: відхилення параметра X_2 (або X_1) знаходиться в межах заданих допусків X_{H2} (або X_{H1}), X_{B2} (або X_{B1}), коли (за умови, що) виміряне відхилення іншого параметра X_1 (або X_2) лежить на нижній (1) або верхній (2) межах допусків.

Загальним принципом розв'язку вказаної задачі є визначення умовної ймовірності:

$$P_{11}(X_{H2} = X_2 = X_{B2}/X_1); \quad (3)$$

$$P_{12}(X_{H2} = X_2 = X_{B2}/X_1 = X_{B1}),$$

$$\text{або } P_{21}(X_{H1} = X_1 = X_{B1}/X_2); \quad (4)$$

$$P_{22}(X_{H1} = X_1 = X_{B1}/X_2 = X_{B2}).$$

Якщо отримані значення ймовірності P_{11} і P_{22} більші (або рівні) допустимому значенню P_D , то доцільно здійснювати контроль лише параметра X_1 , не контролюючи параметр X_2 , тобто параметр X_2 із раціоналізованої номенклатури виключається. Якщо P_{21} і P_{22} більше або рівне P_D , то виключається X_1 . Значення P_D може бути прийнято рівним $P_D = 1 - P_2$, де P_2 – ймовірність помилки контролю другого роду, яка залежить від прийнятих методу і засобів контролю параметра, що виключається.

Ймовірність помилки контролю першого роду виключеного параметра при цьому можна не враховувати, оскільки при виході значень залишеного контрольованого параметра за межі допусків, виріб вже буде забраковано.

Припустимо, що сумісний розподіл значень X_1, X_2 підкоряється нормальному закону розподілу з густиною $\varphi(\tilde{O}_1, \tilde{O}_2)$:

$$\varphi(\tilde{O}_1, \tilde{O}_2) = \frac{1}{2\pi\sigma_{O1}\sigma_{O2}\sqrt{1-r_{12}^2}} X \times \exp \left\{ \frac{1}{2(1-r_{12}^2)} \cdot \left(\frac{(X_2 - \bar{X}_2)^2}{\sigma_{X2}^2} + \frac{(X_1 - \bar{X}_1)^2}{\sigma^2 \cdot X_1} \right) \times \frac{2r_{12}(X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)}{\sigma X_1 \cdot \sigma X_2} \right\}. \quad (5)$$

Тоді умовні розподілення значень X_1, X_2 :

$$\varphi(\tilde{O}_2/\tilde{O}_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{O2}\sqrt{1-r_{12}^2}}} X \times \exp \left\{ \frac{1}{2(1-r_{12}^2)} \cdot \left(\frac{(X_2 - \bar{X}_2)^2}{\sigma^2} - r_{12}^2 \frac{(X_1 - \bar{X}_1)^2}{\sigma_{X1}} \right) \right\}; \quad (6)$$

$$\varphi(\tilde{O}_1/\tilde{O}_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{O1}\sqrt{1-r_{12}^2}}} X \times \exp \left\{ -\frac{1}{2(1-r_{12}^2)} \cdot \left(\frac{(X_1 - \bar{X}_1)^2}{\sigma_{X1}} - r_{12}^2 \frac{(X_2 - \bar{X}_2)^2}{\sigma_{X2}} \right) \right\}. \quad (7)$$

Отже, в даному випадку для аналізу надмірності номенклатури контрольованих параметрів необхідно оцінити наступні умови ймовірності при $r_{12} > 0$ (позитивна кореляція) і $r_{12} < 0$ (негативна кореляція) [2, 3].

Формулювання мети статті. Таким чином, представляє інтерес дослідити можливість узагальнити розглянутий метод на будь-які форми завдання допусків (наприклад, для односторонніх допусків), для великого числа параметрів. Для цього можливо

скористатися або кореляційними матрицями, або простим перебором комбінацій параметрів.

Викладення основного матеріалу

Для аналізу надмірності номенклатури контрольованих параметрів при нормальному законі розподілу значень X_1 і X_2 необхідно оцінити наступні умовні ймовірності: при $r_{12} \geq 0$ (позитивна кореляція).

$$P_{11}^+(X_{H2} \leq X_2 / X_1 = X_{H1}). \quad (8)$$

При цьому другу межу (тут X_1) опускаємо, оскільки ймовірність нерівності $X_2 > X_{B2}$ при $X_1 = X_{H1}$ і позитивному коефіцієнті кореляції дуже мала:

$$P_{12}^+(X_2 \leq X_{B2} / X_1 = X_{B1}); \quad (9)$$

$$P_{21}^+(X_{H1} \leq X_1 / X_2 = X_{H2}); \quad (10)$$

$$P_{22}^+(X_1 \leq X_{B1} / X_2 = X_{B2}). \quad (11)$$

При $Z_{12} < 0$:

$$P_{11}^-(X_{H2} \leq X_2 / X_1 = X_{B1}); \quad (12)$$

$$P_{12}^-(X_2 \leq X_{B2} / X_1 = X_{H1}); \quad (13)$$

$$P_{21}^-(X_{H1} \leq X_1 / X_2 = X_{B2}); \quad (14)$$

$$P_{22}^-(X_1 \leq X_{B1} / X_2 = X_{H2}). \quad (15)$$

кожна з цих ймовірностей порівнюється з P_D . Якщо і P_{11}^+ (P_{11}^-), і P_{12}^+ (P_{12}^-) більше P_D , то параметр X_2 є надлишковим і із раціональної номенклатури виключається. Якщо P_{21}^+ (P_{21}^-), P_{22}^+ (P_{22}^-) більше P_D , то надлишковим є параметр X_1 . У ряді випадків, може виявитися, що всі ймовірності: P_{11} , P_{12} , P_{21} , P_{22} більше P_D . Тоді питання про виключення того чи іншого параметра з числа контрольованих вирішується, виходячи з техніко-економічних міркувань, наприклад, шляхом зіставлення складності або вартості процесів контролю.

У загальному випадку користувач повинен володіти наступною вхідною інформацією:

1) кількість контрольованих (вимірюваних) параметрів (n);

2) значеннями допусків (X_{H1} , X_{B1}), на які підлягають контролю параметри (X_i);

3) числовими характеристиками розподілів значень параметрів в межах заданих допусків при серійному виготовленні виробів – середніми значеннями X_i і середніми квадратичними відхиленнями σ_{X_i} ;

4) видами законів розподілу значень параметрів;

5) дані про наявність кореляційного зв'язку між параметрами і значеннями попарних коефіцієнтів кореляції (Z_{ij});

б) допускаються значеннями ймовірностей помилок контролю ($P_{1д}$, $P_{2д}$).

Характеристики контрольованих параметрів розташовуються послідовно у порядку зростання номерів ($i = 1 \div n$) і кожна група характеристик займає чотири послідовні рядки:

- середнє значення розподілу параметра (X_i);
- середньоквадратичне відхилення розподілу значень параметра (σ_i);
- нижнє значення допуску на підлягаючий контролю параметр (X_{Hi});
- верхнє значення допуску на підлягаючий контролю параметр (X_{Bi});

Матриця попарних коефіцієнтів кореляції між параметрами може бути задана частково, тому що Z_{ij} задано не для всіх можливих значень i та j . Крім того, оскільки $Z_{ij} = Z_{ji}$, то може бути зазначено або Z_{ij} або Z_{ji} , і, нарешті, не вказуються діагональні елементи матриці Z_{ii} . Опис елементів виконується в довільному порядку і кожен елемент матриці описується в трьох послідовних рядках файлу:

- номер рядка матриці (i);
- номер стовпця матриці (j);
- значення коефіцієнта кореляцій (Z_{ij}).

Вхідними даними для моделі є:

- 1) n – кількість контрольованих параметрів;
- 2) X_{Hi} , X_{Bi} – значення допусків для параметрів X_i , $i = 1 \div n$;
- 3) \bar{X}_i , σ_i – середні значення і середньоквадратичні відхилення розподілу значень параметрів у межах заданих допусків, $i = 1 \div n$;
- 4) R – матриця попарних коефіцієнтів кореляції між параметрами, де Z_{ij} для всіх $i = 1 \div n$, $j = 1 \div n$;
- 5) P_2 – ймовірність помилок контролю 2 роду.

Вихідні дані визначають множину, елементами якої є набори індексів (номерів) параметрів раціональної номенклатури.

В ряді випадків може виявитися, що всі ймовірності P_{11} , P_{12} , P_{21} , P_{22} більші P_d . Тоді питання про виключення того або іншого параметра з числа контрольованих розв'язується, виходячи з техніко-економічних міркувань. Наприклад, шляхом зіставлення складності або вартості процесів контролю.

Висновки

Проведені дослідження показали, що при організації контрольованих операцій контролю якості, оптимізація кількості контрольованих параметрів являється актуальною задачею. Модель можна узагальнити на будь-які форми завдання допусків (наприклад для односторонніх допусків, для чого застосовують кореляційні матриці, або перебір комбінацій параметрів).

Розроблений підхід може бути корисним конструктору, технологу або експерту, який оцінює раціональність обраної номенклатури, і програмно реалізований у складі автоматизованого робочого місця метролога.

Список літератури

1. Метрологическое обеспечение производства. Конспект лекций. Госстандарт. ВИСМ / Н.Н. Рейх, Н.Я. Медовикова, Ю.Н. Яковлев, О.Г. Глушкова, Н.Я. Столярова; под ред. А.А. Тупиченкова. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 248 с.
2. Віткін Л. М. Методика визначення ключових показників процесів системи управління якістю / Л.М. Віткін, Г.І. Хімічева // Радиоэлектроника и информатика: научно-технический журнал. – Х.: ХНУРЕ. 2005. – № 1. – С. 63-66.
3. Методика оптимізації контрольованих параметрів якості продукції у процесі метрологічної експертизи технічної документації / Л.М. Віткін, В.У. Ігнаткін, В.А. Литвиненко, О.І. Білий // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 6 (80). – С. 149-155.

Надійшла до редколегії 3.04.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.П. Захаров, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

ИСКЛЮЧЕНИЕ НЕИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

В.У. Игнаткин, Л.М. Виткин, К.Ю. Жмур, И.М. Ткачук

В работе рассматриваются вопросы исключения неинформативных параметров при контроле качества. Разработанные алгоритмы позволяют с помощью ЭВМ реализовать на производстве процедуру определения рациональной номенклатуры контролируемых параметров. Результаты могут быть использованы в работе метрологических служб при планировании и организации метрологической экспертизы.

Ключевые слова: неинформативные параметры, метрологическая экспертиза, контроль качества.

EXCEPTION OF SPURIOUS PARAMETERS DURING ORGANIZATION OF CONTROL AND MEASURING OPERATIONS

V.U. Ignatkin, L.M. Vitkin, K.Yu. Zmur, I.M. Tkachyk

The questions of exception of spurious parameters at the control of quality are examined in work. Created algorithms allow by computer to realize on production the procedure of determination of rational nomenclature of controlled parameters. Results can be drawn on metrological services at planning and organization of metrological examination.

Keywords: spurious parameters, metrological examination, control of qualities.