

**Гл. ас. инж. УЛЯНА ПАСКАЛЕВА**

ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ „НЕОФИТ РИПСКИ“, гр. БЛАГОЕВГРАД

**НЯКОИ ПРОБЛЕМИ ОТ МЕТРОЛОГИЧНОТО ОСИГУРЯВАНЕ НА  
ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ**

**SOME PROBLEMS OF THE METROLOGICAL ASSURANCE OF INTELIGENT  
MEASUREMENT SYSTEMS**

*Chief. Ass. Prof., engineer ULIANA PASKALEVA*

*SOUTHWESTERN UNIVERSITY "NEOFIT RILSKI", BLAGOEVGRAD*

**Abstract:** Intelligent Measurement Systems /IMS/ are created on the base of the computerizing techniques and in the process of measuring they use preliminary and current information as well as knowledge about the measurement saved in the system.

Some basic principles of methodology for analysis of the complex objects and technologies both in the field of quality control and measurement technology are discussed.

**Key words:** Intelligent Measurement System, metrology, calibration, characteristics of errors, metrological characteristics.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Под метрологично осигуряване на ИИС се разбира комплекс от действия, насочени към достигане и поддържане на необходимата точност на метрологичните им характеристики и параметри в съответствие с нормативните документи

Задаването на технически изисквания към програмните средства (ПС) с метрологично предназначение се явява начален етап на разработка на ПС, предназначени за ИИС [1, 2, 3]. Грешките, допуснати при задаване на техническите изисквания, се проявяват в по-късните етапи от жизнения цикъл на ПС при проектиране и приемане на опитния образец, а понякога и в етапа на експлоатация. При това материалните загуби за отстраняването им рязко нарастват. Така, отстраняването на грешки на стадия на програмиране е 7 пъти по-скъпо, отколкото в етапа на задаване на изисквания, при изходна проверка – 5 пъти по-скъпо отколкото в етапа на програмиране, а при експлоатация – от 2 до 20 пъти по-скъпо отколкото в етапа на проверка. Под програмни средства с метрологично предназначение се разбира съвкупност програми и програмни модули,

осигуряващи изпълнение на автоматизиран метрологичен комплекс от функции в съответствие с изискванията.

**ИНТЕЛИГЕНТНИТЕ ИЗМЕРВАТЕЛНИ СИСТЕМИ КАТО ОБЕКТ НА МЕТРОЛОГИЧНОТО ОСИГУРЯВАНЕ**

Ще бъдат разгледани накратко характеристиките и показателите на надеждност на програмните средства (ПС) с метрологично предназначение. Техническите изисквания към ПС и техните характеристики се определят най-често чрез математическо моделиране. За построяване на математическия модел на характеристиката „правилност“ се използва следното съответствие:

$$(1.1.) \Delta_{II} \rightarrow \Pi = \delta_B(A),$$

където:  $\Delta_{II}$  е грешката от измерване на ИИС;

$\Pi$  - комплексен показател за правилност на ПС с метрологично предназначение;

$A$  - априорна информация за измерваната физическа величина;

$\delta_B$  - грешката на изчисленията на ПС с метрологично предназначение.

Ведн прост случй за оценка на грешката на резултата по формулата  $y = f(x_1, \dots, x_n)$ , където  $x_1, \dots, x_n$  са резултатите от преките измервания, обикновено ограничаващи се с линейно променящи се съставки:

$$(1.2.) \Delta_y = \sum_{i=1}^n \Delta x_i df(x_1, \dots, x_n) / dx_i,$$

в точките  $(x_1^0, \dots, x_n^0)$ , отговарящи на получените резултати. По този начин грешката на изчисляването зависи от грешките  $\Delta x_1, \dots, \Delta x_n$  на резултатите от всички преки измервания и от самите резултати  $x_1, \dots, x_n$ .

Тази грешка се нарича трансформирана грешка (систематична и случайна) и за нейното задаване в техническите изисквания се използва [1, 2, 4]. следната формула:

$$\delta_B(x_i^0) = \frac{\Delta x_{i0}^0}{x_i^0},$$

където:  $\delta_B(x_i^0)$  е допустимата трансформирана грешка в точката  $x_i$ ;

$\Delta x_{i0}^0$  - допустимата допълнителна грешка от измерванията за сметка на ПС с метрологично предназначение;

$(x_i^0)$  - априорно предполагаемата стойност на измерваната величина.

Сцел изключване на влиянието на съвкупната грешка на ИИС, трансформираната систематична и случайна компоненти се задават по формулата:

$$(1.3.) \delta_B(x_i^0) = k \delta x_i^0,$$

където  $\delta x_i^0$  е относителната грешка на измерване на ИИС;

$k \leq 1$  - коефициент на пропорционалност.

Този коефициент може да се изчисли по пътя на заместването. При това се предполага, че за ПС с метрологично предназначение, при отчитане на

влиянието на съвкупната грешка на измерването може да се замени със съответната й грешка  $\Delta x_{i0}^0$ .

Тогава за случайната трансформирана грешка  $\delta_{СП}^T$  при предположение за нормално разпределение са в сила следните съотношения:

$$(1.4.) \begin{aligned} \delta_{СП}^T &= 3\sigma^T, \\ \delta_{И} &= 3\sigma_C, \end{aligned}$$

където  $\sigma^T$ ,  $\sigma_C$  - са средно квадратичните отклонения (СКО) съответно на случайната трансформирана грешка на ПС и сумарната относителна грешка от измерването с ИИС;

$\delta_{И}$  - съвкупната относителна грешка от измерването с ИИС.

Тогава:

$$(1.5.) \delta_C^2 = \sigma_0^2 + (\sigma^T)^2,$$

където  $\sigma_0^2$  е СКО на всички останали съставки в измервателната верига, влияещи на грешките на ИИС.

В общия случай може да се формулира правило за пренебрегване на малките по стойност съставлящи при сумиране на грешките. Тъй като дискретността на закръгляването на окончателния резултат винаги е по-малка от 3 %, то изчислената дисперсия  $D_B$  може да се пренебрегне:

$$(1.6.) \begin{aligned} D_B &= (\sigma^T)^2 \leq 0,03\sigma_C^2, \\ \sigma^T &\leq 0,17\sigma_C \end{aligned}$$

След заместване на (2.6.) в (2.4.) окончателно се получава:

$$(1.7.) \delta_{СП}^T \leq 0,2\delta_{И}.$$

За детерминираната систематична компонента на трансформираната грешка на резултата от измерването по принципа на заместването и по

правилото за пренебрегване на малките съставки, се получава:

$$(1.8.) \delta_{СИСТ}^T \leq 0,03\delta_{И},$$

където:  $\delta_{СИСТ}^T$  е систематичната трансформирана съставка от грешката на измерването.

Изводи: При задаването на показателя правилност, случайната трансформирана грешка на ПС с метрологично предназначение, трябва да бъде пет пъти по-малка от съвкупната относителна грешка на измерването с ИИС, а систематичната трансформирана грешка – повече от 30 пъти по-малка от съвкупната относителна грешка на измерването с ИИС.

Задаването на показателя надеждност на ПС с метрологично предназначение, имащи различни от апаратните средства причини за поява на откази, може да се осъществи на основата на модел със заместване в схемите за изчисляване на надеждност с условни апаратни елементи. При това заместване апаратният елемент ще бъде невъзстановяем, тъй като ПС с метрологично предназначение се възстановява само от специалистите, които го разработват [1, 4]. По този начин показателят на надеждност на ПС с метрологично предназначение влиза в последователната схема за определяне на надеждността на целия комплекс.

Показателите на надеждност на ПС с метрологично предназначение се ограничават по стойности в зависимост от коефициента на готовност  $K_G$ :

$$(1.9.) K_G = \frac{T_0}{T_0 + T_B},$$

където:  $T_0$  е средната отработка на отказ (времето за безотказна работа) на ИИС;

$T_B$  - средното време за възстановяване на ИИС.

При това:

$$(1.10.) T_0 = \frac{K_G}{1 - K_G} T_B.$$

Вероятността за безотказна работа  $P$  при хипотеза, че отработката до отказ е разпределена по експоненциален закон, се изразява чрез формулата:

$$(1.11.) P = \exp\left(-\frac{t_{HP}}{T_0}\right),$$

където:  $t_{HP}$  е времето за непрекъсната работа на ИИС.

Окончателно се получава:

$$(1.12.) P_K = 1 - \exp\left\{-\frac{t_{HP}(1 - K_G)}{T_B K_G}\right\},$$

където  $P_K$  е вероятността за безотказна работа на целия комплекс.



Фиг. 1. Система човек-оператор като система за масово обслужване

Входове: 1 – зрение; 2 – слух; 3 – осезание; 4 – вкус; 5 – обоняние.

Изходи: 1 – органи на речта; 2 – органи на движението.

Като се приеме най-неблагоприятния вариант за схемата за изчисляване на надеждността на ИИС:  $P_K = P_{ПС} P_{АЧ}$ , се получава:

$$(1.13.) P_{ПС} \geq \frac{\exp\left\{-\frac{t_{HP}(1-K_G)}{T_B K_G}\right\}}{P_{АЧ}},$$

където:  $P_{АЧ}$  е вероятността за безотказна работа на апаратната част на ИИС,

$P_{ПС}$  - вероятността за безотказна работа на ПС на ИИС.

От друга страна, отчитайки факта, че ПС се явяват невъзстановяеми елементи в схемата за определяне на надеждността, то тяхната надеждност трябва да бъде не по-малко от максималната надеждност на апаратната част на ИИС:

$$(1.14.) P_{ПС} \geq P_{АЧ}^{MAX}.$$

Тогава резултатното условие за определяне на надеждността на ПС с метрологично предназначение [1, 4] ще бъде:

$$(1.15.) \frac{\left\{\exp\left\{-\frac{t_{HP}(1-K_G)}{T_B K_G}\right\}\right\}}{P_{АЧ}} \left\{P_{АЧ}^{MAX}\right\}$$

### ИЗВОДИ

Последната формула отразява модела на задаване на показателя на надеждността на ПС с метрологично предназначение.

Разработените по-горе на основата на системния подход математически модели позволяват да се реши задачата за техническите изисквания за важни показатели за ПС с метрологично предназначение.

На основата на изложения модел, вземайки в предвид високите изисквания за коефициента на готовност, както и  $P_{АЧ} = 1$ , съгласно последната формула се получава за  $P_{ПС}$  не по-малко 0,99995-0,9999.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов, Г. П., Кузнецов, Б. П., „Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники“, Москва, РАДИО И СВЯЗЬ, 1990.
2. Калчев, И., Разпределени измервателни системи, ТУ – София, 2005 г.
3. Калчев, И., Интелигентни измервателни системи, ТУ – София, 2006 г.
4. Петров, Н. “Експлоатационна надеждност на рискови технически системи”, Ямбол, ИК “Ж. Учков”, 2002.
5. Agilent Instruments Technical Support, 01/2004.
6. Cal Lab, on line, “The international journal of metrology”, 1/2004 Agilent Catalog.
7. Paskaleva Ul. Chr. „An Optimal Robust Method for Metrological Assurance”, SWU N. Rilsky”, Blagoevgrad, 2005.
8. Test and Measurement Engineering Services, 2003.