

## МЕТОДИКА ОБГРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

І.М. Ключников, О.Л. Бурсала, О.О. Підгорбунський  
(Харківський університет Повітряних Сил)

*Запропонована методика обґрунтування обмежень до значень показників контролю та діагностування, що дозволяє обґрунтовувати вимоги до систем контролю та діагностування*

***засоби контролю та діагностування, цифрові системи управління***

**Постановка задачі.** В дійсний час для управління різноманітними складними процесами широкого застосування набули цифрові системи управління (ЦСУ). Ядро таких систем складають цифрові обчислювальні системи. Більшість з процесів, що підлягають управлінню, є безперервними, тому системи управління повинні здійснювати обробку інформації у реальному часі. Це накладає вимоги до значення готовності цих систем. Вирішення задачі забезпечення високої готовності систем управління складними процесами протягом тривалого часу експлуатації неможливо без застосування системи оперативного контролю та відновлення [1]. Ефективність контролю залежить, головним чином, від досконалості засобів контролю, яка характеризується значеннями показників контролю та діагностування (КД) [2]. Тому при виборі засобів необхідно мати обґрунтовані вимоги до значень показників КД, що зможуть забезпечити потрібний рівень готовності системи управління.

**Аналіз літератури.** Рішення задачі контролю ЦСУ розглядається в роботах [3 – 6]. У більшості з них здійснюється контроль процесів обробки інформації. В цих роботах наводиться описання розроблених засобів контролю, які базуються, переважно, на застосуванні структурної, алгоритмічної надмірності і застосовуються для специфічних операцій, алгоритмів обробки. Наведенні дані вказують на ефективність застосування цих методів у конкретних випадках, які розглядаються.

Сучасні системи управління будуються з використанням уніфікованих комплектуючих, тому доцільно провести оцінки відповідності засобів КД, що пропонуються, вимогам, що висуваються до системи КД в цілому.

**Мета статі.** Розробка методики обґрунтування вимог до засобів КД, що забезпечують потрібний рівень готовності ЦСУ.

**Методика обґрунтування вимог до засобів КД.** Вимоги до засобів КД доцільно висувати у вигляді обмежень на значення їх показників. При визначенні вимог до значень показників КД, які забезпечують готовність ЦСУ, всі показники необхідно привести до вигляду, який буде відповідати умові – найбільшому значенню показника відповідає найменше значення готовності. Для оцінки готовності ЦСУ можна застосовувати показники готовності, що наведені у ДСТУ 2680-94 „Надійність техніки”.

Процес визначення обмежень до значень показників полягає в наступному. У інтервалах можливих значень для кожного показника КД визначають максимально можливе значення. Формують кортеж початкових обмежень із максимально можливих значень показників КД:

$$P^{\text{початк}} = \{\rho_i^{\text{max}}\}; \quad i = \overline{1, n},$$

де  $n$  – кількість показників КД,  $i$  – кортеж із мінімально можливих значень показників КД:

$$P^{\text{min}} = \{\rho_i^{\text{min}}\}.$$

Поступово зменшуючи, по черзі, значення показників від максимальних до мінімально можливих перевіряють виконання умов:

$$|K_{\text{пр}}^{\text{потр}} - K_{\text{пр}}(\rho_i)| \leq \delta; \quad \rho_i^{\text{min}} \leq \rho_i,$$

де  $\delta$  – потрібна точність визначення вимог до показників КД;  $\rho_i^{\text{min}}$  – мінімально можливе значення показника.

У випадку виконання цієї вимоги отримані значення показників формують кортеж обмежень значень показників КД, що забезпечують готовність ЦСУ:  $P^{\text{обм}} = \{\rho_i^{\text{обм}}\}, i = \overline{1, n}$ . Різна вагомість впливу показників КД на готовність системи вказує, що обмеження до найбільш впливових показників повинні бути жорсткішими, ніж обмеження до найменш впливових. Для виконання цього необхідно, щоб значення найбільш впливових показників КД були якомога більшими, при цьому значення найменш впливових показників можуть бути мінімальними. Тому кортеж початкових обмежень повинен будуватися з урахуванням розташування показників у ряді вагомості впливу таким чином, щоб при визначенні обмежень спочатку зменшувати значення найменш впливових показників, а значення найбільш впливових показників зменшувати в останню чергу.

Вихідними даними, які використовуються в методиці є  $K_{\text{р}}^{\text{потр}}$ ,  $K_{\text{р}} = f(\rho_i)$ ,  $\delta$ ,  $P^{\text{початк}}$ ,  $P^{\text{min}}$ . Значення  $P^{\text{початк}}$  та  $P^{\text{min}}$  повинні бути сформовані відповідно до рядів вагомості впливу показників КД на готовність ЦСУ. Для зменшення інтервалів  $[\rho_i^{\text{min}}, \rho_i^{\text{max}}]$ ,  $[\rho_i^{\text{min}}, \rho_i]$ ,  $[\rho_i, \rho_i^{\text{max}}]$  при визначенні чергового значення  $\rho_i$  пропонується використовувати методи лінійно-

го пошуку, у частковості метод золотого перетину [127], який забезпечує швидке наближення до потрібного значення.

Методика реалізується на наступних етапах.

1 етап. Визначення інтервалів  $[\rho_i^H, \rho_i^B]$  для кожного показника.

2 етап. Визначення довжини інтервалу значень  $i$ -го показника,  $l := |\rho_i^B - \rho_i^H|$ .

3 етап. Зменшення  $i$ -го показника КД, отримання  $\rho_i^T := \rho_i^B - 0,618 \cdot l$ . Перевірка виконання вимоги  $K_{\text{пр}}^{\text{потр}} \leq K_{\text{пр}}(\rho_i^T)$ . При виконанні цієї вимоги здійснюється перехід до 5 етапу, у протилежному випадку до етапу 4.

4 етап.  $\rho_i^B := \rho_i^T$ ;  $i := i + 1$ . Перехід до 2 етапу.

5 етап. Перевірка виконання вимоги  $|K_{\text{пр}}^{\text{потр}} - K_{\text{пр}}(\rho_i)| \leq \delta$ . Якщо вимога виконується здійснюється перехід до 7 етапу, коли ні здійснюється перехід до 6 етапу.

6 етап.  $\rho_i^H := \rho_i^T$ , Перехід до 2 етапу.

7 етап.  $\rho_i := \rho_i^T$ . Формування кортежу  $P^{\text{обм}} = \{\rho_i\}$ ;  $i = \overline{1, n}$ .

**Приклад застосування методики.** Система з повним періодичним контролем, граф переходів якої представлений на рис. 1, може знаходитись у наступних станах:  $S_1$  – працездатний (вихідний) стан ЦСУ;  $S_2$  – прихована відмова, яка виникає в періодично контрольованій частині системи і не виявляється до проведення операцій періодичного контролю;  $S_3$  – контроль системи з прихованою відмовою;  $S_5$  – контроль працездатної системи;  $S_4$  – відновлення після відмови.

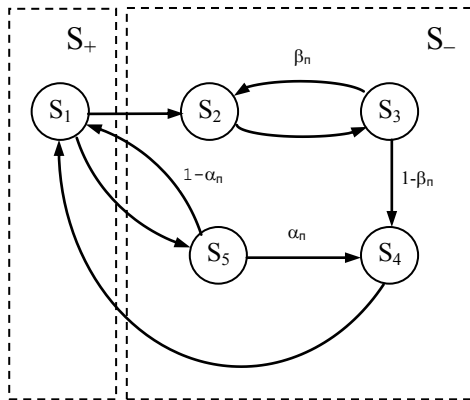


Рис. 1. Граф переходів, який описує функціонування системи КД з повним періодичним контролем

Вихідні данні для розрахунків: інтенсивність відмови системи  $\lambda_{12} = 0,00001$ ; потрібне значення готовності системи  $K_{\text{пр}}^{\text{потр}} = 0,975$ ; допуск на обчислене значення коефіцієнта працездатності  $\delta = 0,0005$ ;

інтервал зміни значень тривалості контролю  $\tau_k = 1 \dots 10$ ; інтервал зміни значень часу відновлення системи після відмови  $t_{\text{вв}} = 10 \dots 100$ ; інтервал зміни значень імовірності хибної відмови під час контролю  $\alpha_n = 0,01 \dots 0,8$ ; інтервал зміни значень імовірності невиявленої відмови під час контролю  $\beta_n = 0,1 \dots 0,8$ .

Обмеження до значень показників контролю та діагностування:

- імовірність хибної відмови під час контролю  $\alpha_n \leq 0,0181$ ;
- імовірність невиявленої відмови під час контролю  $\beta_n \leq 0,3118$ ;
- інтенсивність відновлення системи після відмови  $\omega_{\text{вв}} \geq 0,6666 \text{ год}^{-1}$ ;
- тривалість контролю  $\tau_k \leq 1,5 \text{ год}$ .

**Висновки.** Запропонована методика обґрунтування обмежень до значень показників КД необхідна для реалізації методу вибору програмних засобів КД та дозволяє визначати граничні значення показників КД засобів контролю та діагностування. Вибір і застосування засобів контролю та діагностування, значення показників КД яких відповідають обмеженням дозволяє забезпечити потрібну готовність ЦСУ складних технічних систем та об'єктів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Артеменко С.А. Шляхи забезпечення високої ефективності складних технічних систем в процесі їхньої експлуатації // Ракетно-космічна техніка: Збірник наукових праць – Х.: ХВУ, 1999. – Вип. 1. – С. 26 – 28.*
2. *ДСТУ 2389 – 94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994. – 48 с.*
3. *Коваленко К.А., Лясковский В.Л. К вопросу повышения надежности функционирования многомашинных вычислительных комплексов с использованием аппаратурных средств и программно-логических методов // Автоматика и телемеханика. – 2000. – № 3. – С. 226 – 233.*
4. *Колибін Ю.М., Кравець В.О., Рисований О.М. Мікропроцесорні системи. Контроль та діагностика. Навч. посібник. – Х.: ХВУ, 2000. – 173 с.*
5. *Hillert M. Executable Assertions for Detecting Data Errors in Embedded Control System // Proc. Int'l Conf. Dependable System and Network (DSN 2000), June, 2000. – P. 24 – 33.*
6. *Oh N., Shirvani P.P., McCluskey E.J. Error detecting by duplicated instructions in super-scalar procesors // IEEE Trahsaction on Reliability, March, 2002. – Vol. 51. – P. 63 – 75.*
7. *Зайченко Ю.П. Исследование операций. – К.: Вища школа, 1988. – 552 с.*

Надійшла 1.11.2005

**Рецензент:** доктор технічних наук, професор С.А. Калкаманов,  
Харківський університет Повітряних Сил.