

**ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ВІДМОВОСТІЙКОЇ
СИСТЕМИ З РЕКОНФІГУРАЦІЄЮ ЯДРА
МАЖОРИТАРНОЇ СТРУКТУРИ**

*Волочій Б.Ю., д.т.н., професор; Озірковський Л.Д., к.т.н., доцент;
Змисний М.М., аспірант*

*¹Національний університет «Львівська політехніка»,
м. Львів, Україна*

Для необслуговуваних програмно-апаратних радіоелектронних засобів (РЕЗ), призначених для довготривалої безперервної експлуатації, надійність забезпечують шляхом використання відмовостійкої системи (ВС) на основі мажоритарної структури (МС) з фіксованим правилом прийняття рішення і ковзним резервуванням [1]. Підвищення надійності таких систем забезпечує процедура реконфігурації показана в [2]. Практичний інтерес має інша процедура реконфігурації ядра МС, яка дозволяє зберегти мажоритарний принцип, при зменшенні кількості працездатних технічних систем (ТС) в ядрі. Однак у відомих публікаціях про відмовостійкі системи з МС відсутня модель для оцінки ефективності процедури реконфігурації в порівнянні з іншими реалізаціями ВС з МС.

Отже існує необхідність створення адекватної моделі ВС, яка б враховувала: зміну правила прийняття рішення і відповідну реконфігурацію ядра МС, наявність ковзного резервування ТС ядра, ненадійну роботу мажоритарного елемента (МЕ) та комутатора ковзного резерву.

Особливості структури відмовостійкої системи. Структура ВС на основі МС представлена в [1]. Початкова кількість ТС в ядрі може бути довільною з відповідним правилом прийняття рішення. Серед ТС, які перебувають в резерві, перша ТС до підключення перебуває в навантаженому резерві, а всі інші – в ненавантаженому. Переведення ТС в навантажений резерв в програмно-апаратних РЕЗ означає подачу напруги електроживлення і завантаження програмного забезпечення.

Процедури, що формують поведінку відмовостійкої системи

Процедура 1. Виявлення несправної ТС в ядрі та її відключення.

Процедура 2. Підключення ТС з навантаженого резерву в ядро.

Процедура 3. Переведення чергової ТС із ненавантаженого резерву в навантажений резерв. *Процедура 4.* Процедура реконфігурація ядра МС. Дана процедура передбачає зміну правила прийняття рішення у МЕ і зміну кількості ТС в ядрі. Розглядається два варіанти реконфігурації ядра МС. В першому варіанті (модель №1) реконфігурація ядра МС відбувається після відмови першої ТС в ядрі, а в другому варіанті (модель №2) – в передавальній ситуації.

В розроблених моделях ВС прийнято, що тривалість всіх процесів, що відбуваються в системі мають експоненціальний розподіл, а інтенсивності протікання подій є сталими в часі величинами.

Моделі ВС розроблено з використанням удосконаленої технології аналітичного моделювання поведінки дискретно-неперервних стохастичних систем, яка забезпечує автоматизовану побудову моделі у вигляді графа станів та переходів на основі представлення об'єкту дослідження у вигляді структурно-автоматної моделі [1].

Приклад розв'язання задачі надійнісного проектування. Необхідно порівняти надійність РЕЗ в двох варіантах реалізації ВС на основі МС: з реконфігурацією після першої відмови ТС в ядрі та без реконфігурації ядра МС. Розрахунки проведені при наступних значеннях параметрів: інтенсивність відмов ТС $\lambda_n = 100$ відмов/10⁶ год; середнє значення тривалості заміни несправної ТС в ядрі на ТС з резерву $T_i = 0,01$ год; середнє значення тривалості переведення ТС з стану ненавантаженого резерву в навантажений $T_c = 0,1$ год; ймовірність успішного виконання процедури реконфігурації $P_{ME} = 0,999$; ймовірність успішного підключення ТС з резерву в ядро $P_{K1} = 0,999$;

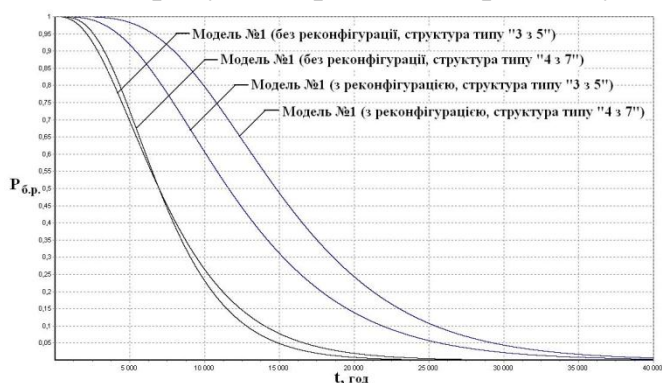


Рис. 1. Залежність ймовірності безвідмовної роботи ВС від часу

ймовірність успішного переведення ТС з стану ненавантаженого резерву в навантажений $P_{K2} = 0,999$. Дослідження показали, що застосування ВС з процедурою реконфігурації ядра МС в порівнянні з ВС на основі МС без реконфігурації покращує надійність представлену середнім значенням тривалості роботи до катастрофічної відмови: для ВС з правилом голосування "4 з 7" більше ніж в 2 рази; для ВС з правилом голосування "3 з 5" більше ніж 1,5 рази.

Застосування процедури реконфігурації ядра МС, дає змогу використати не відпрацьований ресурс та зберегти мажоритарний принцип при зменшенні кількості працездатних ТС в ядрі.

Література

1. Мандзій Б.А. Визначення параметрів стратегії аварійного відновлення для відмовостійких систем на основі мажоритарної структури / Б.А. Мандзій, Б.Ю. Волочій, Л.Д. Озірковський, М.М. Змисний, І.В. Кулик // Вісник НУ "Львівська політехніка". Радіотехніка та телекомунікації. – 2011. – №705. – С. 216–224.
2. Федухин А.В. Моделирование надежности невосстанавливаемой системы со структурой типа «К из N» с реконфигурацией / А.В. Федухин, Н.В. Сеспедес-Гарсия // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2009. – №7(41). – С. 82–84.