

## МЕХАНІЗМИ ТА ЗАСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРИ СТВОРЕННІ ВІДМОВОСТІЙКИХ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

Буценко Ю.П., Савченко Ю.Г.

*Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського,  
м. Київ*

Ідея використання апаратної надлишковості для забезпечення надійності електронних систем відома досить давно і широко використовується при створенні відповідальних за свої призначенням пристроїв і систем. Класичною реалізацією цієї ідеї можна вважати мажоритарний метод Дж. фон Неймана. На момент виникнення методу (1952р.) практична реалізація була проблематичною, оскільки мінімальний рівень необхідної надлишковості потребував потроєння масо-габаритних параметрів апаратури, що у більшості випадків виходило за межі реальних можливостей, наприклад, для бортової апаратури, де вимоги до надійності в той час були найбільш критичними. На сьогодні ситуація змінилася докорінним чином завдяки досягненням мікро- та наноелектроніки, з одного боку, а з іншого – широкому застосуванню відмовостійких електронних систем в банківській та комерційних сферах, для автоматичного керування наземними транспортними та технологічними об'єктами, де немає критичних обмежень на габарити та вагу. До того ж, для деяких застосувань навіть вартість додаткового обладнання не є критичною, оскільки плата за надійність (відмовостійкість) набагато вища за можливі збитки при виникненні відмови.

Кластери високої доступності – «High-availability clusters (HA)» Цей термін виник порівняно недавно та використовується в основному для резервованих комп'ютерних телекомунікаційних систем, банківських систем збереження даних (СЗД), комп'ютерних систем керування комерційними та торговельними мережами. У традиційних термінах це резервовані системи із апаратною надлишковістю і в більшості випадків мова йде про використання так званого гарячого резервування (навантаженого резерву). До цього ж класу можна віднести методи, які широко використовуються фірмою TANDEM для створення так званих промислових комп'ютерів. У будь-якому варіанті мова йде про заміну одного об'єкта (електронної схеми, пристрою, комп'ютера, сервера мережі)  $n$  однаковими (однотипними, еквівалентними за функціями) об'єктами та утворення результату шляхом оброблення сигналів (даних) з  $n$  виходів. Варіанти розрізняються рівнем надлишковості ( $n = 2, 3, 4, \dots$ ) та логічними правилами оброблення сигналів, по суті, алгоритмами керування кластером. У доповіді проводиться узагальнення згаданих вище методів і показано, на що сьогодні існує лише три процедури відновлення інформації при відмові частини складових кластера: 1) мажоритарна, 2) мажоритарна з адаптацією та 3) 2-парна з миттєвим відключенням пари, яка відмовила.

Для кожного з цих варіантів отримані розрахункові співвідношення для функцій розподілу ймовірності безвідмовної роботи системи в залежності від рівня надлишковості та функцій розподілу ймовірностей безвідмовної роботи компонентів (складових) системи.