

## **НАДІЙНІСНА МОДЕЛЬ ВІДМОВОСТІЙКОЇ БАГАТОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ З ВІДНОВЛЕННЯМ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*Волочій Б. Ю., д.т.н., проф.; Муляк О. В., аспірант; Озірковський Л. Д., к.т.н., доц.; Змисний М. М., асистент; Панський Т. І., аспірант  
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна*

Багато процесорні системи [1] відносяться до програмно-апаратних систем (ПАС), проблема надійності яких має свою специфіку, так як необхідно передбачити захист від відмов та збоїв апаратних засобів так і збоїв програмного забезпечення ПАС. Забезпечення надійності ПАС, як і в апаратних системах, реалізується шляхом використання властивості відмовостійкості. В практиці проектування ПАС властивість відмовостійкості багато процесорної системи здебільшого забезпечують двома способами. Перший спосіб передбачає введення в структуру надлишку процесорів. При втраті працездатності будь-якого процесора здійснюється автоматична реконфігурація структури багато процесорної системи із зниженням ефективності до заданого рівня. Другий спосіб забезпечення властивості відмовостійкості, який передбачає використання резервної багато процесорної системи, яка паралельно виконує ті ж функції, що і основна, але програмне забезпечення створено іншим розробником [2]. Для підвищення надійності апаратних засобів в таку систему включаються резервні процесори, які складають ковзний резерв для обох багато процесорних систем

Зауважимо, що у відомих публікаціях відсутні надійнісні моделі багато процесорних ПАС з загальним заміщувальним резервом та ковзним резервом процесорів обох багато процесорних систем, автоматичним перезавантаженням програмного забезпечення збої якого викликані збоями апаратних засобів. Вищесказане обумовлює актуальність задачі розробки надійнісної моделі такої ПАС.

### **Опис підходу до побудови надійнісної моделі програмно-апаратної системи**

Макромодель необслуговуваної ПАС, яка складається з основної та резервної системи представлена на рис. 2 враховує наступні її стани, а саме: стан 1 — ПАС знаходиться в працездатному стані, цільову функцію виконує основна система, резервна система справна; стан 2 — ПАС знаходиться в працездатному стані, цільову функцію виконує резервна система, основна система знаходиться в непрацездатному стані, проводиться процедура перезавантаження програмного забезпечення; стан 3 — ПАС перебуває в працездатному, стані цільову функцію виконує резервна система, перезавантаження ПЗ на основній системі не відбулося успішно; стан 4 — ПАС знаходиться в працездатному стані, цільову функцію виконує резервна система, відновлено працездатність основної системи шляхом переважа-

нтаження ПЗ; стан 5 — ПАС знаходиться в працездатному стані цільову функцію виконує основна система, резервна система знаходиться в непрацездатному стані, проводиться процедура перезавантаження ПЗ; Стан 6 — ПАС знаходиться в працездатному стані, цільову функцію виконує основна система, перезавантаження ПЗ резервної системи не відбулося успішно; стан В — стан критичної відмови (відновлення працездатності АЗ не є можливим).

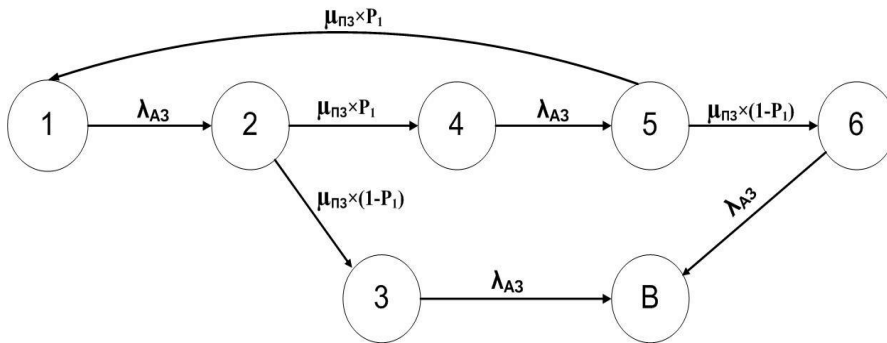


Рис. 2. Макромодель резервованої системи з перезавантаженням ПЗ викликаного збоями апаратних засобів

Системи, які входять до складу ПАС втрачають працездатність з інтенсивністю  $\lambda_{AZ} = \lambda''_{AZ} + \lambda'_{AZ}$ , де  $\lambda''_{AZ}$  — інтенсивність відмов АЗ системи,  $\lambda'_{AZ}$  — інтенсивність збоїв АЗ системи, які приводять до короточасної втрати її працездатності. Збої АЗ систем, що входять до складу ПАС приводять до збоїв у роботі ПЗ, тому інтенсивність збоїв ПЗ викликаних збоями АЗ має значення  $\lambda_{ПЗ} = \lambda'_{AZ}$ . Після відмови основної або резервної системи відбувається підключення резервної, або основної системи з інтенсивністю  $\lambda_{AZ}$ . В системі з імовірністю  $P_1$  відбуваються збої АЗ та з імовірністю  $1 - P_1$  відбуваються відмови АЗ. Відповідно процедура перезавантаження ПЗ відбувається успішно з інтенсивністю  $\mu_{AZ} \cdot P_1$  та неуспішно з інтенсивністю  $\mu_{AZ} \cdot (1 - P_1)$ , де  $\mu_{AZ} = 1 / t_{res}$ ,  $t_{res}$  — середнє значення тривалості часу перезавантаження ПЗ. Коли в системі відсутній загальний заміщувальний резерв, то з інтенсивністю  $\lambda_{AZ}$  ПАС попадає в стан критичної відмови.

Описаний підхід використано при розробці надійнішої моделі відмовостійкої ПАС з комбінованим структурним резервуванням.

### Література

1. Mudry P. A. CONFETTI: A reconfigurable hardware platform for prototyping cellular architectures / P. A. Mudry, F. Vannel, G. Tempesti, D. Mange // International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2007. — P. 96 — 103.
2. Белый Ю. А. Модели отказов и оценка надежности мультидиверсных систем / Белый Ю. А. // Радиотехнічні і комп'ютерні системи, 2008. — №5(32) — С. 62 — 66.