

## НАЗНАЧЕНИЕ РАБОЧИХ МОДУЛЕЙ МАТРИЧНЫХ СПЕЦПРОЦЕССОРОВ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

к.т.н. Н.П. Благодарный, Ю.М. Зигангирова  
(представил д.т.н., проф. В.С. Харченко)

*Рассматривается метод случайного назначения рабочих модулей на множестве исправных модулей матричных спецпроцессоров (МСП).*

Требования к надежностным характеристикам (отказоустойчивости) СБИС-систем реального времени не могут быть удовлетворены без наличия избыточности и использования скользящего резервирования [1, 2]. Небольшая кратность  $(0,1 \div 0,5)$  скользящего резервирования интенсифицирует поиск путей улучшения использования резервного оборудования при замене отказавших элементов исправными [2].

Рассмотрим исправные процессорные модули  $V_{ij}, V_{ij} \in V \setminus V_0(t_{Hi})$ , где  $V$  – множество процессорных модулей (ПМ);  $V_0(t_{Hi})$  – множество отказавших ПМ. Их назначения между множествами рабочих ПМ  $V_u(t_{Hi})$ ,  $l = |V_u(t_{Hi})|$  и резервных ПМ  $V_p(t_{Hi})$  связаны с оценками текущего  $\gamma_T(t_{Hi})$  и минимально необходимого  $\gamma_{\min}(t_{Hi})$  запасов отказоустойчивости на момент  $t_{Hi}$  начала функционирования МСП реального времени (РВ). Приемлемым при этом является назначение, обеспечивающее выполнение неравенства  $\gamma_{\min}(t_{Hi}) \geq \gamma_T(t_{Hi})$ . Значительные размеры МСП РВ, у которых  $|V| = N \geq (10^3 \div 10^4)$ ,  $l = (0,7 \div 0,8)N$ , не позволяют за приемлемое время пауз между применениями МСП определить нужное размещение [3, 4]. Например, при реализации тривиального алгоритма осуществляется анализ запаса отказоустойчивости каждого из  $C_N^l$  размещений и выбор наилучшего среди них. Для повышения оперативности поиска приемлемого размещения рабочих ПМ на множестве исправных ПМ необходимо уменьшать значения  $N$  и  $l$ . Приемлемым подходом к решению задачи может быть случайное назначение ПМ.

Каждый ПМ  $V_{ij}, V_{ij} \in V$ , в момент времени  $t_{Hi}$  может быть используемым, резервным или отказавшим соответственно с частотами  $P_u^*(t_{Hi})$ ,  $P_p^*(t_{Hi})$ ,  $P_0^*(t_{Hi})$ , рассчитываемыми следующим образом:

$$p_u^*(t_{H_i}) = \frac{|V_u(t_{H_i})|}{|V|}; \quad p_p^*(t_{H_i}) = \frac{|V_p(t_{H_i})|}{|V|}; \quad p_0^*(t_{H_i}) = \frac{|V_0(t_{H_i})|}{|V|};$$

$$p_0^*(t_{H_i}) + p_p^*(t_{H_i}) + p_u^*(t_{H_i}) = 1.$$

Тогда мощность  $|V_u(t_{H_i})|$  определим выражением

$$|V_u(t_{H_i})| = \left\{ 1 - \left[ p_0^*(t_{H_i}) + p_p^*(t_{H_i}) \right] \right\} |V|,$$

а среднее расстояние  $l_{cp}(t_{H_i})$  между ПМ  $V_{ij}$ ,  $V_{ij} \in V_u(t_{H_i})$  – выражением

$$l_{cp}(t_{H_i}) = \frac{|V|}{|V_u(t_{H_i})|}.$$

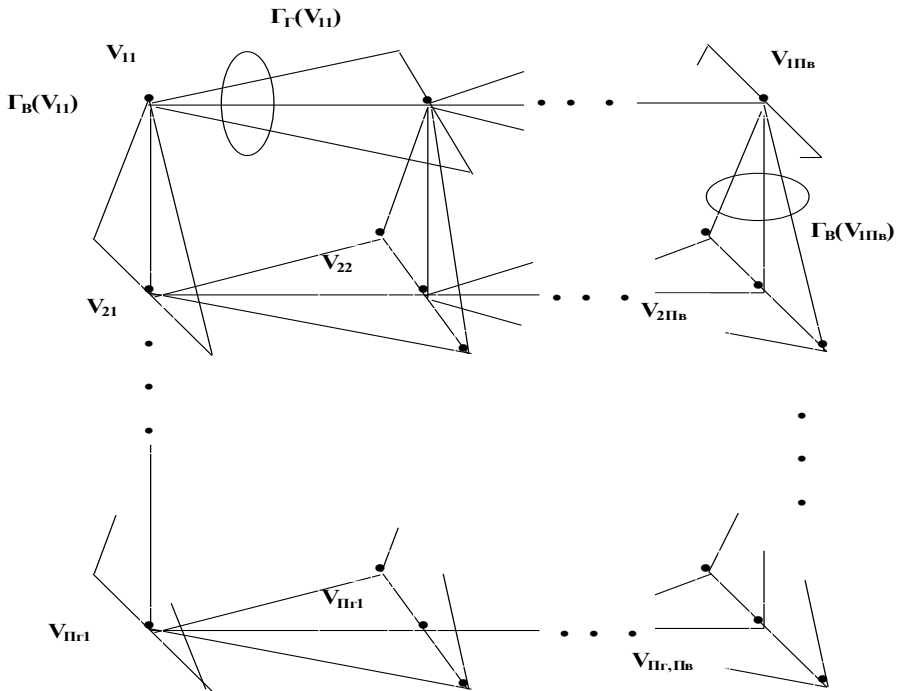


Рис.1. Последовательность назначения ПМ  $V_{ij}$ ,  $V_{ij} \in V_u(t_{H_i})$

Оценки следующих значений:  $\gamma_{\min}(t_{H_i}) = x_2$ ;  $p_p^*(t_{H_i})$ ;  $p_u^*(t_{H_i})$ ;  $l_{cp}(t_{H_i})$  – позволяют реализовать алгоритм вероятностного назначения ПМ  $V_{lk}$ ,  $V_{lk} \in V_u(t_{H_i})$  (рис. 1).

Для реализации функций ПМ  $V_{ij}$  целесообразно выбирать ПМ  $V_{n_i m_j}^\phi$ , удовлетворяющий условию

$$V_{ij} := V_{n_i m_j}^\phi \left[ \left[ V_{n_i m_j} \in \Gamma_V^{l_{cp}} \left( V_{n_{(i-1)} m_j}^\phi \right) \right] \& \left[ V_{n_i m_j} \in \Gamma_{гор}^{l_{cp}} \left( V_{n_i m_{(j-1)}}^\phi \right) \right] \right] \& \left[ \Gamma \left( V_{n_i m_j}^\phi \right) \geq x_2 \right],$$

где  $\Gamma_V^{l_{cp}} \left( V_{n_{(i-1)} m_j}^\phi \right)$  – множество ПМ  $i$ -й строки МСП  $(n, n)$ , смежных на расстоянии  $L$ ,  $L \leq l_{cp}$ , вниз по вертикали к ПМ  $V_{(i-1)j}$ ;  $\Gamma_{гор}^{l_{cp}} \left( V_{n_i m_{(j-1)}}^\phi \right)$  – множество ПМ  $j$ -го столбца МСП  $(n, n)$ , смежных на расстоянии  $L$ ,  $L \leq l_{cp}$ , слева по горизонтали к ПМ  $V_{i(j-1)}$ ;  $\Gamma \left( V_{n_i m_j}^\phi \right)$  – множество резервных ПМ, смежных рабочему ПМ  $V_{ij}$ .

Так как  $\left| \Gamma_{гор}^{l_{cp}} \left( V_{ij} \right) \right| \cong \left| \Gamma_V^{l_{cp}} \left( V_{ij} \right) \right| \ll N$ , то сложность решения задачи размещения рабочих ПМ существенно упрощается и появляется возможность ее решения за время простоя МСП РВ перед очередным интервалом активного применения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Харченко В.С., Литвиненко В.Г., Краснобаев В.А. Методы и алгоритмы реконфигурации систолических матричных систем с фиксированной размерностью и деградацией структуры // Кибернетика и системный анализ. – 1992. – № 4. – С. 72 – 79.
2. Харченко В.С., Благодарный Н.П. О реконфигурируемости цифровых систем // Электронное моделирование. – 1998. – № 6. – С. 81 – 93.
3. Кун С. Матричные процессоры на СБИС. – М.: Мир, 1991. – 672 с.
4. Благодарный М.П. Композиція реконфігурації, динамічного синтезу та реактивації у відказостійких процесорних середовищах реального часу // Раціонально-космічна техніка. – Вип.1. – X.: ХВУ. – 1999. – С. 46 – 48.

Поступила 21.08.02

**БЛАГОДАРНЫЙ Николай Петрович**, канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры Харьковского военного университета. В 1976 году окончил Харьковское высшее командное училище. Область научных интересов – отказоустойчивые цифровые системы.

**ЗИГАНГИРОВА Юлия Михайловна**, студентка Винницкого государственного технического университета. Область научных интересов – математическое моделирование сложных систем.