

## МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО РЕЗЕРВИРОВАНИЯ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

Корой В.В., Борзов Д.Б. (Юго-западный государственный университет г. Курск, Россия)

Тел./Факс: 8 (4712) 58-71-12; E-mail: [wkoroу@gmail.com](mailto:wkoroу@gmail.com)

**Abstract:** The article presents data on the redundancy method in multiprocessor systems.

**Keywords:** methods of redundancy, redundancy in microprocessor systems, multiprocessor systems

В связи с ежедневным ростом сложности и мощности вычислительных систем становится актуальной задача повышения их надежности, а как следствие – создание новых, более эффективных методов резервирования. Современные тенденции применения многопроцессорных вычислительных систем открывают новые перспективы для эффективного выполнения программ, а также для резервирования, т.к. повышение аппаратной сложности требует повышения надежности [1]. Алгоритм динамического резервирования (подразумевается использование нагруженного и ненагруженного резерва[3] одновременно) подразумевает, что для каждого из процессоров существует ассоциативная таблица (таблица 1), в которой указан номер основного процессора и номер резервирующего его процессора. В случае отказа одного из процессоров происходит переключение на резервный. Для резервных процессоров могут также назначаться резервные, в зависимости от наличия ресурсов.

Таблица 1 - Ассоциативная таблица

Номер процессора	номер резервного процессора
1	3
2	4
3	5
4	6
5	7
6	8
7	нет
8	нет
9	нет

Пусть  $t_{max}$  максимальное допустимое время выполнения этапа X программы, на котором произошел сбой процессора,  $t_r$  - фактическое время выполнения этого этапа. Тогда, если  $t_r + t_i < (t_{max}/2)$ , то данный этап будет выполняться на резервном

процессоре заново (т.к. для него достаточен запас оставшегося времени работы), иначе время выполнения этого этапа на процессор  $t_s = (t_r - t_i)$  - т.е. этап не будет выполняться полностью для снижения нагрузки. В случае сбоя основного процессора выполнения кода начнется с момента  $t_s$ . Таким образом увеличивается коэффициент оперативной готовности для резервного процессора, но при этом время работы резервного процессора меньше основного, что делает вероятность отказа ниже, чем при постоянном резервировании (т.е. резервный процессор работал без остановок как о и основной [2]). Пример переключения со сбойных процессоров на резервные приведен в таблице 2. Серым цветом выделены этапы не выполняющиеся вследствие сбоя процессора. На этапе 4 происходит отказ процессора 3, в результате его участки программ выполняются процессором 6 (соответственно таблице 1). На этапе 5 происходит отказ процессора 2, вместо него вступает в работу процессор 5, который также отказывает на этапе 8 и место него вступает в работу процессор 8.

Таблица 2 - Переключение процессоров

Номер процессора \ Этап выполнения программы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	3	10						
2		2							
3	5	7	10						
4	6	8	90			90			
5		11			11				
6		12			12				
7	13	14	15		14	15			
8		16			16			16	
9	17	19	18		19	18		19	
10		21	20		21	20		21	
11		22			22			22	

Для проверки работоспособности алгоритма была разработана программная статистическая модель. Результаты тестирования алгоритма и его сравнение с

постоянным резервированием каждого процессора одним резервным показаны на рисунке 1 (по горизонтали указано время работы системы, по вертикали – количество работоспособных процессоров). В результате работы постоянного резервирования система вышла из строя на 17 секунде, в то время как система с динамическим резервированием проработала до 51 секунды исправно.

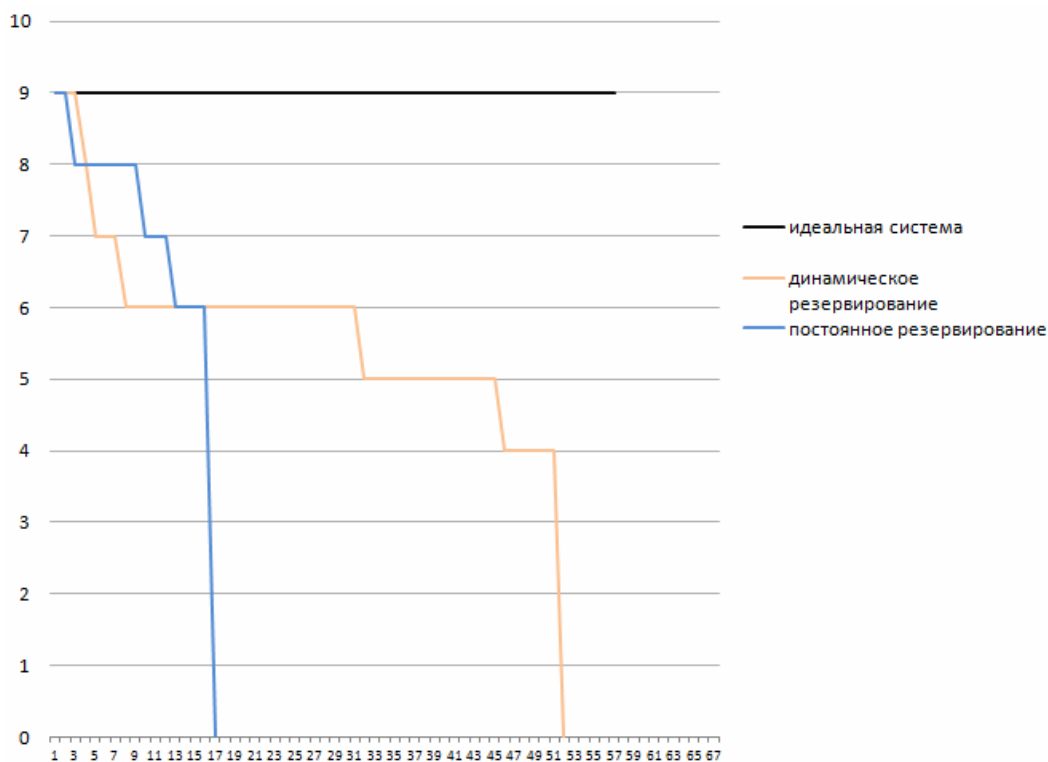


Рис. 1. Устойчивость методов резервирования по отношению к времени работы

Время работы системы с динамическим резервированием в 3 раза превышает время работы системы с постоянным резервированием, что является подтверждением более высокой устойчивости системы к сбоям при использовании динамического резервирования.

**Список литературы:** 1. EdmundB. Nightingale, EdmundB. Nightingale, Vince Orgovan. Cycles, Cells and Platters: An Empirical Analysis of Hardware Failurs on a Million Consumer PCs. Microsoft Research, 2011. [Электронный ресурс]. <http://research.microsoft.com/pubs/144888/eurosys84-nightingale.pdf> 2. Половко А. М. Основы теории надёжности. — М.:Наука, 1964. — 446с. 3. В.А. Острейковский, Ю.В. Швыряев. Безопасность Атомных Станций. Вероятностный анализ. — Москва: Физматлит, 2008. — С. 352. — ISBN 978 5 9221 0998 7.