

## **Проблемы организации достоверных вычислений в кластерных системах и сетях ЦВМ**

А.В. Лобанов

*ФГУП «НИИ Субмикрон», Москва, Зеленоград, lav@se.zgrad.ru*

Кластер – это связанный набор полноценных компьютеров, используемый в качестве единого вычислительного ресурса. Одной из важнейших характеристик осуществляемых кластером вычислений является их достоверность, которая трактуется как свойство системы, определяемое безошибочностью производимых системой преобразований информации и характеризуемое закономерностями появления ошибок из-за сбоев [1]. В работе [2] описан ряд организационных и технических мероприятий, способствующих повышению достоверности вычислений в кластерных системах. Однако все более широкое проникновение кластерных систем в область критических применений, в которых вычислительные ошибки могут приводить к тяжелым последствиям, требует введения более строгих и обоснованных подходов к обеспечению достоверности проводимых кластерами вычислений. Одним из таких подходов является репликация задач, выполняемых системой, построенная на методах организации сбое- и отказоустойчивых вычислений, при которых допустимые сбои и отказы, возникающие в системе, приводят к ошибкам только в малой части копий результатов, что позволяет системе парировать ошибки и осуществлять автоматический выбор правильных результатов [3].

Рассматриваемые системы представляют собой гетерогенные многомашинные вычислительные системы и сети ЦВМ, включающие большое количество ЦВМ, объединенных разнородными каналами связи. Такие системы обычно не имеют общего ядра, обеспечивающего сбое- и отказоустойчивость выполняемых вычислений. Репликация задач с использованием динамической избыточности [4], состоящих в выполнении одной и той же задачи на нескольких ЦВМ с обменом копиями результатов, выбором из них правильного в предположении о известном возможном количестве неисправных ЦВМ, обнаружении и идентификации случившихся проявлений неисправностей, изоляции неисправных элементов системы, восстановлении сбившихся элементов и отключении отказавших элементов, приемлемой реконфигурации системы и необходимом перераспределении в системе выполняемых задач, безопасном останове системы при невозможности выполнения заданных действий. Такой подход может сочетаться с наличием в системе сбое- и отказоустойчивых многоканальных ЦВМ, построенных на принципах аппаратного мажорирования.

Реализация подхода репликации задач на основе динамической избыточности в области кластерных систем требует теоретических и практических исследований и разработок в следующих направлениях: 1) построения адекватных моделей структур вычислительных систем, выполняемых ими вычислительных процессов, возможных неисправностей отдельных элементов системы и их проявлений в процессе выполнения решаемых задач, 2) методов разбиения системы на комплексы ЦВМ, каждый из которых решает одну из выполняемых параллельно задач, и обеспечения информационного межкомплексного взаимодействия [5], 3) программно-аппаратных механизмов, реализующих репликацию решаемых задач и парирование ошибок, возникающих из-за возникновения допустимых неисправностей, 4) программно-аппаратных механизмов обнаружения и идентификации по месту возникновения и по типу (сбой, программный сбой и отказ) случившихся проявлений неисправностей, 5) программно-аппаратных механизмов изоляции ЦВМ, идентифицированных в состоянии программного сбоя, 6) восстановления вычислительных процессов в ЦВМ, идентифицированных в состоянии

программного сбоя, 6) изоляции и отключения элементов системы, идентифицированных в состоянии отказа, 7) методов и механизмов реконфигурации системы в процессе ее управляемой деградации, состоящей в приемлемом переформировании комплексов и перераспределении между ними решаемых задач, 8) выполнении системой безопасного останова в случаях возникновения недопустимых неисправностей или невозможности продолжения управляемой деградации, 9) определение технического состояния системы методами системного диагностирования [6].

В докладе рассматриваются решения, полученные автором в вышеприведенных направлениях.

### Литература

1. Коган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы: Учеб. пособие для вузов. – 3-е изда., перераб и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. –592 с.
2. Воеводин Вл.В., Жуматий С.А. "Вычислительное дело и кластерные системы".-М.: Изд-во МГУ, 2007. - 150 с. ISBN 978-5-211-05440-0
3. Лобанов А.В. Модели замкнутых многомашинных вычислительных систем со сбоем и отказоустойчивостью на основе репликации задач в условиях возникновения враждебных неисправностей // Автоматика и телемеханика. 2009. № 2. С. 171-189
4. Пархоменко П.П., Согомонян Е.С. Основы технической диагностики: оптимизация алгоритмов диагностирования, аппаратные средства. М.: Энергия, 1981.
5. Ашарина И.В. Выделение комплексов в кластерных вычислительных системах. Настоящий сборник
6. Гришин В.Ю., Лобанов А.В., Сиренко В.Г. Распределенное системное диагностирование враждебных неисправностей в неполносвязных многомашинных вычислительных системах // Автоматика и телемеханика. 2005. № 2. С. 148-157.