

## 6.7. АНАЛИЗ МУЛЬТИПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ СТРУКТУРОЙ

Классический подход на основе последовательной машины Дж. фон Неймана, подход на основе модели вычислителя, вступил в резкие противоречия с требованиями, предъявляемыми к современным средствам обработки информации. Такая ситуация инициировала исследования по поиску новых принципов переработки информации, новых структурных и архитектурных решений, которые бы адекватно учитывали возможности технологии микроминиатюризации. В настоящее время имеет место необычайный подъем в исследованиях и опытно-конструкторских работах по мультипроцессорным ВС с усовершенствованной структурой. Такие ВС вплотную подошли к средствам, полностью основанным на модели коллектива вычислителей, т.е. к ВС с программируемой структурой.

В отличие от систем с канонической структурой мультипроцессора, в вычислительных системах с распределённой памятью принцип программируемости (автоматической настраиваемости) структуры получил внедрение в наиболее завершённом виде. Системы стали обладать способностью к автоматической реконфигурации структуры в процессе решения задач, представленных в параллельной форме, они стали допускать возможность разбиения на подсистемы для целей мультипрограммирования (одновременного решения нескольких задач на различных подсистемах). Вычислительные системы приобрели большую способность к статической (априорной) реконфигурации структур и состава для адаптации под область применения и условия эксплуатации. Такие ВС становятся все более распределёнными и в реализации ориентированы на современную технологию СБИС. Недалеко то время, когда *системы как ансамбли элементарных процессоров будут производиться в едином технологическом цикле.*

Подтверждением сказанному служит архитектура Connection Machine (см. 5.4). Эта ВС (на макроуровне) имеет архитектуру MIMD и представляется как композиция из четырех “суперпроцессоров”. В качестве последних выступают SIMD-подсистемы из 16384 элементарных процессоров. Итак, Connection Machine – это “многосуперпроцессорная” система.

Приведем еще пример современной мультипроцессорной ВС. Как уже отмечалось (см. 6.5), в фирме IBM были созданы первые мультипроцессорные ВС уже в середине 50-х годов. Конечно, эти первые системы были достаточно просты, число процессоров в них имело порядок 10 (т.е. по сути они не были **много**процессорными в современном понимании). Сейчас ВС рассматриваемого архитектурного класса действительно можно отнести к **много**процессорным, они состоят из сотен и тысяч процессоров. Последнее послужило основанием называть их системами с массовым параллелизмом. В качестве примера такой ВС служит одна из последних разработок фирмы IBM – система SP2.

Отметим архитектурные особенности вычислительной системы IBM RS/6000 SP2 (серии RS/6000). Тип архитектуры ВС – MIMD, это масштабируемая система с массовым параллелизмом: число элементарных процессоров (или узлов) от 2 до 512. Память системы – распределённая, т.е. каждый элементарный процессор имеет свою локальную оперативную и дисковую память. Связь между элементарными процессорами осуществляется через высокопроизводительный коммутатор (IBM high-performance switch). Таким образом, функциональная структура системы IBM RS/6000 SP2 – это мультипроцессор с распределённой памятью (см. ри. 6.5). Существует несколько типов элементарных процессоров (SP-узлов), которые комплектуются различными стандартными микропроцессорами: POWER 2 (с тактовыми частотами 66 и 77 МГц), P2SC (120 и 135 МГц), PowerPC 604 (112 МГц). Программное обеспечение системы IBM RS/6000 SP2 включает, в частности, операционную систему AIX, систему IBM

LoadLeveler реализующую режим пакетной обработки информации, операционную среду POE (Parallel Operating Environment), поддерживающую параллельные вычисления.

Анализ архитектуры мультимикропроцессорных ВС позволяет сделать нижеследующие выводы.

1. Основная тенденция в области архитектуры мультимикропроцессорных ВС – это наращивание степени полноты воплощения принципов модели коллектива вычислителей (параллелизма, программируемости структуры и конструктивной однородности).

2. Архитектурные возможности элементарных процессоров неуклонно наращиваются, их структура претерпела трансформацию от простейших конфигураций без памяти до элементарных машин – композиций из мощных микропроцессоров, оперативной памяти и внешних запоминающих устройств (и даже устройств ввода/вывода информации).

3. Мультимикропроцессорные ВС, начавшие свою историю как композиции из нескольких процессоров, превратились в системы с массовым параллелизмом (с числом процессоров порядка  $10^2 - 10^4$ ).

4. Современные мультимикропроцессорные ВС – это распределенные средства обработки информации, они имеют множество процессоров и распределенную память. Более того, в них и коммутатор (или другой ресурс), через который осуществляется взаимодействие процессоров, может быть распределенным. Программное обеспечение в таких ВС также является распределенным.

5. Высокопроизводительные ВС рассматриваемого класса есть по сути суперсистемы: это множество мощных микропроцессоров-конвейеров или матричных процессоров или даже объединение мультимикропроцессоров.

Итак, эволюционное развитие архитектуры мультимикропроцессорных вычислительных систем также как и конвейерных и матричных ВС (см. 4.4 и 5.5) привело, по сути к “революционной” модернизации первоначальных канонов. Любая современная высокопроизводительная ВС в зависимости от функционального уровня рассмотрения может выглядеть как MISD, или SIMD, или MIMD-система, более того, ее функциональная структура одновременно обладает “чертами” конвейерных, матричных и мультимикропроцессорных систем. Исследователи параллельных вычислительных технологий, архитекторы и создатели промышленных вычислительных систем (независимо от их первоначальных архитектурных концепций) пришли, по сути к распределенным вычислительным системам с программируемой структурой. В последующих главах мы займемся изучением этого архитектурно гибкого класса вычислительных систем.