

7.4. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МИНИМАКС

Вычислительные системы, которые формировались из аппаратурно-программных средств мини-ЭВМ, относились к группе мини-ВС. Минимашинные ВС – это одна из основных тенденций вычислительной техники 70-х годов 20 столетия (см. 6.2 и 6.6). Опыт эксплуатации показал, что при решении большого круга задач мини- ВС были более эффективны с точки зрения производительности, надёжности, живучести и стоимости, чем одна или даже несколько больших ЭВМ третьего поколения.

Работы по созданию вычислительных систем из мини-машин достаточно интенсивно велись в США. Однако общей концепции построения таких систем американские специалисты не выработали. Анализ проектов показывает, что использовались в основном три способа организации вычислительных систем: системы с общей памятью; ВС с общей шиной (или системой шин), к которой подключались процессоры, запоминающие и другие устройства; системы, в которых машины взаимодействовали через общую группу устройств ввода-вывода информации. Как правило, системы не имели программируемой структуры и обладали ограниченными возможностями к наращиванию.

При создании мини-ВС в Советском Союзе за основу была взята концепция вычислительных систем с программируемой структурой (см. 3.4.2, 7.1, 7.2, [3]).

Архитектурные решения в области мини-ВС, опыт их проектирования, разработки системного и прикладного программного обеспечения нашел массовое применение только в конце 20 столетия. Именно, популярные вычислительные кластеры – это по существу многопроцессорные или многомашинные ВС, конфигурируемые из микропроцессоров, или персональных ЭВМ (например, IBM PC). При этом легко заметить архитектурную близость мини-ЭВМ и современных персональных компьютеров.

Ниже описывается МИНИМАшинная программно Коммутируемая Система (МИНИМАКС), созданная Институтом математики СО АН СССР (Отделом вычислительных систем) и Научно-производственным объединением “Импульс” Министерства приборостроения, средств автоматизации и систем управления СССР (г. Северодонецк). Технический проект МИНИМАКС разработан в 1975 г., а опытно-промышленный образец системы был изготовлен и отработан в 1976 г.

Архитектура системы МИНИМАКС:

- МIMD-архитектура;
- распределённость средств управления, обработки и памяти;
- параллелизм, однородность, модульность;
- программируемость структуры;
- двумерная (циркулянтная) топология;
- масштабируемость;
- живучесть;
- максимальное использование промышленных средств мини-ЭВМ.

7.4.1. Функциональная структура мини-ВС МИНИМАКС

Функциональная структура вычислительной системы МИНИМАКС – это композиция из произвольного числа элементарных машин и программно настраиваемой сети связей между ними. Мини-ВС МИНИМАКС обладала свойством масштабируемости: в ней число ЭМ было не фиксировано и определялось сферой применения.

Взаимодействия между ЭМ в системе МИНИМАКС осуществлялись через сеть связей (рис. 7.10), которая формировалась из одномерных 1 и двумерных 2 полудуплексных каналов. Одномерные каналы связи 1 были управляющими; они служили для программирования соединений между ЭМ по каналам связям 2, а также для

передачи между ЭМ управляющей информации, регламентирующей использование общих ресурсов (внешних устройств, сервисных программ, файлов и т.п.). Двумерные каналы связи 2 являлись рабочими; они использовались для: реализации основных межмашинных взаимодействий, пересылки массивов данных между памятью передающей ЭМ и одной или нескольких принимающих ЭМ, передачи адресов из одной ЭМ в другую и обмена логическими переменными между машинами.

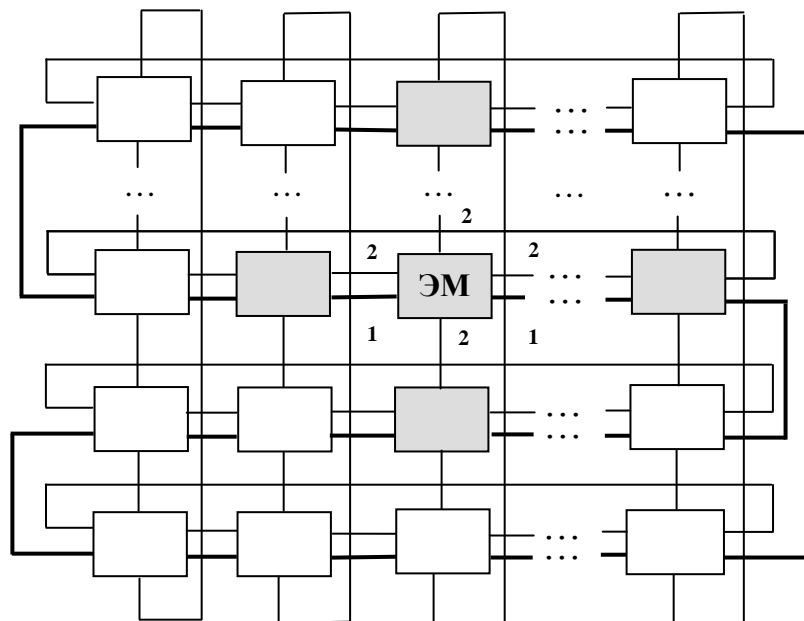


Рис. 7.10. Функциональная структура мини-ВС МИНИМАКС:
ЭМ – элементарная машина, 1 – одномерные управляющие каналы,
2 – двумерные рабочие каналы

Типичными системными взаимодействиями являлись:

- 1) программное изменение структуры мини-ВС и степени участия ЭМ в системных взаимодействиях (**настройка**);
- 2) передача информации из оперативного запоминающего устройства одной ЭМ в память других (**обмен**);
- 3) выполнение обобщённого безусловного перехода (**ОБП**);
- 4) **синхронизация** работы ЭМ;
- 5) осуществление обобщённого условного перехода (**ОУП**) по значению признака Ω .

Выбором размерности связей между ЭМ достигался компромисс между архитектурной гибкостью и живучестью системы, с одной стороны, и сложностью системных устройств ЭМ – с другой. Именно, учёт интенсивностей взаимодействий типов 2–5 при функционировании мини-ВС и стремление обеспечить гибкость и живучесть системы обусловили двумерность каналов связи (2). Сравнительная редкость взаимодействий 1-го типа позволила ограничиться для их выполнения одномерными каналами связи (1). Необходимая живучесть мини-ВС в целом обеспечивалась замыканием связей (1) в кольцо (рис. 7.10) и возможностью обхода дефектов связей (1) по связям (2).

Межмашинные взаимодействия при функционировании мини-ВС реализовывались с помощью специальных подпрограмм – *системных драйверов*, которые, в свою очередь, использовали специальные команды (занесение кода на регистр настройки, считывание его содержимого, занесение информации в СУ о начальном адресе передаваемого массива данных и т.п.).

Структура системы МИНИМАКС, приведённая на рис. 7.10, была удобна для реализации параллельных программ сложных задач. Однако в определённых сферах применения мини-ВС МИНИМАКС (таких как телеавтоматические системы массового обслуживания, автоматизированные системы управления технологическими процессами) требовались оптимальные структуры (в смысле структурной живучести, см. 7.2.1). Поэтому при компоновке мини-ВС, состоявшей из N ЭМ, использовались для отождествления полюсов связей 1 (см. рис.7.10) одномерные структуры, а для отождествления полюсов связей 2 – оптимальные двумерные структуры, точнее: D_2 -графы. Оптимальные структуры мини-ВС МИНИМАКС при числе ЭМ от 5 до 10 показаны на рис. 7.11, а при числе ЭМ более 10 могут быть выбраны из каталога оптимальных структур (табл. 7.1 и 7.2, см., также табл. 2.4 в [3] и табл. 3.2 в [9]).

В границах мини-ВС МИНИМАКС допускалось формирование произвольного числа подсистем из любого количества ЭМ. Подсистему составляли взаимодействовавшие друг с другом ЭМ вместе с машинами, которые использовались в качестве транзитных пунктов передачи информации. Каждая ЭМ могла входить только в одну из подсистем (ПС2), образованных по связям (2). Вместе с тем она могла входить и в одну из подсистем (ПС1), образованных по связям (1). Машина, принадлежавшая подсистемам ПС1 и ПС2, не могла одновременно участвовать в нескольких взаимодействиях. Подсистемы ПС2 могли сохраняться в течение нескольких следующих друг за другом взаимодействий. Подсистемы ПС1 образовывались только на время одного взаимодействия и разрушались после его выполнения.