

## Лекция №3

### Архитектура и классификация компьютерных систем

#### План

1. Основные определения.
2. Классификация систем обработки данных.
3. Параллельная обработка информации.
4. Многомашинные и многопроцессорные компьютерные системы.

#### 1. Основные определения

Компьютерные системы. Система обработки данных, настроенная на решение задач конкретной области применения, называется *компьютерной системой*. Компьютерная система включает в себя технические средства и программное обеспечение, ориентированные на решение определенной совокупности задач. Существует два способа ориентации:

1. Во-первых, компьютерная система может строиться на основе компьютера или вычислительного комплекса общего применения и ориентация системы обеспечивается за счет программных средств – прикладных программ и, возможно, операционной системы.
2. Во-вторых, ориентация на заданный класс задач может достигаться за счет использования специализированных ЭВМ и вычислительных комплексов. В этом случае удастся при умеренных затратах оборудования добиться высокой производительности.

*Специализированные компьютерные системы* наиболее широко используются при решении задач векторной и матричной алгебры, а также связанных с интегрированием дифференциальных уравнений, обработки изображений, распознаванием образов и т.д.

Компьютерные системы, построенные на основе специализированных комплексов, начали интенсивно разрабатываться с

конца 60-х годов. В таких системах использовались процессоры со специализированными системами команд и конфигурация комплексов жестко ориентировалась на конкретный класс задач. В последнее десятилетие начались исследования и разработки *адаптивных компьютерных систем*, гибко приспосабливающихся к решаемым задачам. Адаптация компьютерной системы с целью приспособления ее к структуре реализуемого алгоритма достигается за счет изменения конфигурации системы. При этом соединения между процессорами, а также модулями памяти и периферийными устройствами устанавливаются динамически в соответствии с потребностями задач, обрабатываемых системой в текущий момент времени. В связи с этим адаптивные компьютерные системы иначе называются системами с динамической структурой. За счет адаптации достигается высокая производительность в широком классе задач и обеспечивается устойчивость системы к отказам. Поэтому адаптивные системы рассматриваются как одно из перспективных направлений развития систем обработки данных.

Системы телеобработки. Эффективность систем обработки данных можно значительно повысить, если обеспечить ввод данных в систему непосредственно с мест их появления и выдачу результатов обработки к местам их использования. Для этого необходимо связать систему и рабочие места пользователей с помощью каналов связи. Системы, предназначенные для обработки данных, передаваемых по каналам связи, называются *системами телеобработки данных*. Пользователи (*абоненты*) взаимодействуют с системой посредством *терминалов (абонентских пунктов)*, подключаемых через каналы связи к средствам обработки данных – ЭВМ или вычислительному комплексу. Данные передаются по каналам связи в форме сообщений – блоков данных, несущих в себе кроме собственно данных служебную информацию, необходимую для управления процессами передачи и защиты данных от искажений. Программное обеспечение систем телеобработки содержит специальные средства, необходимые для управления техническими средствами, установления связи между ЭВМ и абонентами, передачи данных

между ними и организации взаимодействия пользователей с программами обработки данных.

Телеобработка данных значительно повышает оперативность информационного обслуживания пользователей и наряду с этим позволяет создавать крупномасштабные системы, обеспечивающие доступ широкого круга пользователей к данным и процедурам их обработки.

## **2. Классификация систем обработки данных**

Системы обработки данных классифицируются в зависимости от способа построения. Системы, построенные на основе отдельных ЭВМ, вычислительных комплексов и компьютерных систем, образуют класс *сосредоточенных (централизованных)* систем, в которых вся обработка реализуется ЭВМ, вычислительным комплексом или специализированной системой. Системы телеобработки и компьютерные сети относятся к классу *распределенных систем*, в которых процессы обработки данных рассредоточены по многим компонентам.

## **3. Параллельная обработка информации**

Наиболее эффективный метод увеличения производительности компьютерных систем – *организация параллельной обработки информации*, т.е. одновременное решение задач или совмещение во времени этапов решения одной задачи. Параллельная обработка информации может быть реализована *аппаратными* и *программно-аппаратными средствами*. В зависимости от способа комплексирования аппаратных средств, методов выявления параллелизма, средств описания параллелизма параллельный подход приводит к различным вариантам архитектуры компьютерной системы.

Способы организации. Во всем многообразии способов организации параллельной обработки можно выделить три основных направления:

- *совмещение во времени различных этапов разных задач;*
- *одновременное решение различных задач или частей одной задачи;*

- *конвейерная обработка информации.*

Первый путь – совмещение во времени этапов решения разных задач – это *мультипрограммная обработка информации*. Мультипрограммная обработка возможна даже в однопроцессорной ЭВМ и широко используется в современных системах.

Второй путь – одновременное решение различных задач или частей одной задачи – возможен только при наличии нескольких обрабатывающих устройств. При этом используются те или иные особенности задач или потоков задач, что позволяет осуществить тот или иной параллелизм. Можно выделить несколько типов параллелизма, отражающих эти особенности: *параллелизм независимых задач, параллелизм независимых ветвей, параллелизм объектов*.

Третий путь параллельной обработки информации – *конвейерная обработка* – может быть реализован в системе и с одним процессором, разделенным на некоторое число последовательно включенных операционных блоков, каждый из которых специализирован на выполнении строго определенной части операции. При этом процессор работает таким образом: когда  $i$ -й операционный блок выполняет  $i$ -часть  $j$ -й операции,  $(i-1)$ -й операционный блок выполняет  $(i-1)$ -ю часть  $(j+1)$ -й операции, а  $(i+1)$ -й операционный блок выполняет  $(i+1)$ -ю часть  $(j-1)$ -й операции. В результате образуется своего рода конвейер обработки, который хорошо может быть проиллюстрирован следующим простым примером.

#### **4. Многомашинные и многопроцессорные компьютерные системы**

*Многомашинные (ММКС) и многопроцессорные (МПКС)* компьютерные системы называют также параллельными компьютерными системами, так как в них осуществляется параллельная обработка данных. Основные различия между ММКС и МПКС заключаются в следующем. ММКС включает несколько компьютеров, каждый из которых имеет свою оперативную память и работает под управлением своей операционной системы. Обмен информацией между машинами происходит в результате

взаимодействия их операционных систем. В МПКС все процессоры работают с общей ОП (т.е. имеется общее поле ОП) и управление обеспечивается одной общей операционной системой. При этом достигается более быстрый обмен информацией между процессорами, чем между компьютерами в ММКС, и более высокая суммарная производительность системы.

Основным признаком, характеризующим различные типы организации ММКС, считается топология соединения машин друг с другом. По этому признаку ММКС делятся на *системы с косвенной связью* и *системы с прямой связью*.

#### Многопроцессорные компьютерные системы (МПКС).

В МПКС все процессоры работают с общей ОП, т.е. имеется общее поле ОП, и управление обеспечивается одной общей операционной системой. При этом достигается более быстрый обмен информацией между процессорами, чем между компьютерами в ММКС, и более высокая суммарная производительность системы.

Для деления МПКС на типы наиболее общим классификационным признаком служит количественное соотношение между потоками команд и потоками данных.

В соответствии с этим признаком МПКС делятся на 4 типа:

- с одинарным потоком команд и одинарным потоком данных SISD (система типа SISD; базовая однопроцессорная КС);
- с одинарным потоком команд и множественным потоком данных SIMD (SIMD; матричные, параллельные и ассоциативные МПКС);
- с множественным потоком команд и одинарным потоком данных (тип MISD; -МПКС с несегментированной центральной памятью);
- с множественным потоком команд и множественным потоком данных (тип MIMD; классическая МПКС, содержащая несколько процессоров и ЗУ).



Рис. 3.1. Однопроцессорная система SISD

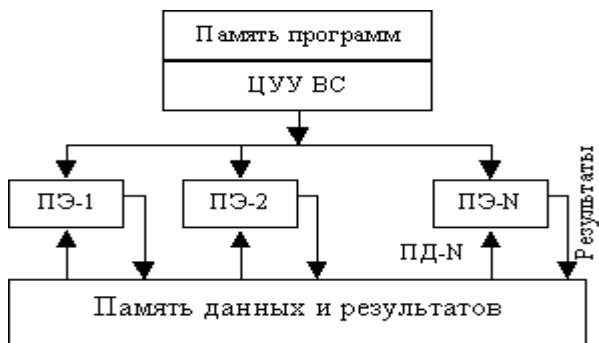


Рис. 3.2. МПКС с общим потоком команд (SIMD)

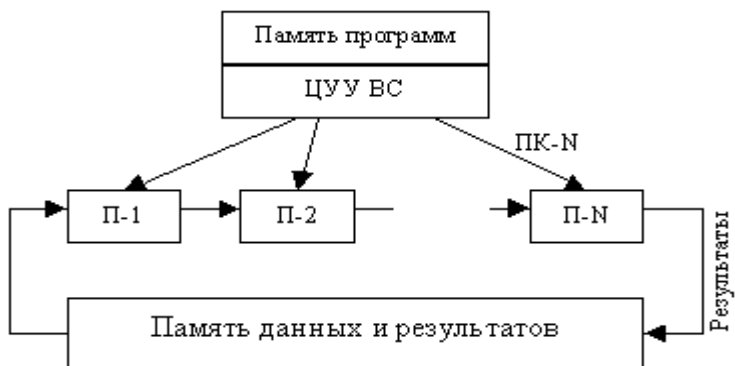


Рис. 3.3. Конвейерная МПКС (MISD)



Рис. 3.4. МПКС типа MIMD

**Список ключевых слов.** Компьютерные системы. Специализированные компьютерные системы. Адаптивные компьютерные системы. Системы телеобработки. Сосредоточенные системы. Распределенные системы. Параллельная обработка информации. Естественный параллелизм независимых задач. Параллелизм независимых ветвей. Параллелизм данных. Конвейерная обработка информации. Многомашинные компьютерные системы. Многопроцессорные компьютерные системы. SISD. SIMD. MISD. MIMD.

### Контрольные вопросы

1. Какие системы называются компьютерными системами?
2. Какие способы ориентации технических средств и программного обеспечения существуют в компьютерных системах?
3. Какие способы параллельной обработки информации существуют в компьютерных системах?
4. Какие способы соединения машин Вы знаете?
5. Какие типы специальных мультисистемных средств комплексирования используются в многомашинных компьютер-

ных системах?

6. Как компьютерные системы используют сателлитные компьютеры?
7. Какая классификация многопроцессорных систем была предложена Флинном?
8. Какие компьютерные системы относятся к классу SISD?
9. Какие компьютерные системы относятся к классу SIMD?
10. Какие компьютерные системы относятся к классу MISD?
11. Какие компьютерные системы относятся к классу MIMD?

### **Литература**

1. Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем. Учебник для вузов – СПб. 2004.
2. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации – СПб. 2003.
3. Ларионов А.М., Майоров С.А., Новиков Г.И. Вычислительные комплексы, системы и сети. - Л.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Смирнов А.Д. Архитектура вычислительных систем. - М.: Наука, 1990.
5. Вычислительные машины, системы и сети./Под ред. Пятибратова А.П. -М.:Финансы и статистика, 1991.