

Информатика и программирование

Устройство процессора

Доцент кафедры ИВТ, к.т.н.
Проскурин Александр Викторович

Микропроцессор

Микропроцессор – программно управляемое устройство для обработки информации, выполненное на больших интегральных схемах и применяемое в компьютерах и в автоматизированных механизмах.

Архитектура процессора – конструкция процессора и набор команд (RISC/CISC) процессора.

По конструктивному признаку процессоры делятся на:

- Разрядно-модульные – собираемые из нескольких микросхем.
- Однокристалльные – изготавливаются в виде одной микросхемы на одном кристалле, иначе называемые микропроцессоры (МП).

Сопроцессор – специальная микросхема, которая берет на себя часть важных функций процессора.

Основные команды процессора

Все разнообразие решаемых на ЭВМ задач реализуется с помощью небольшого набора очень простых команд.

Система команд у типичной ЭВМ включает в себя всего **60-150 базовых команд**.

При описании системы команд ЭВМ обычно принято классифицировать их по:

- **функциональному назначению;**
- **длине;**
- **способу адресации;**
- **другим признакам.**

Классификация команд ЭВМ по функциональному признаку

Команды передачи данных:

- Команды для копирования информации между ячейками памяти, регистрами процессора и портами внешних устройств.

Команды обработки данных:

- ☐ Арифметические, логические операции, операции сравнения и команды сдвига.
- ☐ Команды данной группы формируют результат операции в регистрах процессора.
- ☐ Устанавливают признаки результатов во флаговом регистре процессора.

Команды передачи управления:

- Используются для изменения естественного порядка следования команд и организации циклических участков в программах.
- Различают команды безусловного и условного перехода.

Команды для работы с подпрограммами

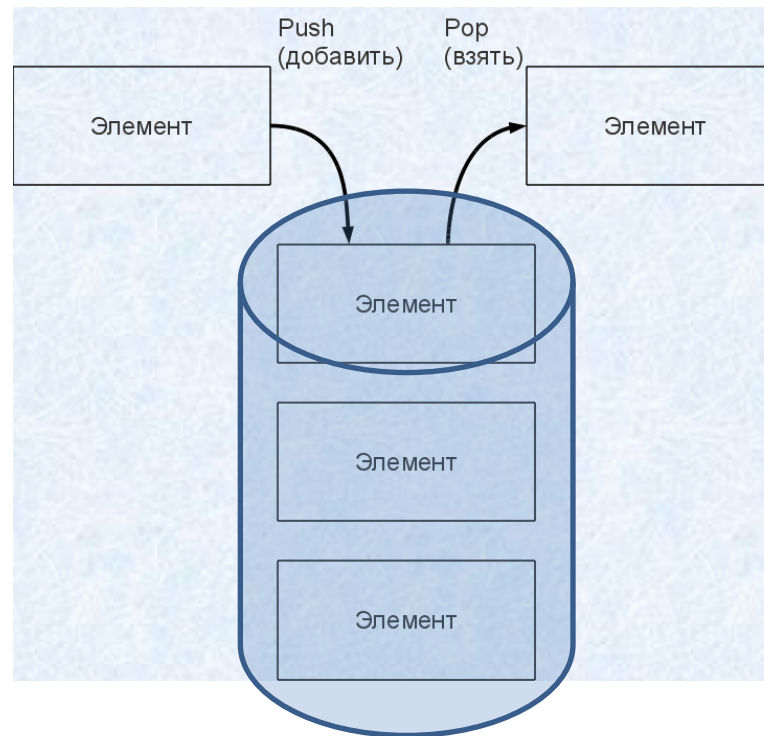
Команды для работы с подпрограммами:

- Подпрограмма описывается один раз и может вызываться из различных мест программы.
- Когда подпрограмма заканчивает свою работу управление должно быть передано команде, следующей сразу за командой вызова подпрограммы.
- Для этого **адрес возврата** передается в специальном образом организованную память – **стек**.

Принцип организации стека

Последние записанные в стек данные извлекаются первыми.

- Push CX – добавить данные, содержащиеся в регистре CX в стек.
- Pop AX – прочесть данные из стека и записать в регистр AX.

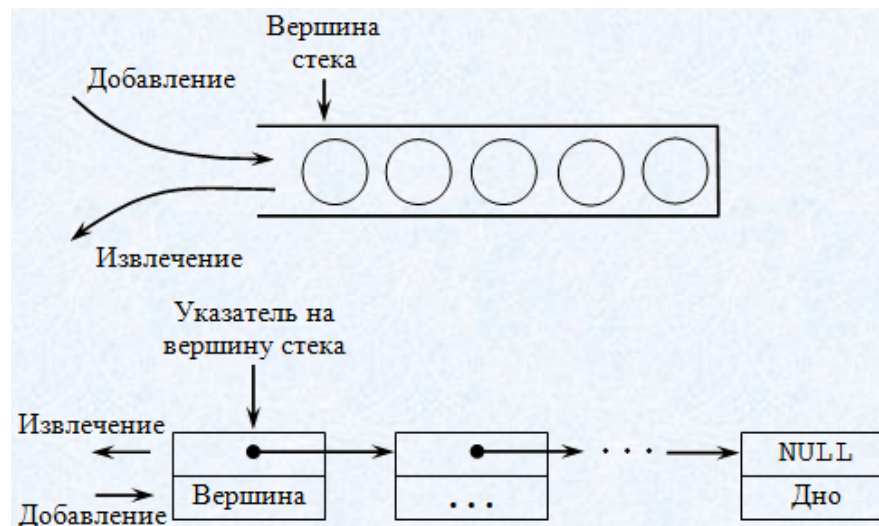


Принцип организации стека

Для организации стека выделяется область оперативной памяти, для адресации которой и доступа к стеку используется специальный регистр – **указатель стека**.

Указатель стека хранит адрес ячейки памяти, содержащей **последнее помещенное в стек значение**.

При записи значения в стек указатель уменьшается и указывает на следующую свободную ячейку, при чтении – увеличивается и указывает на предыдущие записанные данные.



Команды вызова подпрограммы

CALL <название подпрограммы>

1. Адрес возврата сохраняется в стеке.
2. Адрес начала подпрограммы вычисляется процессором по адресному полю команды и записывается в программный счетчик.
3. Процессор приступает к выполнению подпрограммы (при этом из неё может быть вызвана новая подпрограмма).
4. Для возврата из подпрограммы в основную программу служит команда возврата RETURN. Команда возврата извлекает из стека верхний элемент и помещает его в программный счетчик.

История развития процессоров Intel

- Фирма Intel выпустила первый процессор в 1971 г. Это был 4-битный процессор Intel 4004.
- В 1974 г. выпущен 8-битный процессор Intel 8080.
- Начиная с 16-битный процессора i80286, выпущенного в 1982 г., процессоры Intel поддерживают **многозадачный режим**.

Все процессоры фирмы подчиняются принципу **совместимости снизу вверх** — процессор последующей модификации способен выполнять программы предыдущих версий процессоров.

История развития процессоров Intel

В 1985 г. разработан 32-битный процессор i80386, начиная с которого используется **конвейерное выполнение команд** – одновременное выполнение в разных частях процессора нескольких команд, последовательно записанных в ОЗУ.

С тех пор поддерживается функционирование процессора в двух режимах:

- **Реальный режим** (режим реальных адресов) – любому процессу доступна вся память компьютера (адрес ячейки памяти формируется из двух чисел: сдвинутого на 4 бита адреса начала сегмента и смещения ячейки от начала сегмента).
- **Режим защищенной виртуальной адресации** – программист и разрабатываемые им программы используют виртуальное адресное пространство (мог составлять 1024 Мб).

История развития процессоров Intel

- Процессор i80486 (1989 г.).
 - в i486 DX впервые математический сопроцессор (для работы с вещественными числами) размещен на одном кристалле с процессором;
 - в i486 DX2 используются технологии удвоения и утроения частоты процессора относительно внешней тактовой частоты системной шины.
- В процессоре Pentium (вместо 80586) 1993 г. стали использоваться элементы структуры RISC-процессоров.

Принцип действия процессора

Процессор прямо или косвенно управляет всеми устройствами и процессами, происходящими в ЭВМ.

Основные особенности процессора Pentium:

- **конвейерная** обработка информации;
- **суперскалярная** архитектура;
- наличие **раздельных кэш-памятей** для команд и данных;
- наличие **блока предсказания** адреса перехода;
- наличие блока вычислений чисел **с плавающей точкой**;
- поддержка **многопроцессорного** режима работы;
- наличие средства **обнаружения ошибок**.

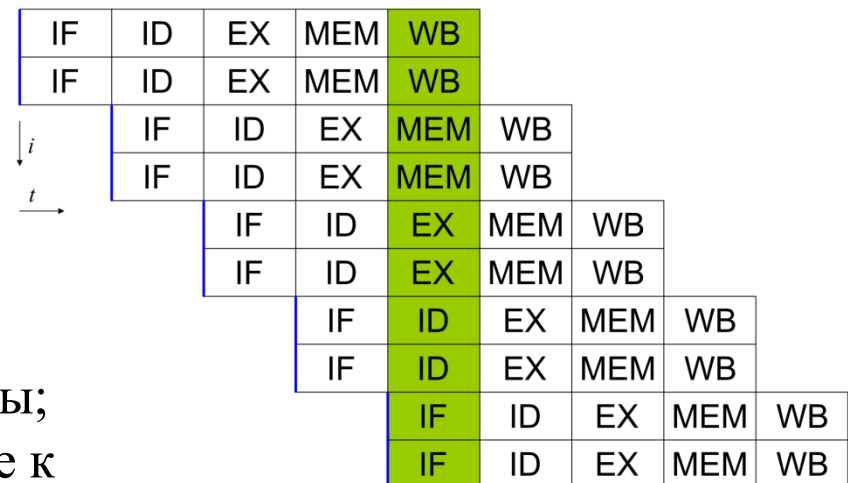
Суперскалярная архитектура

Суперскалярная архитектура – процессор содержит более одного вычислительного блока (конвейера).

Наличие двух конвейеров позволяет процессору выполнять 2 команды.

Каждый конвейер разделяет выполнение команды на 5 операций:

- IF (instruction fetch) – выборка команды;
- ID (instruction decode) – декодирование команды;
- EX (execute) – выполнение команды;
- MEM (memory access) – обращение к памяти;
- WB (register write back) – запись в регистр результата.



i — номер инструкции;

t — время в тактах

Суперскалярная архитектура

На **выполнение каждой операции отводится один такт** тактовой частоты (синхронизирующей частоты).

Выполнение всех операций осуществляется синхронно, сигналы вырабатываются тактовым генератором.

Такое выполнение команд называется **поточной обработкой**.

Особенности архитектуры процессоров Pentium

- Процессор Pentium имеет 2 кэш-памяти первого уровня, расположенных внутри процессора.
 - Кэширование увеличивает производительность процессора за счет уменьшения числа случаев ожидания поступления информации из более медленной ОП.
- Блок предсказания адреса:
 - Увеличить производительность процессора позволяет предсказание возможных путей выполнения разветвляющихся алгоритмов.
- Кроме 2-х пятиступенчатых конвейеров для выполнения операций с фиксированной запятой, в процессоре есть **конвейер с 8 ступенями** для вычисления операций **с плавающей точкой**.
- Многопроцессорный режим работы.
- Для обнаружения ошибок в процессоре имеется устройство самотестирования:
 - специальный формат данных с учетом бита четности.

Дальнейшее развитие архитектуры процессоров

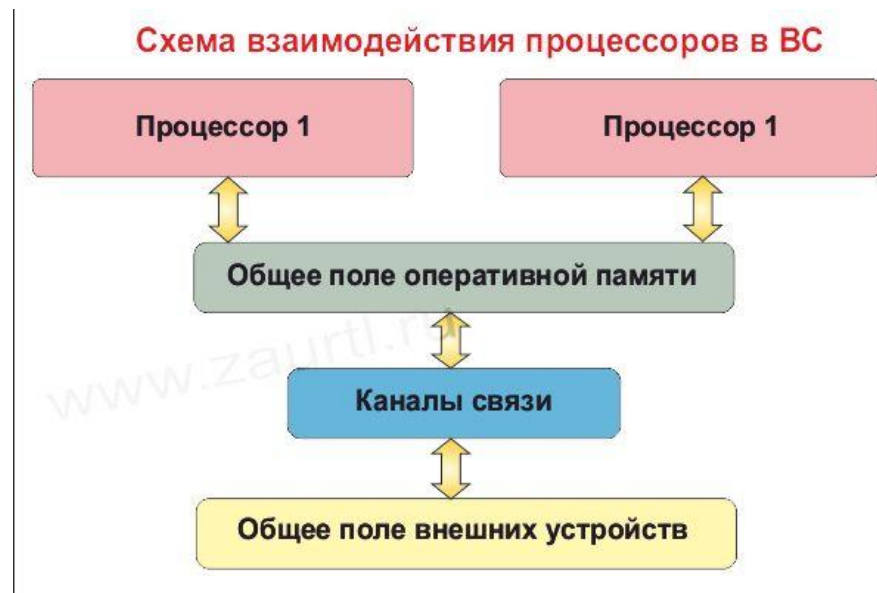
- Увеличение объемов КЭШ-памяти.
- Добавление второй системной шины с более высокой тактовой частотой.
- Использование большего числа ступеней в конвейере.
- В процессоре Pentium Pro (вместо 80686) используется опережающий подход к выполнению команд, последовательно расположенных в оперативной памяти.
- Команды могут выполняться в произвольном порядке по их готовности к выполнению.

Многопроцессорная структура

Информационное взаимодействие процессоров происходит либо на уровне регистров микропроцессорной памяти, либо на уровне оперативной памяти.

В современных многоядерных процессорах объединение сводится на уровне поля оперативной памяти.

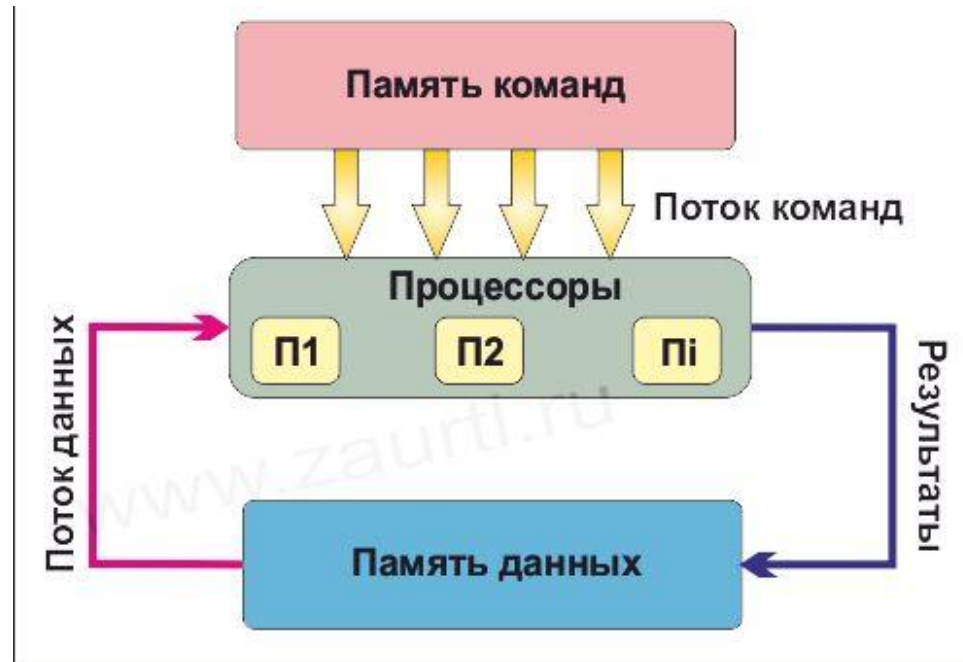
Суперкомпьютеры создаются в виде высокопараллельных многопроцессорных вычислительных систем.



Разновидности многопроцессорных вычислительных систем (МПВС)

Магистральные (конвейерные) МПВС, у которых процессор одновременно выполняет разные операции над последовательным потоком обрабатываемых данных.

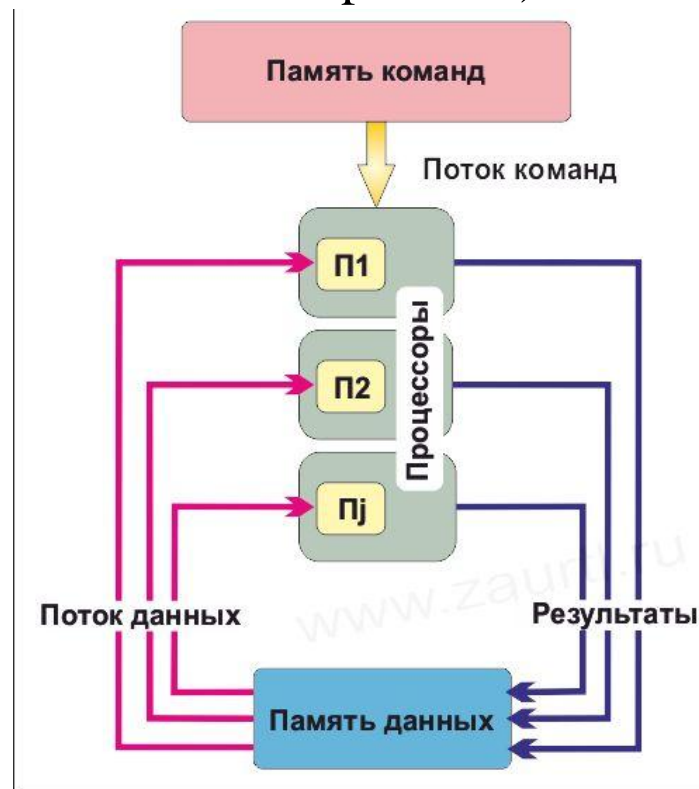
➤ такие МПВС относят к системам с многократным потоком команд и однократным потоком данных (МКОД или MISD – Multiple Instruction Single Data).



Разновидности многопроцессорных вычислительных систем (МПВС)

Векторные МПВС, у которых все процессоры одновременно выполняют одну команду над различными данными.

➤ однократный поток команд с многократным потоком данных (ОКМД или SIMD – Single Instruction Multiple Data).



Разновидности многопроцессорных вычислительных систем (МПВС)

Матричные МПВС, у которых микропроцессор выполняет различные команды с многократным потоком данных.

➤ многократный поток команд с многократным потоком данных (МКМД или MIMD – Multiple Instruction Multiple Data).

