

§ 7. основополагающие принципы устройства ЭВМ

Принципы Неймана-Лебедева

В каждой области науки и техники существуют фундаментальные идеи или принципы, определяющие на многие годы вперёд её содержание и направление развития. В компьютерных науках роль таких фундаментальных идей сыграли принципы, сформулированные независимо друг от друга двумя крупнейшими учёными XX века — Джоном фон Нейманом и Сергеем Алексеевичем Лебедевым.



Принцип — основное, исходное положение какой-нибудь теории, учения, науки и пр.

Принципы Неймана-Лебедева — базовые принципы построения ЭВМ, сформулированные в середине прошлого века, не утратили свою актуальность и в наши дни.



Джон фон Нейман (1903-1957) — американский учёный, сделавший важный вклад в развитие целого ряда областей математики и физики. В 1946 г., анализируя сильные и слабые стороны ЭНИАКа, совместно с коллегами пришёл к идее нового типа организации ЭВМ.



Сергей Алексеевич Лебедев (1902-1974) — академик, основоположник вычислительной техники в СССР, главный конструктор первой отечественной электронной вычислительной

машины МЭСМ, автор проектов компьютеров серии БЭСМ (Большая Электронная Счётная Машина), разработчик принципиальных положений суперкомпьютера «Эльбрус». В 1996 году посмертно награждён медалью «Пионер компьютерной техники» — самой престижной наградой международного компьютерного сообщества.

Рассмотрим сущность основных принципов Неймана-Лебедева:

- 1) состав основных компонентов вычислительной машины;
- 2) принцип двоичного кодирования;
- 3) принцип однородности памяти;
- 4) принцип адресности памяти;
- 5) принцип иерархической организации памяти;
- 6) принцип программного управления.

Первый принцип определяет **состав основных компонентов вычислительной машины.**



Любое устройство, способное производить автоматические вычисления, должно иметь определённый набор компонентов: блок обработки данных, блок управления, блок памяти и блоки ввода/вывода информации.

Функциональная схема такого компьютера, отражающая программное управление работой и взаимодействием его основных узлов, представлена на рисунке 2.5. Его информационным центром является процессор:

- все информационные потоки (тонкие стрелки на рисунке) проходят через процессор;
- управление всеми процессами (толстые стрелки на рисунке) также осуществляется процессором.

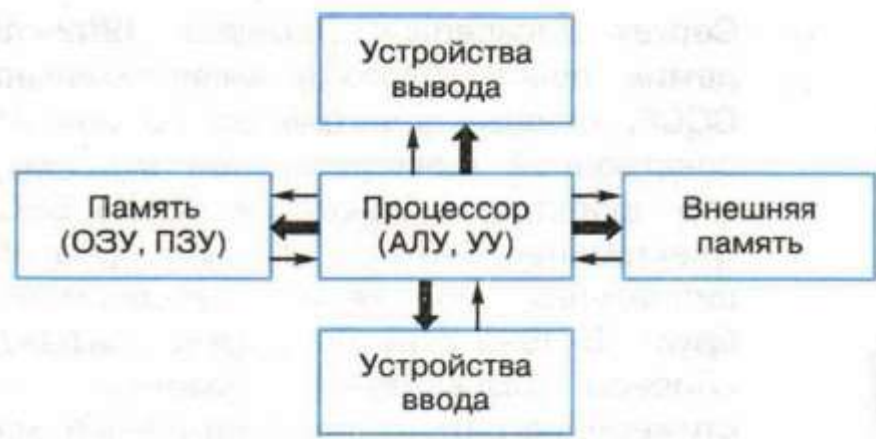


Рис. 2.5. Функциональная схема компьютеров первых поколений.

Такие блоки есть и у современных компьютеров. Это:

- **процессор**, состоящий из арифметико-логического устройства (АЛУ), выполняющего обработку данных, и устройства управления (УУ), обеспечивающего выполнение программы и организующего согласованное взаимодействие всех узлов компьютера;
- **память**, предназначенная для хранения исходных данных, промежуточных величин и результатов обработки информации, а также самой программы обработки информации. Различают память внутреннюю и внешнюю. Основная часть внутренней памяти используется для временного хранения программ и данных в процессе обработки. Такой вид памяти принято называть оперативным запоминающим устройством (ОЗУ). Ещё одним видом внутренней памяти является постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), содержащее программу начальной загрузки компьютера. Внешняя или долговременная память предназначена для длительного хранения программ и данных в периоды между сеансами обработки;
- **устройства ввода**, преобразующие входную информацию в форму, доступную компьютеру;
- **устройства вывода**, преобразующие результаты работы компьютера в форму, доступную для восприятия человеком.

Вместе с тем в архитектуре современных компьютеров и компьютеров первых поколений есть существенные отличия. О них будет сказано чуть ниже.

Рассмотрим суть **принципа двоичного кодирования информации**.



Вся информация, предназначенная для обработки на компьютере (числа, тексты, звуки, графика, видео), а также программы её обработки представляются в виде двоичного кода — последовательностей 0 и 1.

Все современные компьютеры хранят и обрабатывают информацию в двоичном коде. Выбор двоичной системы счисления обусловлен рядом важных обстоятельств: простотой выполнения арифметических операций в двоичной системе счисления, её «согласованностью» с булевой логикой, простотой технической реализации двоичного элемента памяти (триггера).

Архитектура персонального компьютера

Современные персональные компьютеры различаются по своим размерам, конструкции, разновидностям используемых микросхем и модулей памяти, другим характеристикам. В то же время все они имеют единое функциональное устройство, единую архитектуру — основные узлы и способы взаимодействия между ними (рис. 2.7).



Архитектура — это наиболее общие принципы построения компьютера, отражающие программное управление работой и взаимодействием его основных функциональных узлов.



Рис. 2.7. Функциональная схема компьютера (К — контроллер)

На рисунке 2.7 изображены хорошо известные вам узлы современного компьютера: процессор, внутренняя память, устройства ввода, устройства вывода и внешняя память.

Обмен данными между устройствами компьютера осуществляется с помощью магистрали.



Магистраль (шина) — устройство для обмена данными между устройствами компьютера.

Магистраль состоит из трёх линий связи:

- **шины адреса**, используемой для указания физического адреса, к которому устройство может обратиться для проведения операции чтения или записи;
- **шины данных**, предназначенной для передачи данных между узлами компьютера;
- **шины управления**, по которой передаются сигналы, управляющие обменом информацией между устройствами и синхронизирующие этот обмен.

В компьютерах, имевших классическую фон-неймановскую архитектуру, процессор контролировал все процессы ввода/вывода. При этом быстродействующий процессор затрачивал много времени на ожидание результатов работы от

значительно более медленных внешних устройств. Для повышения эффективности работы процессора были созданы специальные электронные схемы, предназначенные для обслуживания устройств ввода/вывода или внешней памяти.



Контроллер — это специальный микропроцессор, предназначенный для управления внешними устройствами: накопителями, мониторами, принтерами и т. д.

Благодаря контроллерам данные по магистрали могут передаваться между внешними устройствами и внутренней памятью напрямую, минуя процессор. Это приводит к существенному снижению нагрузки на центральный процессор и повышает эффективность работы всей вычислительной системы.

Современные компьютеры обладают магистрально-модульной архитектурой, главное достоинство которой заключается в возможности легко изменить конфигурацию компьютера путём подключения к шине новых или замены старых внешних устройств.

Если спецификация на шину (детальное описание всех её параметров) является открытой (опубликованной), то производители могут разработать и предложить пользователям разнообразные дополнительные устройства для компьютеров с такой шиной. Подобный подход называют принципом открытой архитектуры. Благодаря ему пользователь может собрать именно такую компьютерную систему, которая ему нужна.

Перспективные направления развития компьютеров

Мир современных компьютеров необычайно разнообразен. Кроме микропроцессоров, встраиваемых во всевозможные устройства, и разных типов персональных компьютеров существуют значительно более мощные вычислительные системы.

Это серверы в глобальной компьютерной сети, управляющие её работой и хранящие огромные объёмы информации.

Это многопроцессорные системы параллельной обработки данных, обеспечивающие:

- сокращение времени решения вычислительно сложных задач;
- сокращение времени обработки больших объёмов данных;
- решение задач реального времени;
- создание систем высокой надёжности.



Время однопроцессорных вычислительных систем прошло. Не только суперкомпьютеры, но и современные персональные компьютеры, ноутбуки, игровые приставки основаны на многопроцессорных, многоядерных и других технологиях, предполагающих одновременное выполнение множества инструкций.

В наши дни электронная техника уже подошла к предельным значениям своих технических характеристик, которые определяются физическими законами. Поэтому идёт поиск неэлектронных средств хранения и обработки данных, ведутся работы по созданию квантовых и биологических компьютеров, проводятся исследования в области нанотехнологий.

Самое главное

В каждой области науки и техники существуют фундаментальные идеи или принципы, определяющие на многие годы вперёд её содержание и направление развития. В компьютерных науках роль таких фундаментальных идей сыграли принципы, сформулированные независимо друг от друга двумя крупнейшими учёными XX века — Джоном фон Нейманом и Сергеем Алексеевичем Лебедевым.

К основополагающим принципам построения компьютеров (принципам Неймана-Лебедева) можно отнести следующие:


- 1) состав основных компонентов вычислительной машины;
- 2) принцип двоичного кодирования;
- 3) принцип однородности памяти;
- 4) принцип адресности памяти;
- 5) принцип иерархической организации памяти;
- 6) принцип программного управления.

Архитектура — это наиболее общие принципы построения компьютера, отражающие программное управление работой и взаимодействием его основных функциональных узлов.

Классическая архитектура компьютеров первых поколений предполагала осуществление взаимодействия всех устройств через процессор и наличие неизменного набора внешних устройств.

Современные персональные компьютеры обладают открытой магистрально-модульной архитектурой — устройства взаимодействуют через шину, что способствует оптимизации процессов обмена информацией внутри компьютера. Второе преимущество современной архитектуры — возможность легко изменить конфигурацию компьютера путём подключения к шине новых или замены старых внешних устройств.

Вопросы и задания

1. Перечислите основные фундаментальные идеи, лежащие в основе построения компьютеров.
2. Какие устройства принято выделять в компьютерах классической архитектуры? Сравните их с устройством машины Беббиджа.
3. Чем обусловлен выбор двоичного кодирования для представления информации в компьютере?
4. Как вы понимаете утверждение «Одно и то же значение ячейки памяти в зависимости от способа обращения к нему может использоваться и как данные, и как команда»?
5. В чём состоит суть принципа адресности памяти?
6. Почему в современных компьютерах используются устройства памяти нескольких уровней, различающиеся по времени доступа, сложности, объёму и стоимости?
7. В чём состоит суть принципа программного управления?
-  8. Подготовьте сообщение о Джоне фон Неймане и его вкладе в развитие компьютерной техники.
9. Для чего предназначена магистраль (шина)? Из каких частей она состоит?
10. Что такое магистрально-модульная архитектура? В чём её главное достоинство?
11. В чём заключается принцип открытой архитектуры?