

2.1. КАНОНИЧЕСКАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ЭВМ ДЖ. ФОН НЕЙМАНА

Электронная вычислительная машина (Computer) – это средство предназначенное для автоматической обработки информации – данных (прежде всего в процессе решения вычислительных и информационно-логических задач). Путем итерации перейдем от этого интуитивного представления об ЭВМ к более строгому понятию.

Функционирование ЭВМ определяется не только ее технической конструкцией (Hardware – аппаратурной частью), но и безусловно алгоритмом обработки информации (решения задачи). Алгоритм обязательно представляется (записывается) на языке, доступном машине. Такое представление алгоритма обработки информации называют *программой*. Любая программа в конечном счете интерпретируется на машинном языке (как правило, в двоичных кодах). Говоря иначе, окончательное представление программы обработки информации есть последовательность команд, каждая из которых задает операцию (действие) и указывает на данные, над которыми следует ее произвести. Следовательно, в ЭВМ (Hardware) должны быть устройства как для реализации операций, так и для хранения программ и данных.

Работа ЭВМ не обходится без так называемых системных программ (Software – программных средств), обеспечивающих, в частности, функциональную целостность машины, управление ее процессами и ресурсами и выполнение функций сервиса для пользователей. Итак, *ЭВМ – это аппаратурно-программный комплекс (Hardware & Software), предназначенный для автоматического выполнения вычислительной работы: для ввода (сбора), обработки, хранения и вывода (передачи вне) информации.*

Конструкция ЭВМ основывается на предложениях, выдвинутых Дж. фон Нейманом (John von Neumann, 1903-57). Как уже отмечалось в 1.3, с вычислительной техникой он впервые столкнулся летом 1944 г. К этому времени электронный компьютер ENIAC [2] был почти построен. Во время разработки машины EDVAC, в середине 1945 г., Дж. фон Нейман написал 100-страничный отчет, суммирующий результаты работ над ЭВМ. Этот отчет стал известен как первый “набросок” (“First Draft of a Report on the EDVAC”). Отчет был недописан, в нем не хватает многих ссылок. Однако в своем отчете Дж. фон Нейман достаточно ясно изложил принципы работы и функциональную структуру ЭВМ (“the working principles and functional structure of modern computers”). Главное то, что он предложил отказаться от ручных переключателей, используемых при программировании ENIAC, и хранить программу работы ЭВМ в ее оперативном запоминающем устройстве (памяти) и модифицировать программу с помощью самой же машины.

Опишем архитектурные принципы построения ЭВМ [3].

1. *Программное управление работой ЭВМ.* Программы состоят из отдельных шагов – команд; команда осуществляет единичный акт преобразования информации. Все разнообразие команд, использующихся в конкретной ЭВМ, составляет язык машины или её систему команд. Программа – это последовательность команд, необходимая для реализации алгоритма.

2. *Условный переход.* Это возможность перехода в процессе вычислений на тот или иной участок программы в зависимости от промежуточных, получаемых в ходе вычислений результатов (обычно в зависимости от знака результата после завершения арифметической операции или от результата выполнения логической операции). Условный переход позволяет легко осуществлять в программе циклы (с автоматическим выходом из них), итерационные процессы и т.п. Благодаря этому число команд в программе получается во много раз меньше, чем число выполненных машиной команд при исполнении данной программы (за счет многократного вхождения в работу участков программы).

3. *Принцип хранимой программы* предопределяет ее запоминание вместе с исходными данными в одной и той же оперативной памяти. При функционировании ЭВМ команды выбираются из памяти в устройство управления, а операнды – в арифметическое устройство (АУ). Для машины и команда, и число суть машинные слова. Если команду направить в АУ в качестве операнда, то над ней можно произвести арифметические операции. Это открывает возможность преобразования программ в ходе их выполнения. Кроме того, принцип хранимой программы обеспечивает одинаковое время выборки команд и операндов из памяти, позволяет быстро менять программы или части их, вводить не прямые системы адресации (которые позволяют работать с памятью произвольно большой емкости), видоизменять программы по определенным правилам.

4. *Использование двоичной системы счисления* для представления информации в ЭВМ. Это существенно расширило номенклатуру физических приборов и явлений, для применения в ЭВМ. Действительно, в двоичной системе имеются только две цифры: 0 и 1, поэтому для их представления может быть использована любая двухстабильная система. Например, триод (открытое или закрытое состояния), триггер (элемент с двумя устойчивыми состояниями), участок ферромагнитной поверхности (намагниченный или ненамагниченный), импульсная схема (наличие или отсутствие электрического импульса) и т.п. К логическим схемам (построенным по двоичной системе счисления) может быть применен хорошо разработанный математический аппарат булевой алгебры. Итак, двоичная система счисления существенно упрощает техническую конструкцию ЭВМ.

5. *Иерархичность запоминающих устройств (ЗУ)*. С самого начала развития ЭВМ существовало несоответствие между быстродействиями АУ и оперативной памяти. Путем построения памяти на тех же элементах, что и арифметическое устройство, удавалось частично разрешить это несоответствие, но такая память получалась слишком дорогой и требовала значительного количества электронных компонентов (что снижало надежность ЭВМ). Иерархическое построение ЗУ позволило иметь быстродействующую оперативную память сравнительно небольшой емкости (только для операндов и команд, участвующих в счете в данный момент и в ближайшее время). Следующий более низкий уровень – это внешние ЗУ на магнитных лентах, барабанах и дисках. Внешние ЗУ имеют относительно малую цену, обладают большой емкостью, но меньшим быстродействием, чем оперативная память. Иерархичность ЗУ в ЭВМ является важным компромиссом между емкостью, быстродействием, относительной дешевизной и надежностью.

Эти принципы Дж. фон Неймана, не смотря на свою простоту и очевидность, являются фундаментальными положениями, определившими на многие годы бурное развитие вычислительной техники и кибернетики.

Каноническую функциональную структуру ЭВМ, представленную на рис. 2.1, связывают теперь с именем Дж. фон Неймана.

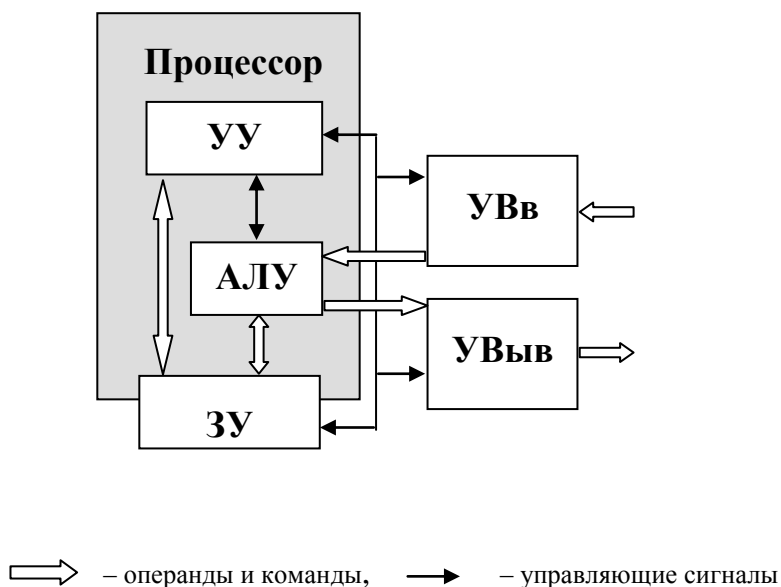


Рис. 2.1. Функциональная структура ЭВМ Дж. фон Неймана

Структура ЭВМ включает арифметико-логическое устройство (АЛУ), память или запоминающее устройство (ЗУ), устройства ввода (УВв) и вывода (УВыв) информации и устройство управления (УУ). Функциональное назначение устройств ЭВМ: АЛУ служит для выполнения арифметических и логических операций над данными (операндами: числами или словами, в частности, буквенными последовательностями), а также операций условного и безусловного переходов; ЗУ используется для хранения программ и данных; УВв – для ввода программ и данных, а УВыв – для вывода из ЭВМ любой информации (в частности, результатов); УУ координирует работу всех остальных устройств при выполнении программ. *Композицию из АЛУ, УУ и части ЗУ сейчас называют процессором.* Если процессор имеет интегральное исполнение, т.е. является (БИС), то его называют *микропроцессором*.