

2.3. ПОНЯТИЕ ОБ АРХИТЕКТУРЕ ЭВМ

Широкое применение средств вычислительной техники сильно укоренило понятие ЭВМ и породило, в свою очередь, понятие “архитектура ЭВМ”. Последнее понятие, не смотря на свою распространенность, воспринимается, как правило, интуитивно и употребляется чаще всего при сравнении вычислительных машин. В чем же заключается суть этого понятия?

2.3.1. Определения понятия “архитектура ЭВМ”

Понятие *архитектура ЭВМ* (Computer Architecture), по-видимому, впервые введено в 60-х годах 20 столетия при создании машин IBM 360 фирмы International Business Machines. Это понятие было определено как “полная и детальная спецификация интерфейса “пользователь – ЭВМ””. В качестве пользователя понимается все то, что имеет доступ к аппаратурно-программным средствам ЭВМ с целью обеспечения переработки на них информации. Например, это могут быть программисты, занятые отладкой и производством прикладных или системных программ на ЭВМ, или специалисты, подключающие технические комплексы к машине, или технические средства – “интеллектуальные” терминалы и т.п. Под интерфейсом следует считать ту часть аппаратурно-программных средств машины, которая обеспечивает (пусть даже через устройства ввода-вывода информации) общение пользователя с ЭВМ. Говоря иначе, *интерфейс – это аппаратурно-программный посредник между пользователем и ЭВМ*. Ясно, что эффективность взаимодействия с ЭВМ, т.е. эффективность использования аппаратурно-программных средств машины, определяется возможностями или специфическими особенностями интерфейса. Итак, при такой трактовке понятия архитектуры ЭВМ главным становится то, что предлагается пользователю, и как воспользоваться сервисом, предоставляемым со стороны машины.

Под архитектурой ЭВМ, как и вообще любых других средств обработки информации, понимают в узком смысле совокупность их свойств и характеристик, призванных удовлетворить потребности пользователей. Пользователей в первую очередь интересуют такие свойства, которые раскрывают функциональные особенности вычислительного средства, а именно те, которые определяют: классы и сложность задач, доступных для решения; возможности автоматизированного обучения программированию и работе на данном вычислительном средстве; языки программирования; возможности отладчиков и редакторов, используемых при производстве программ; возможности операционной системы и организации различных режимов функционирования (моно- и мультипрограммных, разделения времени, реального масштаба времени и др.); реализуемость диалогового режима; организация работы с файлами; способы обработки информации (последовательный, конвейерный, матричный, распределенный и др.); возможность реализации надежных (отказоустойчивых) вычислений; совместимость с другими аппаратурно-программными средствами и т.п.

Большой интерес для пользователей средств вычислительной техники представляют такие технические характеристики, как быстродействие, объем памяти, разрядность для слов, форма представления чисел (с фиксированной и/или плавающей запятой), показатели эффективности внешних устройств, количественные характеристики надежности и живучести, технико-экономические показатели (цена вычислительного средства или стоимость машинного времени), показатели безопасности работы и т.п. В меньшей степени волнует пользователей организация технического обслуживания и почти не интересуют такие архитектурные проявления особенностей средства переработки информации, как организация его функциональной структуры или отдельных его устройств, аппаратурно-программные решения, являвшиеся как следствие возможностей элементной и технологической баз, конструктивное оформление и т.п.

Понятия “архитектура ЭВМ”, “архитектура вычислительного средства” используются не только пользователями, но и специалистами–создателями аппаратурно-программных комплексов для переработки информации. Поэтому узкое толкование понятия об архитектуре вычислительных средств для них является явно недостаточным. Учитывая ориентацию данной книги и на разработчиков средств вычислительной техники, и на специалистов по формированию конфигураций и по эксплуатации ЭВМ и систем на их основе, дадим общее определение архитектуры средств обработки информации.

Архитектура вычислительного средства – это совокупность его свойств и характеристик. То, что для пользователей средств вычислительной техники было мало значимым, становится для создателей этих средств весьма существенным; например, это их функциональная структура и организация вычислительных процессов.

Ясно, что для различных специалистов одно и то же вычислительное средство выглядит в архитектурном плане различным образом. Каждого узкого специалиста занимают в большей степени свои архитектурные аспекты. Однако для всех профессионалов в области переработки информации представляют бесспорно большой интерес и методология разработки вычислительных средств, их аппаратурных и программных частей; и концептуальные основы и принципы построения; и схемотехнические решения, основанные на новых способах обработки информации и (или) имеющие лучшие параметры по сравнению с уже известными схемами; и алгоритмы и приемы организации функционирования; и методика экспресс-анализа эффективности (производительности, надежности, живучести, осуществимости решения задач и технико-экономической эффективности); и методика обеспечения контроля и диагностики; и достигнутые технические характеристики в классе тех или иных вычислительных средств.

Учитывая вышесказанное и вспомнив каноническую функциональную структуру ЭВМ Дж. фон Неймана и модель вычислителя (см. 2.1 и 2.2), дадим еще одно определение: *архитектура вычислительного средства – это концепция взаимосвязи и функционирования его аппаратурных (hardware) и программных (software) компонентов.*

2.3.2. SISD-архитектура ЭВМ

Во всех средствах вычислительной техники безусловно имеют место информационные потоки – это потоки команд и данных. Под потоком команд понимается последовательность команд, выполняемых вычислительным средством, а под потоком данных – последовательность данных (включающая исходные данные, промежуточные и окончательные результаты), порождаемая и управляемая потоком команд.

Классификация архитектур [4,5] на основе потоков команд и данных была предложена в 1966 г. профессором Стенфордского университета США М.Д. Флинном (Michael J. Flynn). В соответствии с этой классификацией архитектура ЭВМ относится к классу SISD (или ОКОД). Она предопределяет такое функционирование ЭВМ, когда одиночный поток команд управляет обработкой одиночного потока данных; SISD – Single Instruction stream / Single Data Stream; ОКОД – один поток команд / один поток данных.

Вычислительное средство с архитектурой SISD представлено на рис. 2.2; поток команд (1) из памяти в процессор (точнее, в арифметико-логическое устройство, рис. 2.1) порождает потоки данных (2) в процессор (для их обработки) и результатов (3) из процессора (т.е. данных после обработки).

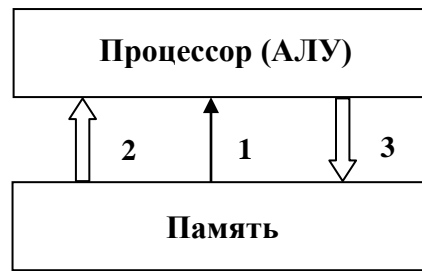


Рис.2.2. SISD-архитектура ЭВМ

⇨ – данные, → – команды

Легко заметить (рис. 2.1 и 2.2), что SISD-архитектура – это известная нам машина Дж. фон Неймана. Такую архитектуру или близкие к ней стали называть *фон-неймановскими* (von Neumann Architectures). Итак, фон-неймановская архитектура предопределяет такую функциональную организацию машины, при которой она состоит из двух основных частей: памяти, содержащей команды программы и данные, и процессора, выбирающего из памяти команды и их операнды и записывающего в нее результаты; каждая команда явно или неявно указывает адреса операндов, результата и следующей команды. Практически архитектура всех ЭВМ первого поколения – неймановская, а архитектуры ЭВМ второго и третьего поколений – модифицированные неймановские.

Современные высокопроизводительные вычислительные средства высокой производительности ($10^9 - 10^{15}$ опер./с) имеют не-фон-неймановские архитектуры (non von Neumann Architectures). В таких средствах модель организации вычислений принципиально отличается от классической (т.е. от машины Дж. фон Неймана и от модели вычислителя). Не-фон-неймановские архитектуры обязательно предопределяют непоследовательные организации выполнения команд. Средства обработки информации с такими архитектурами называют вычислительными системами (также суперЭВМ).