

**Уважаемые студенты!**  
**Вам необходимо выполнить следующее:**

Задание:

- Изучить теорию;
- Написать краткий конспект

Результаты работы, фотоотчет, предоставить преподавателю на e-mail: [v.vika2014@mail.ru](mailto:v.vika2014@mail.ru)

При возникновении вопросов по приведенному материалу обращаться по следующему номеру телефона: (072)1744922

***ВНИМАНИЕ!!!*** При отправке работы, не забывайте указывать ФИО студента, наименование дисциплины, дата проведения занятия (по расписанию).

### Лекция 10

**Тема: Понятие архитектуры и структуры компьютера. Принципы фон Неймана. Основные компоненты ЭВМ. Основные типы архитектур ЭВМ.**

С середины 60-х годов очень сильно изменился подход к созданию вычислительных машин. Вместо разработки аппаратуры и средств математического обеспечения стала проектироваться система, состоящая из синтеза аппаратных (hardware) и программных (software) средств. При этом на главный план выдвинулась концепция взаимодействия. Так возникло новое понятие — архитектура ЭВМ.

Под архитектурой ЭВМ принято понимать совокупность общих принципов организации аппаратно-программных средств и их основных характеристик, определяющая функциональные возможности вычислительной машины при решении соответствующих типов задач.

Архитектура ЭВМ охватывает значительный круг проблем, связанных с созданием комплекса аппаратных и программных средств и учитывающих большое количество определяющих факторов. Среди этих факторов основными являются: стоимость, сфера применения, функциональные возможности, удобство в эксплуатации, а одним из основных компонентов архитектуры считаются аппаратные средства.

Архитектуру вычислительного средства необходимо отличать от структуры, так как структура вычислительного средства определяет его текущий состав на определенном уровне детализации и описывает связи внутри средства. Архитектура же определяет основные правила взаимодействия составных элементов вычислительного средства, описание которых выполняется в той мере, в какой необходимо для формирования правил взаимодействия. Она устанавливает не все связи, а только наиболее необходимые, которые должны быть известны для более грамотного использования применяемого средства.

Так, пользователю ЭВМ не важно, на каких элементах выполнены электронные схемы, схемно или программно исполняются команды и тому подобное. Архитектура ЭВМ действительно отражает круг проблем, которые относятся к общему проектированию и построению вычислительных машин и их программного обеспечения.

Архитектура ЭВМ включает в себя как структуру, отражающую состав ПК, так и программно – математическое обеспечение. Структура ЭВМ - совокупность элементов и связей между ними. Основным принципом построения всех современных ЭВМ является программное управление.

Основы учения об архитектуре вычислительных машин были заложены Джон фон Нейманом. Совокупность этих принципов породила классическую (фон-неймановскую) архитектуру ЭВМ.

### **Основные принципы архитектуры Джона фон Неймана**

Джон фон Нейман (1903 – 1957) – американский математик, внесший большой вклад в создание первых ЭВМ и разработку методов их применения. Именно он заложил основы учения об архитектуре вычислительных машин, подключившись к созданию первой в мире ламповой ЭВМ ENIAC в 1944 году, когда ее конструкция была уже выбрана. В процессе работы, во время многочисленных дискуссий со своими коллегами Г.Голдстайном и А.Берксом, Джон фон Нейман высказал идею принципиально новой ЭВМ. В 1946 году ученые изложили свои принципы построения вычислительных машин в ставшей классической статье «Предварительное рассмотрение логической конструкции электронно-вычислительного устройства». С тех пор прошло более полувека, но выдвинутые в ней положения сохраняют свою актуальность и сегодня.

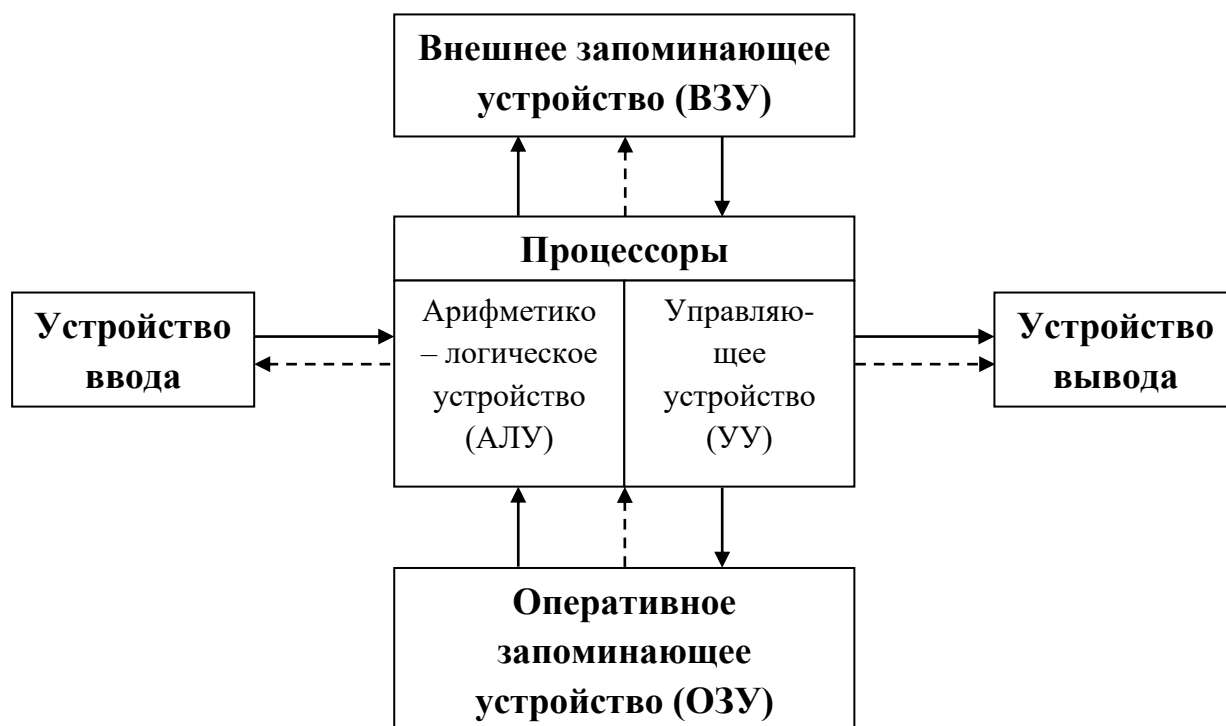
В статье убедительно обосновывается использование двоичной системы для представления чисел, в ведь ранее все вычислительные машины хранили обрабатываемые числа в десятичном виде. Авторы продемонстрировали преимущества двоичной системы для технической реализации, удобство и простоту выполнения в ней арифметических и логических операций. В дальнейшем ЭВМ стали обрабатывать и нечисловые виды информации – текстовую, графическую, звуковую и другие, но двоичное кодирование данных по-прежнему составляет информационную основу любого современного компьютера.

Еще одной революционной идеей, значение которой трудно переоценить, является предложенный Нейманом принцип «хранимой программы». Первоначально программа задавалась путем установки переключателей на специальной коммутационной панели. Это было весьма трудоемким занятием: например, для изменения программы машины ENIAC требовалось несколько дней, в то время как собственно расчет не мог продолжаться более нескольких минут – выходили из строя лампы, которых было огромное количество. Нейман первым догадался, что программа может также храниться в виде набора нулей и единиц, причем в той же самой памяти, что и обрабатываемые ею числа. Отсутствие принципиальной разницы между программой и данными дало

возможность ЭВМ самой формировать для себя программу в соответствии с результатами вычислений.

## Структура ЭВМ

Джон фон Нейман не только выдвинул основополагающие принципы логического устройства ЭВМ, но и предложил ее структуру, которая воспроизводилась в течение первых двух поколений ЭВМ. Основными блоками по Нейману являются устройство управления (УУ) и арифметико-логическое устройство (АЛУ), обычно объединяемые в центральный процессор, в который также входит набор регистров общего назначения (РОН) – для промежуточного хранения информации в процессе ее обработки; память, внешняя память, устройства ввода и вывода. Следует отметить, что внешняя память отличается от устройств ввода и вывода тем, что данные в нее заносятся в виде, удобном компьютеру, но недоступном для непосредственного восприятия человеком.



Архитектура ЭВМ, построенная на принципах Джон фон Неймана.  
Сплошные линии со стрелками указывают направление потоков информации, пунктирные – управляющих сигналов.

### Как работает машина Джона фон Неймана

Теперь более подробно поговорим о том, как же работает машина построенная на данной архитектуре. Машина фон Неймана состоит из запоминающего устройства (памяти) – ЗУ, арифметико-логического устройства – АЛУ, устройства управления – УУ, а также устройств ввода и вывода, что видно из их схемы и о чем говорилось ранее.

Программы и данные вводятся в память из устройства ввода через арифметико-логическое устройство. Все команды программы записываются в соседние ячейки памяти, а данные для обработки могут содержаться в

произвольных ячейках. У любой программы последняя команда должна быть командой завершения работы.

Команда состоит из указания, какую операцию следует выполнить и адресов ячеек памяти, где хранятся данные, над которыми следует выполнить указанную операцию, а также адреса ячейки, куда следует записать результат, если его требуется сохранить в ЗУ.

Арифметико-логическое устройство выполняет указанные командами операции над указанными данными. Из него результаты выводятся в память или устройство вывода.

Управляющее устройство (УУ) управляет всеми частями компьютера. От него на другие устройства поступают сигналы «что делать», а от других устройств УУ получает информацию об их состоянии. Оно содержит специальный регистр (ячейку), который называется «счетчик команд». После загрузки программы и данных в память в счетчик команд записывается адрес первой команды программы, а УУ считывает из памяти содержимое ячейки памяти, адрес которой находится в счетчике команд, и помещает его в специальное устройство — «Регистр команд». УУ определяет операцию команды, «отмечает» в памяти данные, адреса которых указаны в команде, и контролирует выполнение команды.

АЛУ — обеспечивает арифметическую и логическую обработку двух переменных, в результате которых формируется выходная переменная. Функции АЛУ обычно сводятся к простым арифметическим и логическим операциям и операциям сдвига. Также формирует ряд признаков результата (флагов), характеризующих полученный результат и события, произошедшие в результате его получения (равенство нулю, знак, четность, переполнение). Флаги могут анализироваться УУ с целью принятия решения о дальнейшей последовательности выполнения команд.

В результате выполнения любой команды счетчик команд изменяется на единицу и, следовательно, указывает на следующую команду программы. Когда требуется выполнить команду, не следующую по порядку за текущей, а отстоящую от данной на какое-то количество адресов, то специальная команда перехода содержит адрес ячейки, куда требуется передать управление.

## Выводы

Итак, выделим ещё раз основные принципы, предложенные фон Нейманом:

- **Принцип двоичного кодирования.** Для представления данных и команд используется двоичная система счисления.
- **Принцип однородности памяти.** Как программы (команды), так и данные хранятся в одной и той же памяти (и кодируются в одной и той же системе счисления — чаще всего двоичной). Над командами можно выполнять такие же действия, как и над данными.
- **Принцип адресуемости памяти.** Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек; процессору в произвольный момент времени доступна любая ячейка.
- **Принцип последовательного программного управления.** Все команды располагаются в памяти и выполняются последовательно, одна после завершения другой.

- **Принцип условного перехода.** Команды из программы не всегда выполняются одна за другой. Возможно присутствие в программе команд условного перехода, которые изменяют последовательность выполнения команд в зависимости от значений данных. (Сам принцип был сформулирован задолго до Джона фон Неймана Адой Лавлейс и Чарльзом Бэббиджем, однако он логически включен в фон-неймановский набор как дополняющий предыдущий принцип.)

Джон фон Нейман внес огромный вклад в развитие первых ЭВМ и разработку методов их применения. Разработанные фон Нейманом основы архитектуры вычислительных устройств оказались настолько фундаментальными, что получили в литературе название «фон-неймановской архитектуры». Принципы этой архитектуры широко используются и сегодня. Подавляющее большинство вычислительных машин на сегодняшний день – фон-неймановские машины. Исключения составляют лишь отдельные разновидности систем для параллельных вычислений, в которых отсутствует счетчик команд, не реализована классическая концепция переменной и имеются другие существенные принципиальные отличия от классической модели (примерами могут служить потоковая и редукционная вычислительные машины).

Устройство управления и арифметико-логическое устройство в современных компьютерах объединены в один блок – процессор, являющийся преобразователем информации, поступающей из памяти и внешних устройств (сюда относятся выборка команд из памяти, кодирование и декодирование, выполнение различных, в том числе и арифметических, операций, согласование работы узлов компьютера).

У современных компьютеров запоминающее устройство, хранящее информацию и программы, «многоярусно». Оно включает в себя оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), хранящее ту информацию, с которой компьютер работает непосредственно в данное время (исполняемая программа, часть необходимых для нее данных, некоторые управляющие программы), и внешние запоминающие устройства (ВЗУ) гораздо большей емкости, чем ОЗУ, но с существенно более медленным доступом. На ОЗУ и ВЗУ классификация устройств памяти не заканчивается – определенные функции выполняют и СОЗУ (сверхоперативное запоминающее устройство), и ПЗУ (постоянное запоминающее устройство), и другие подвиды компьютерной памяти.

По-видимому, значительное отклонение от фон-неймановской архитектуры произойдет только в результате развития идеи машин пятого поколения, в основе обработки информации в которых лежат не вычисления, а логические выводы.