***Глава 1.***

***1. Дайте определение термину «система». Какие характеристики используют для описания систем?***

***Ответ***: Слово «**система**» имеет греческие корни и *означает множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство*. **Характеристики**: *элемент системы, организация системы, структура системы, архитектура системы, целостность системы*.

***2. Что понимают под определением «вычислительная система»?***

***Ответ****:* **Вычислительная система** представляет собой *совокупность аппаратных и программных средств, в окружении которых выполняется результирующая программа, порождаемая системой программирования на основании кода исходной программы, созданного разработчиком, а также объектных модулей и библиотек, входящих в состав системы программирования.*

***3. Коротко расскажите историю развития вычислительной техники. Ответ:*** В 1939 году создают ABC (на Лампах). В 1943 году Z3 - первый Управляемый Программой Компьютер. В 1945 году ENIAC - первый Компьютер Общего Назначения. 1947 год - изобретение транзистора. 1970 годы - изобретение микропроцессора Тоддом Хофманом и разработка первых ПК.

***4. Опишите электронные вычислительные машины и приведите их классификацию***.

***Ответ:*** Под **электронной вычислительной машиной** будем *понимать комплекс технических средств, предназначенных для автоматической обработки информации в процессе решения вычислительных и информационных задач.* По **принципу действия** ЭВМ можно разделить на два основных типа: *аналоговые и цифровые.* **Аналоговые вычислительные машины (АВМ)** — *вычислительные машины, работающие с информацией в виде непрерывного ряда значений какой-либо физической величины.* **Цифровые вычислительные машины (ЦВМ)** — *вычислительные машины, работающие с информацией, представленной в дискретном (цифровом) виде.* **Гибридные вычислительные машины (ГВМ)**, **или вычислительные машины комбинированного действия**, *работают с информацией, представленной и в цифровой, и в аналоговой форме; они совмещают в себе достоинства АВМ и ЦВМ. ГВМ целесообразно использовать для решения задач управления сложными быстродействующими техническими комплексами.* Иногда ЭВМ по **размерам и быстродействию** делят также на несколько классов: *супер-ЭВМ, большие ЭВМ, средние ЭВМ, мини-ЭВМ, микро-ЭВМ.*

***5. Сравните определения архитектуры вычислительной системы и архитектуры электронной вычислительной машины.***

***Ответ:*** **Архитектура вычислительной системы** *— это совокупность характеристик и параметров, определяющих функционально-логичную и структурно-организованную систему и затрагивающих в основном уровень параллельно работающих вычислителей.* **Основными компонентами архитектуры вычислительных машин и систем принято считать следующие компоненты:**

* вычислительные и логические возможности: система команд, формат команд, способы адресации, назначение и состав регистров;
* аппаратные средства: структура, организация памяти, организация ввода-вывода, принципы управления;
* программное обеспечение (ПО): ОС, языки программирования, прикладное ПО.

**Архитектура ЭВМ** — *концептуальная структура вычислительной машины, определяющая проведение обработки информации и включающая методы преобразования информации в данные и принципы взаимодействия технических средств и программного обеспечения.*

***6. В чем отличие принстонской архитектуры ЭВМ от гарвардской архитектуры ЭВМ. Ответ: 1)*** Архитектуру фон Неймана ассоциируют со **схематическим изображением машины фон Неймана** (*состоящей из блока управления, арифметико-логического устройства, памяти и устройств ввода-вывода*) и принципами организации ЭВМ. В ней реализуются следующие принципы организации архитектуры. **Принцип однородности памяти**. Команды и данные хранятся в одной и той же памяти и внешне в памяти неразличимы. Распознать их можно только по способу использования; то есть одно и то же значение в ячейке памяти может использоваться и как данные, и как команда, и как адрес в зависимости лишь от способа обращения к нему. Это позволяет производить над командами те же операции, что и над числами, и, соответственно, открывает ряд дополнительных возможностей. **Принцип адресности.** Структурно основная память состоит из пронумерованных ячеек, причем процессору в произвольный момент доступна любая ячейка. Двоичные коды команд и данных разделяются на единицы информации, называемые словами, и хранятся в ячейках памяти, а для доступа к ним используются номера соответствующих ячеек — адреса. **Принцип программного управления**. Все вычисления, предусмотренные алгоритмом решения задачи, должны быть представлены в виде программы, состоящей из последовательности управляющих слов — команд. Каждая команда предписывает некоторую операцию из набора операций, реализуемых вычислительной машиной. Команды программы хранятся в последовательных ячейках памяти вычислительной машины и выполняются в естественной последовательности, то есть в порядке их положения в программе. При необходимости, с помощью специальных команд, эта последовательность может быть изменена. **Принцип двоичного кодирования.** Согласно этому принципу вся информация, как данные, так и команды, кодируется двоичными цифрами: 0 и 1. Каждый тип информации представляется двоичной последовательностью и имеет свой формат. **Со временем Джон Бэкус в архитектуре фон Неймана выделил «узкое место».** Использование общей шины для команд и данных приводит к ограничению пропускной способности между процессором и оперативной памятью. Из-за того, что код программы и данные не могут быть доступны в одно и то же время, пропускная способность шины является значительно меньшей, чем скорость, с которой процессор может работать. Процессор постоянно вынужден ждать необходимых данных, которые будут переданы в память или из памяти. Так как скорость процессора и объём памяти увеличивались гораздо быстрее, чем пропускная способность между ними, это стало большой проблемой.

2) Гарвардская архитектура была разработана Говардом Эйкеном в конце 1930-х годов в Гарвардском университете. В должности инженера IBM Говард Эйкен руководил работами по созданию первого американского компьютера «Марк I». **Отличительные признаки гарвардской архитектуры:**

* хранилище инструкций и хранилище данных представляют собой разные физические устройства;
* канал инструкций и канал данных физически разделены.

В первом компьютере Эйкена «Марк I» для хранения инструкций использовалась перфорированная лента, а для работы с данными — электромеханические регистры. Это позволяло одновременно пересылать и обрабатывать команды и данные, благодаря чему значительно повышалось общее быстродействие компьютера. Компьютер с гарвардской архитектурой может работать быстрее компьютера с принстонской архитектурой, поскольку доставка инструкций и доступ к данным используют разные каналы памяти. В гарвардской архитектуре характеристики устройств памяти для инструкций и памяти для данных не обязательно должны быть одинаковыми. Но такая архитектура имеет и недостаток — это высокая стоимость. При разделении каналов передачи команд и данных на кристалле процессора последний должен иметь почти вдвое больше выводов, так как шина адреса и шина данных составляют основную часть выводов микропроцессора. Способом решения этой проблемы стала идея использовать общие шину данных и шину адреса для всех внешних данных, а внутри процессора использовать шину данных, шину команд и две шины адреса. Такую концепцию стали называть **модифицированной гарвардской архитектурой.**

***7. Расскажите, какие свойства ЭВМ относятся к общим, а какие — к индивидуальным свойствам? Ответ:*** Современные ЭВМ обладают некоторыми общими и индивидуальными свойствами архитектуры. К числу ***общих архитектурных свойств и принципов*** можно отнести:

* **Принцип хранимой программы.** Согласно ему, код программы и ее данные находятся в одном адресном пространстве в оперативной памяти.
* **Принцип микропрограммирования**. В состав процессора входит блок микропрограммного управления. Этот блок для каждой машинной команды имеет набор действий-сигналов, которые нужно сгенерировать для физического выполнения требуемой машинной команды.
* **Линейное пространство памяти** — совокупность ячеек памяти, которым последовательно присваиваются номера (адреса) 0, 1, 2, . . .
* **Последовательное выполнение программ**. Процессор выбирает из памяти команды строго последовательно. Для изменения прямолинейного хода выполнения программ необходимо использовать специальные команды (команды условного и безусловного перехода). Процессор не различает команды и данные, поэтому важно в программе всегда четко разделять пространство данных и команд.
* **Безразличие к целевому назначению данных**. Машине все равно, какую логическую нагрузку несут обрабатываемые ею данные.

Перечень индивидуальных свойств и принципов ЭВМ весьма велик, наиболее значимыми являются:

**1.** **Суперскалярная архитектура**. Важным элементом архитектуры, появившимся в микропроцессоре Intel 486 (i486), стал конвейер — специальное устройство, при котором выполнение команд в микропроцессоре разбивается на несколько этапов. Преимуществом такого подхода является то, что очередная команда после ее выборки попадает в блок декодирования. Таким образом, блок выборки свободен и может выбрать следующую команду. В результате на конвейере могут находиться в различной стадии выполнения пять команд. Микропроцессоры, имеющие один конвейер, называются скалярными, а два и более — суперскалярными. В i486 имеются следующие этапы выполнения команды:

* выборка команд из оперативной или кэш-памяти;
* декодирование команды;
* генерация адреса;
* выполнение операции с помощью АЛУ (арифметико-логическое устройство);
* запись результата.

**2. Раздельное кэширование кода и данных.** Кэширование — это способ увеличения быстродействия системы за счет хранения часто используемых данных и кодов в так называемой «кэш-памяти первого уровня», находящейся внутри микропроцессора.

**3.** **Предсказание правильного адреса перехода**. Под переходом понимают запланированное алгоритмом изменение последовательного характера выполнения программы. Типичная программа на каждые 6–8 команд содержит одну команду перехода. Последствия этого предсказать нетрудно: при наличии конвейера через каждые 6–8 команд его нужно очищать и заполнять заново в соответствии с адресом перехода. Все преимущества конвейеризации теряются. Поэтому в архитектуру Pentium был введен блок предсказания переходов. Вероятность правильного предсказания перехода составляет около 80%.

***8. Какие свойства имеет CISC-архитектура процессора? Ответ****:* **CISC-архитектура** (Complex Instruction Set Computing) — компьютер с полным набором команд) — концепция проектирования процессоров, которая обладает следующими свойствами:

* имеет большое число различных по формату и длине команд, длины команды имеют нефиксированное значение;
* поддерживается кодировка арифметических действий в одной команде и большое количество режимов адресации;
* небольшое число регистров, каждый из которых выполняет строго определённую функцию.

***9. Какие свойства имеет RISC-архитектура процессора? Ответ:* RISC-архитектура** (Restricted Instruction Set Computer) — компьютер с сокращённым набором команд) — архитектура процессора, в которой быстродействие увеличивается за счёт упрощения инструкций, чтобы их декодирование было более простым, а время выполнения — меньшим. **Можно выделить характерные особенности RISC-процессоров:**

* Фиксированная длина машинных инструкций и простой формат команды.
* Специализированные команды для операций с памятью — чтения или записи. Операции вида Read-Modify-Write («прочитать-изменить-записать») отсутствуют. Любые операции «изменить» выполняются только над содержимым регистров.
* Большое количество регистров общего назначения (32 и более).
* Отсутствует поддержка операций вида «изменить» над укороченными типами данных — байт, 16-битное слово. Так, например, система команд DEC Alpha содержала только операции над 64-битными словами и требовала разработки и последующего вызова процедур для выполнения операций над байтами, 16- и 32-битными словами.
* Отсутствие микропрограмм внутри самого процессора. То, что в CISC-процессоре исполняется микропрограммами, в RISC-процессоре исполняется как обыкновенный машинный код, не отличающийся принципиально от кода ядра ОС и приложений.

***10. Опишите основные «вехи» развития микропроцессоров семейства x86–64. Ответ:*** 8086 (1978 г.) — 16-разрядный процессор сначала работал на частотах 4,77 МГц, затем на 8 и 10 МГц 80286 (1982 г.) — процессор работал на частотах 6, а затем 8, 10, 12, 16, 20 МГц. С его появлением появилось такое понятие, как защищённый режим (protected mode) и виртуальная память. 80386 (1985 г.) — первый 32-разрядный процессор, работал на частотах 16–40 МГц. Произвел кардинальные изменения в семействе процессоров x86. i586 или Pentium1 (1993 г.) — первый суперскалярный и суперконвейерный процессор Intel. Pentium Pro (1995 г.) — первый процессор шестого поколения (P6). Блоки предсказания ветвлений, переименование регистров, RISC-ядро, интегрированная в один корпус с ядром кэш-память второго уровня.

***11. Какие режимы работы имеют микропроцессоры семейства x86–64 и что они собой представляют? Ответ:*** Все 32-разрядные и более поздние процессоры Intel, а также совместимые с ними могут выполнять программы в нескольких режимах. Режимы процессора предназначены для выполнения программ в различных средах. В зависимости от режима процессора изменяется схема управления памятью системы и задачами. Режимы работы 32-разрядных и 64-разрядных процессоров несколько различны. У 32-разрядных микропроцессоров выделяют несколько режимов работы:

* **Реальный режим работы** — данный режим предназначен для совместимости с младшими моделями процессоров (16-разрядными микропроцессорами). Также этот режим первым начинает работу при включении компьютера, в нем выполняется процедура самотестирования оборудования POST (Power-On Self-Test). Данная функция выполняется программами, хранящимися в BIOS (Вasic Input/Output System — «базовая система вводавывода») материнской платы компьютера.
* **Защищенный режим** — основной режим работы процессоров. Именно в нем доступны все особенности 32-разрядных моделей процессоров, такие, как многозадачность, защита программ пользователей, возможность работы с большим объемом памяти, виртуальная память и т. п. Механизм сегментации позволяет поддерживать виртуальную память объемом до 64 Тбайта. Но, как правило, используется только страничная трансляция, при которой каждой задаче предоставляется только 4 Гбайта.
* **Режим системного управления** (SMM — System Management Mode). В этом режиме приостанавливается исполнение другого кода, включая код ОС, и запускается специальная программа, хранящаяся в оперативной памяти системы в наиболее привилегированном режиме. Возможностей применения SMM много, приведем некоторые из них: обработка системных ошибок, таких как ошибки памяти и чипсета; выполнение функций защиты, например, выключение процессоров при сильном перегреве; управление питанием, например, схемами изменения напряжения и т. п.
* **Режим Virtual-86**. Этот режим схож с реальным режимом, однако может быть включен только в защищенном режиме. В этом режиме возможно выполнение нескольких приложений реального режима.
* **«Нереальный» режим** — это неофициальный режим, который поддерживают все 32-битные микропроцессоры. Он поддерживает адресацию к 4 Гбайтам памяти. В этом режиме команды исполняются так же, как и в реальном режиме, с использованием дополнительных сегментных регистров.

В 64-разрядных микропроцессорах архитектуры AMD64 введен дополнительный режим Long Mode («расширенный режим»), включающий два подрежима:

* **64-разрядный режим** (64-bit Mode) позволяет 64-разрядной ОС выполнять 64-разрядное ПО. В этом режиме поддерживается только «плоская» модель памяти (один общий сегмент для кода и данных);
* **режим совместимости** (Compatibility Mode) позволяет 64-разрядной ОС выполнять 32-разрядное ПО.