Архитектура вычислительных систем

Направление подготовки – 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Содержание

- Понятие архитектуры вычислительных систем
- История развития вычислительной техники
- Классификация компьютеров
- Концепция компьютера с хранимой в памяти программой

Понятие архитектуры вычислительных систем

- **Предмет** дисциплины цифровые вычислительные машины и системы (устройства, которые оперируют дискретными величинами)
- Определения понятий «вычислительная машина» и «вычислительная система» сформулированы в **стандартах** ISO/IEC 2382/1-93 и ГОСТ 15971-90
- Вычислительная машина совокупность технических средств, которая предоставляет возможность выполнения обработки информации и получения результатов в необходимой форме

Понятие архитектуры вычислительных систем (продолжение)

- (продолжение)
 Электронная вычислительная машина (ЭВМ) или компьютер вычислительная машина, у которой основные функциональные устройства выполнены на базе электронных компонентов
- Вычислительная система одна или несколько вычислительных машин, периферийное оборудование и программное обеспечение, с помощью которых выполняется обработка информации (ISO/IEC 2382/1-93)

Понятие архитектуры вычислительных систем (продолжение)

- •Для вычислительной машины характерна определённая **организация**:
 - внутренняя упорядоченность, согласованность и взаимодействие частей целого
 - наличие совокупности процессов и действий, которые приводят к образованию и совершенствованию взаимосвязей между частями целого
- В вычислительной технике существуют **два вида** организации вычислительных машин (систем), которые определяются двумя взглядами (пользователя и разработчика) на их построение и функционирование

Понятие архитектуры вычислительных систем

- •Для пользователя важен **набор функций** вычислительной машины, которые обеспечивают эффективное решение его задач
- Функциональная организация вычислительной машины абстрактная модель совокупности её функциональных возможностей, направленных на удовлетворение потребностей пользователей
- Разработчик должен выполнить техническую реализацию функций на основе реальных физических объектов
- Структурная организация вычислительной машины физическая модель, которая устанавливает состав, порядок и принципы взаимодействия основных функциональных частей машины

Понятие архитектуры вычислительных систем

- Графическим отображением и функциональной, и структурной организации вычислительной машины является структурная схема
- Функциональная организация вычислительной машины = Архитектура вычислительной машины
- Архитектура вычислительной машины её концептуальная структура, которая определяет выполнение обработки информации, а также содержит методы преобразования информации и принципы взаимодействия аппаратного и программного обеспечения (ГОСТ 15971-90)
- **Архитектура вычислительной машины** её логическая структура и функциональные характеристики, включая взаимосвязи между аппаратными и программными компонентами машины (ISO/IEC 2382/1-93)
- Функциональная организация вычислительной машины (системы) = Архитектура компьютера (компьютерной системы)

История развития вычислительной техники

- Попытки облегчить (в идеале автоматизировать) процесс вычислений насчитывают **более 5000 лет**
- Современное состояние вычислительной техники результат многолетней эволюции
- Эволюция вычислительной техники последовательная **смена поколений** вычислительных устройств
- Поколение вычислительных машин классификационная группа вычислительных машин, объединяющая машины по используемой технологии реализации их устройств, а также по уровню развития функциональных свойств и программного обеспечения и характеризующая определённый период в развитии промышленного производства средств вычислительной техники (ГОСТ 15971-90)

История развития вычислительной техники

- Классификация средств вычислительной техники по отношению к концепции компьютера с хранимой в памяти программой:
 - средства вычислительной техники «донеймановского» периода
 - компьютеры и компьютерные системы с архитектурой фон Неймана
 - компьютеры и компьютерные системы, реализующие параллельные и распределённые вычисления
- Традиционная классификация компьютеров:
 - компьютеры, построенные на основе электронных ламп
 - компьютеры, построенные на основе полупроводниковых приборов (транзисторов)
 - компьютеры, построенные на основе интегральных схем малой (МИС) и средней (СИС) степени интеграции
 - компьютеры, построенные на основе больших (БИС), сверхбольших (СБИС) и ультрабольших (УБИС) интегральных схем
 - компьютеры, обладающие интеллектуальными возможностями

История развития вычислительной техники (окончание)

- Современная классификация компьютеров:
 - первое поколение (1937 1953 гг.)
 - второе поколение (1954 1962 гг.)
 - третье поколение (1963 1972 гг.)
 - четвёртое поколение (1972 1984 гг.)
 - пятое поколение (1984 1990 гг.)
 - шестое поколение (с 1990 г. по настоящее время)

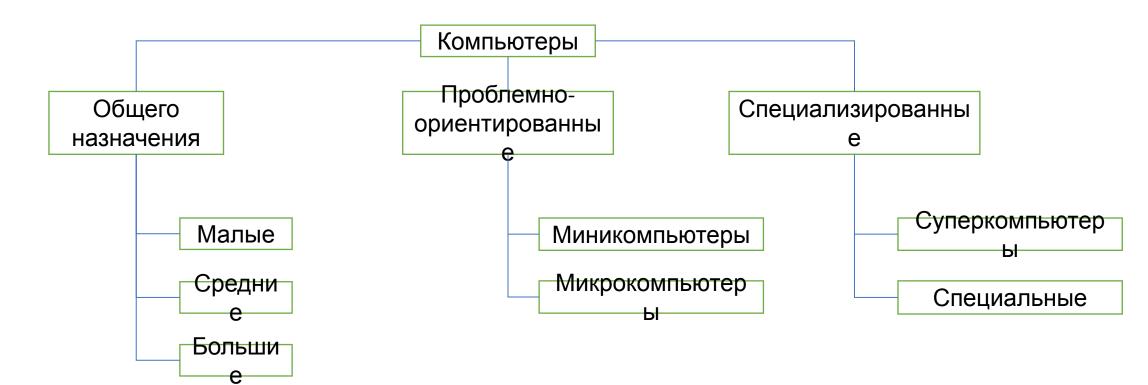
Введение в архитектуру вычислительных систем / Классификация компьютеров

- Классификация система распределения объектов, предметов, явлений, процессов или понятий по классам в соответствии с определённым признаком
- Нередко основным классификационным признаком при классификации компьютеров выступает **область** их **применения**

Введение в архитектуру вычислительных систем / Классификация компьютеров (продолжение)

Поколени е	Элементная база	Годы существования	Области применения
Первое	Электронные лампы	1937 – 1953	Научно-технические расчёты
Второе	Транзисторы	1954 – 1962	Научно-технические расчёты, планово- экономические расчёты
Третье	мис, сис	1963 – 1972	Научно-технические расчёты, планово- экономические расчёты, системы управления
Четвёртое	БИС, СБИС, УБИС	С 1972 г. по настоящее время	Все сферы деятельности

Введение в архитектуру вычислительных систем / Классификация компьютеров (продолжение)



Классификация компьютеров (продолжение)

- Семейство компьютеров совокупность компьютеров, объединённых общими архитектурными, структурными и конструктивными решениями
- Общие элементы архитектуры, характеризующие всех представителей семейства компьютеров:
 - внутренний язык или система команд
 - форматы данных
 - форматы записи на внешний носитель
 - интерфейс
 - преемственность программного обеспечения

Введение в архитектуру вычислительных систем / Классификация компьютеров (окончание)

- Примеры семейств компьютеров:
 - семейство универсальных компьютеров третьего поколения IBM S/360 (отечественный аналог EC ЭВМ)
 - семейство миникомпьютеров PDP-11 (отечественный аналог CM ЭВМ)
 - семейство микрокомпьютеров LSI-11 (отечественный аналог Электроника-60)
 - семейство микропроцессоров Intel x86
 - семейство многоядерных микропроцессоров Intel Core
- Классификация компьютеров **по способу представления информации**:
 - аналоговые компьютеры
 - цифровые компьютеры
 - гибридные компьютеры

Концепция компьютера с хранимой в памяти

• Вычислительная машина • совокупность технических средств, используемых для автоматизированной обработки дискретной информации по заданному алгоритму

• Алгоритм:

- конечный упорядоченный набор чётко определённых правил для решения проблемы (ISO/IEC 2382/1-93)
- способ преобразования информации, задаваемый с помощью конечной системы правил
- совокупность правил, определяющих эффективную процедуру решения любой задачи из некоторого заданного класса задач
- точно определённое правило действий, для которого дано указание, как и в какой последовательности это правило необходимо применять к исходным данным задачи для получения её решения
- точное предписание, определяющее содержание и порядок действий, которые необходимо выполнить над исходными и промежуточными данными для получения конечного результата при решении всех задач определённого типа

Концепция компьютера с хранимой в памяти •Свойства алгоритма:

- - дискретность алгоритм описывает действия над дискретной информацией и при этом сами действия также дискретны (представляют собой последовательность простых шагов)
 - определённость в алгоритме должно быть указано всё, что следует выполнить, причём ни одно из действий не должно трактоваться двусмысленно
 - массовость применимость алгоритма к множеству значений исходных данных
 - результативность возможность получения результата за конечное число шагов
- Вычислительный процесс процесс, порождаемый алгоритмом

Концепция компьютера с хранимой в памяти программой / Принципы фон Неймана В основе архитектуры современных компьютеров лежит

- В основе архитектуры современных компьютеров лежит представление алгоритма решения задачи в виде программы
- Программа состоит из **машинных команд**, необходимых для решения задач (ISO/IEC 2382/1-93)
- Компьютер с хранимой в памяти программой компьютер, в котором закодированные определённым образом команды программы хранятся в памяти (май 1945 г., авторы концепции Дж. Моучли, П. Эккерт, Дж. фон Нейман)

- Принципы фон Неймана:
 - принцип двоичного кодирования вся информация (данные и команды) кодируется двоичными цифрами 0 и 1
- Каждый вид информации представляется в двоичном коде и имеет свой формат:
 - формат числа содержит поле знака и поле значащих (цифровых) разрядов
 - формат команды содержит поле кода операции и адресную часть
- **Поле** последовательность битов в формате, имеющая определённый смысл

Код операции

Адресная часть

- **Код операции** указание, какая именно операция должна быть выполнена
- Содержимое адресной части:
 - в командах преобразования данных адреса операндов и, возможно, результата
 - в командах изменения порядка вычислений адрес следующей команды программы
 - в командах ввода-вывода номер устройства ввода-вывода

Код операции Адресная часть

- Принципы фон Неймана (продолжение):
 - принцип программного управления все вычисления должны быть представлены в виде программы, которая состоит из машинных команд
- Команды программы **хранятся в смежных ячейках памяти** компьютера и **выполняются в естественном порядке** (в порядке их следования в программе)
- При необходимости **естественный порядок выполнения** программы **может быть изменён** с помощью специальных команд

- Принципы фон Неймана (продолжение):
 - принцип однородности памяти команды и данные хранятся в одной и той же памяти и внешне неразличимы.
- Практическое применение принципа однородности памяти:
 - модификация команд обращение к последовательным элементам массива данных путём циклического изменения адресной части команды
 - трансляция программы перевод текста программы с языка высокого уровня на машинный язык, при котором команды одной программы получаются в результате выполнения другой программы
- Принстонская архитектура архитектура компьютеров, в которых используется принцип однородности памяти
- Гарвардская архитектура архитектура компьютеров, в которых существует отдельная память для команд и отдельная для данных

- Принципы фон Неймана (окончание):
 - принцип адресуемости памяти основная память структурно состоит из пронумерованных ячеек, причём процессор в любой момент времени может обратиться к любой ячейке
- **Машинное слово** единица информации, которая является составной частью двоичных кодов команд и данных
- **Адрес** номер ячейки памяти, который используется при обращении к ней

Концепция компьютера с хранимой в памяти программой / Архитектура фон Неймана • Компоненты типичного компьютера с архитектурой фон

- Неймана:
 - устройство управления
 - арифметико-логическое устройство
 - память
 - устройства ввода-вывода

Периферииные устройства ввода

Внешняя память

Периферииные устройства вывода

Основная память

Кэш-память

Арифметикологическое устройство

Устройство управления

Регистры

- Информация поступает из подключённых к компьютеру периферийных устройств ввода
- Результаты вычислений передаются на **периферийные** устройства вывода
- Связь и взаимодействие компьютера и периферийных (внешних) устройств обеспечивают **порты ввода** и **порты вывода**
- Порт аппаратура сопряжения периферийного устройства с компьютером и управления этим устройством
- Устройство (модуль) ввода-вывода совокупность портов ввода и портов вывода





- Память компьютера имеет многоуровневую структуру, реализованную в виде взаимодействующих запоминающих устройств, в которых могут использоваться различные физические принципы хранения данных
- Для выполнения программы необходимо, чтобы команды и данные находились в **основной памяти**
- Основная память **память с произвольным доступом**, т. е. доступ к любым ячейкам может выполняться в произвольном порядке
- Базовые элементы основной памяти современных компьютеров полупроводниковые **оперативные запоминающие устройства** (ОЗУ), которые обеспечивают как считывание, так и запись информации

- ОЗУ энергозависимые запоминающие устройства, т. е. хранимая в них информация утрачивается после отключения электропитания
- Для обеспечения энергонезависимости основной памяти в её состав включают постоянные запоминающие устройства (ПЗУ), предназначенные только для считывания информации
- Разрядность ячейки основной памяти принимается равной одному байту

Основная

память

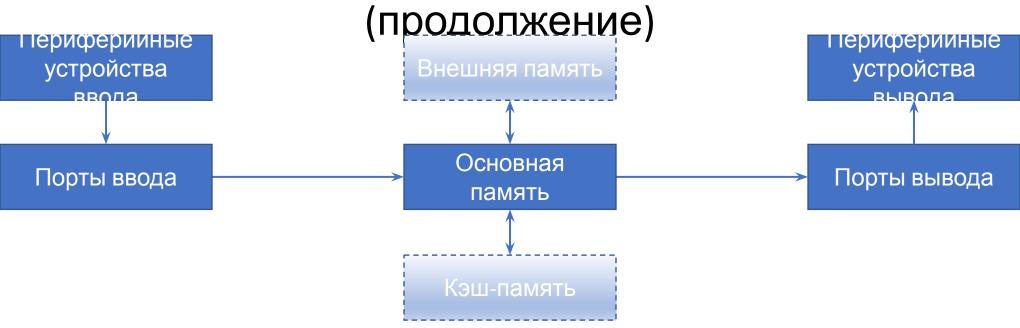
Порты вывода

Порты ввода

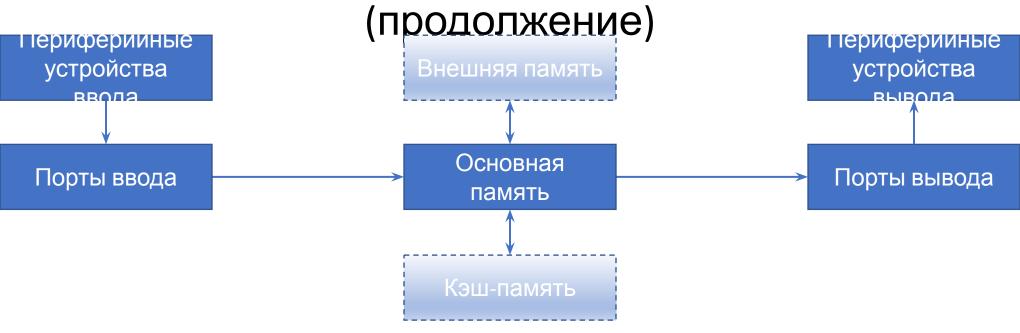
- Для долговременного хранения программ и данных используется **внешняя память**
- Внешняя память является энергонезависимой и в настоящее время в основном реализуется на базе магнитных дисков
- Информация во внешней памяти хранится в виде файлов



- Неотъемлемая часть современных компьютеров **кэш-память**, которая имеет небольшую ёмкость, но высокое быстродействие
- В кэш-память из основной памяти копируются **наиболее часто используемые** команды и данные
- При обращении со стороны процессора информация **сначала отыскивается в кэш-памяти** и только затем в случае неудачи в основной памяти



- Четвёртым видом памяти являются регистры центрального процессора
- Регистр отдельная ячейка памяти, обращение к которой занимает значительно меньше времени по сравнению с памятью любого другого вида
- Процессор содержит небольшое число регистров, которые образуют сверхоперативную память
- В регистры помещают часто используемые константы или промежуточные результаты вычислений, что позволяет сократить число обращений к более медленным видам памяти

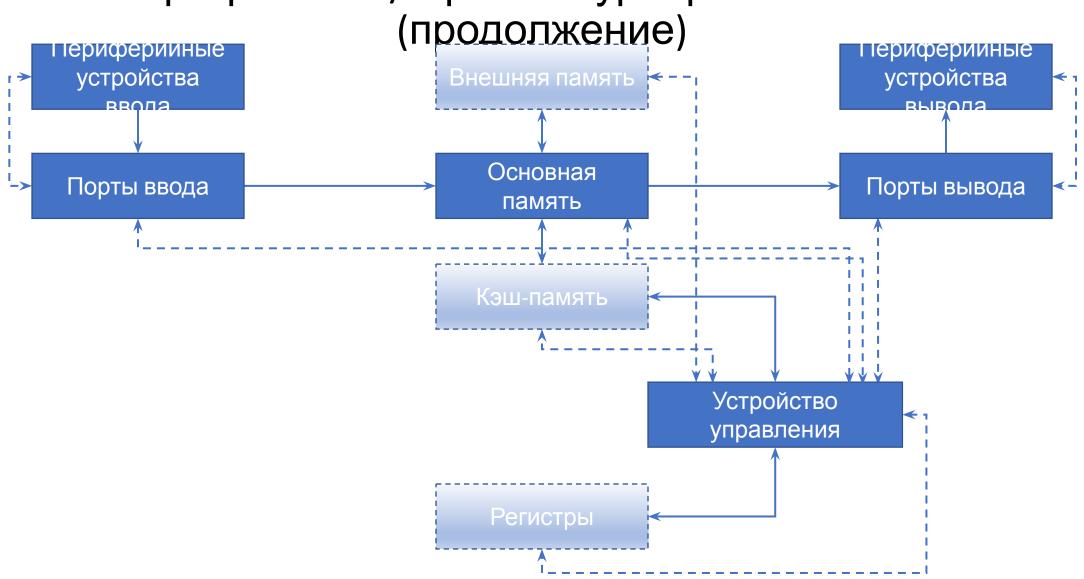


Регистры

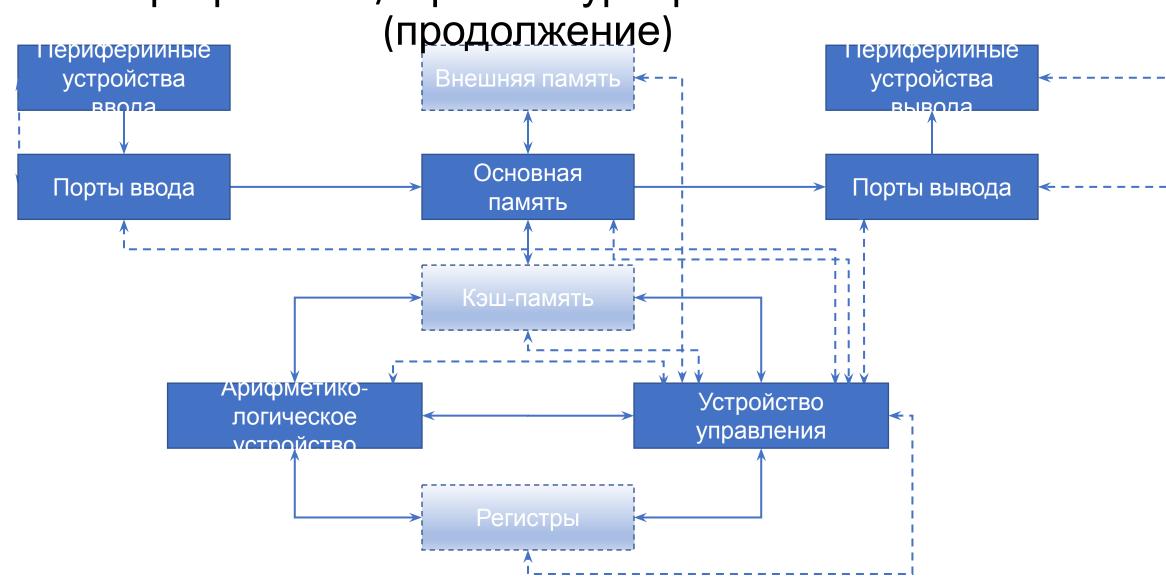
- Обязательным элементом архитектуры фон Неймана является лишь основная память
- Включение в состав компьютера запоминающих устройств остальных видов обусловлено **технологическими проблемами**, препятствующими созданию быстродействующих, дешёвых и энергонезависимых запоминающих устройств большой ёмкости

- Устройство управления важнейший компонент компьютера, организующий автоматическое выполнение программ путём реализации функций управления и обеспечивающий функционирование компьютера как единой системы
- Обмен информацией между любыми элементами компьютера инициируется соответствующим управляющим сигналом, т. е. управление вычислительным процессом сводится к формированию нужного набора управляющих сигналов в нужной временной последовательности

- Основная функция устройства управления формирование управляющих сигналов:
 - для инициирования процесса извлечения команд из памяти в порядке, определяемом программой, и последующее выполнение этих команд
 - для синхронизации работы внутренних и внешних устройств компьютера



- Арифметико-логическое устройство (АЛУ) неотъемлемая часть компьютера, обеспечивающая выполнение арифметических и логических операций над одним или двумя операндами и формирование результатов этих операций
- АЛУ также формирует флаги признаки, которые характеризуют результат и события, произошедшие в процессе его получения (равенство нулю, знак, чётность, перенос, переполнение и т. д.)



- **Центральный процессор** главный компонент компьютера, включающий в себя:
 - устройство управления
 - арифметико-логическое устройство
 - регистры общего назначения

систем /

Концепция компьютера с хранимой в памяти программой / Архитектура фон Неймана

