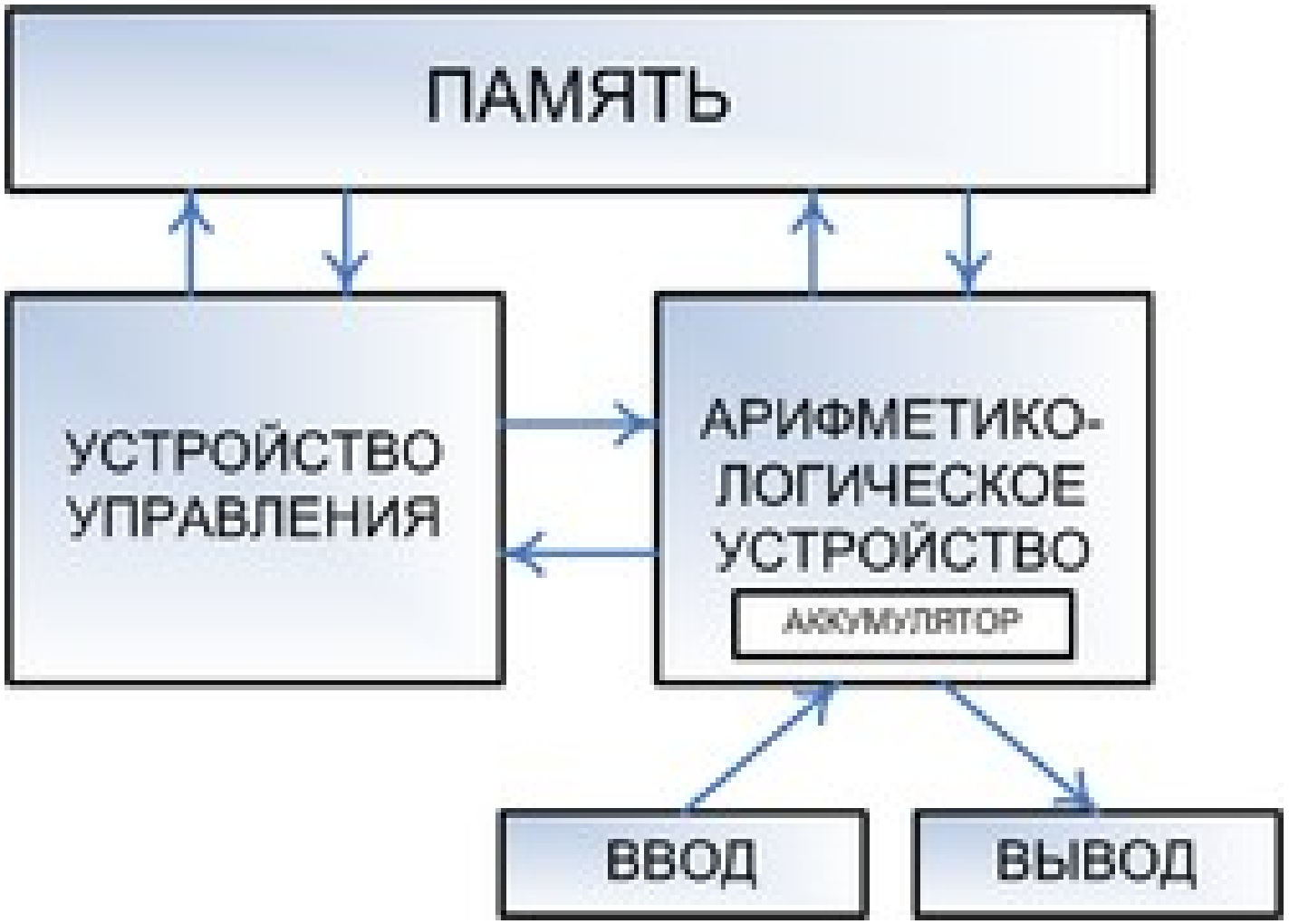
Лекция 10
Принципы фон-Неймана

Принципы фон Неймана (von Neumann architecture)

- Концептуальная модель цифрового компьютера общего назначения (1945)
- Лежит в основе (концептуально) современных процессоров
  - Адресность
  - Однородность памяти
  - Программное управление
  - Двоичное кодирование

Концептуальная схема



Принципы фон Неймана

- Адресность
  - Оперативная память (ОЗУ) – память произвольного доступа (RAM), в любой момент времени доступна любая ячейка
  - ОЗУ разбито на ячейки фиксированного размера
  - Каждая ячейка имеет фиксированный номер – адрес, работа с ОЗУ – по адресам
  - При необходимости ячейки могут группироваться
- Двоичное кодирование

Однородность памяти

- И программа, и данные хранятся в одной памяти
- Только по ячейке памяти невозможно определить, что в ней хранится (память не тегирована)
  - Например, один и те же 4 байта могут быть целым числом, числом float, символом UCS4, указателем, инструкцией процессора
- “Смысл” значения в ячейке определяется только тогда, когда процессор обращается к ней, и может меняться во времени

Программное управление

- Программа кодируется в виде инструкций процессора
- Программа хранится в оперативной памяти
- Инструкции процессора располагаются в памяти последовательно
- Инструкции выполняются последовательно, но порядок выполнения можно изменить
- Шаги выполнения инструкции:
  - Чтение инструкции из памяти
  - Декодирование
  - Чтение аргументов из памяти
  - Выполнение операции
  - Сохранение результата

Модификации

- Гарвардская архитектура – несколько отдельных адресных пространств: для кода программы, для данных, для ввода-вывода
  - В основном используется в low-end микроконтроллерах
  - Разные инструкции для чтения из пространства кода и работы с пространством данных
- Современные ОС, как правило, запрещают модификацию кода программы на лету, исполнение кода в пространстве данных
- Многоядерность и прогопроцессорность

Язык ассемблера

- Ассемблер – программа, переводящая текстовый формат инструкций процессора в объектный код
- Язык ассемблера - “текстовый формат” представлений инструкций процессора
- Каждая процессорная архитектура (x86, x64, ARM, ARMv8, MIPS, …) имеет свой набор инструкций
- Ассемблеры достаточно похожи друг на друга

Области применения

- Программирование микроконтроллеров (но обычно Си)
- Низкоуровневые части ядер ОС и драйверов (например, точка входа в ядро Linux при системном вызове или прерывании)
- Генераторы кода компиляторов, бинарных трансляторов, интерпретаторов
- Исследование бинарного кода (антивирусы и т. п)

Наши цели изучения

- Понимание ассемблера позволяет лучше понять архитектуру процессора
- Изучение кода, сгенерированного компилятором, полезно (иногда необходимо) для понимания оптимизаций
- Понимание ассемблера позволяет лучше понять влияние архитектуры компьютера на операционные системы и языки программирования

Ассемблер x86 (i386)

- На лекциях и семинарах рассматриваться не будет, но вы можете выполнять задания на ассемблере x64 (x86_64)
- X86 – наиболее доступная платформа, поэтому выбрана она
- Для инструкций x86 существует несколько форм записи: Intel ASM, nasm, AT&T asm, мы будем использовать AT&T asm – синтаксис GNU assembler по умолчанию

Inline assembly

- Gcc, clang, MSVC поддерживают написание вставок на ассемблере непосредственно в коде на Си/Си++
  - asm(“nop”);
- Синтаксис не стандартизирован, каждый компилятор по-своему решает задачу сочетания кода на си и ассемблере
- Рассматривать не будем

GNU assembler

- Комментарии как в Си (/* */ или //)
- Целые числа, символьные константы, вещественные константы как в Си (10, 0xa, '\n', 10.0)
- Строки как в Си (со всеми \ где нужно, но без неявного \0 в конце)
- Каждая инструкция процессора на отдельной строке
- Используем TAB для разделения полей инструкции

Инструкции

- Каждая инструкция записывается на отдельной строке
- Инструкция может быть “помечена”:
  LABEL:
  (после имени метки стоит двоеточие)
- Директива ассемблера – управляет трансляцией, инструкция – транслируется в машинный код
- Общий вид инструкции или директивы
  OPCODE PARAMS

Компиляция

- Файл называем с суффиксом .S или .s
  - .S, если нужен препроцессор Си
- Компиляция с помощью as
  - as FILE.s -o FILE.o -g -a
- Компиляция с помощью gcc
  - gcc -m32 FILE.S -c -g
- Чтобы отключить стандартную библиотеку Си и startup код:
  - gcc -m32 FILE.S -oFILE -g -nostdlib