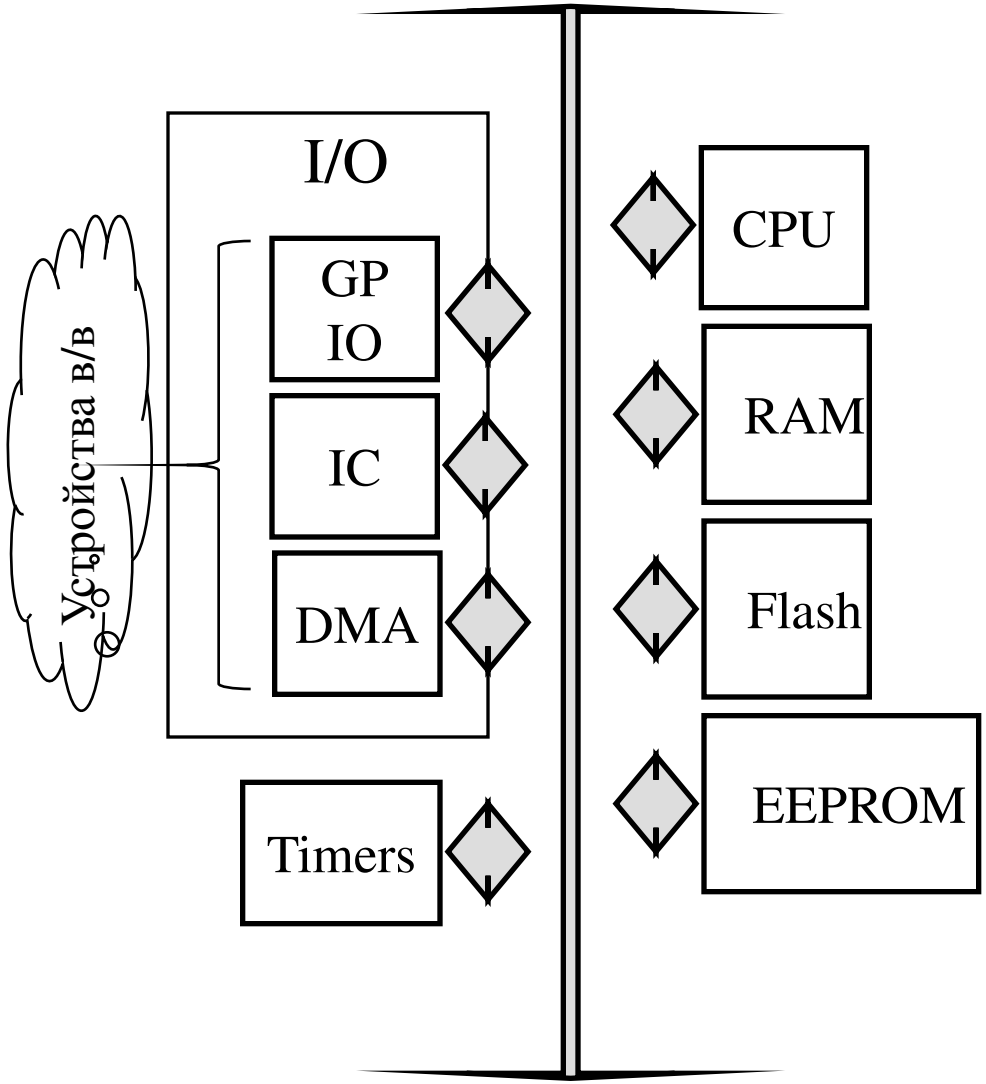
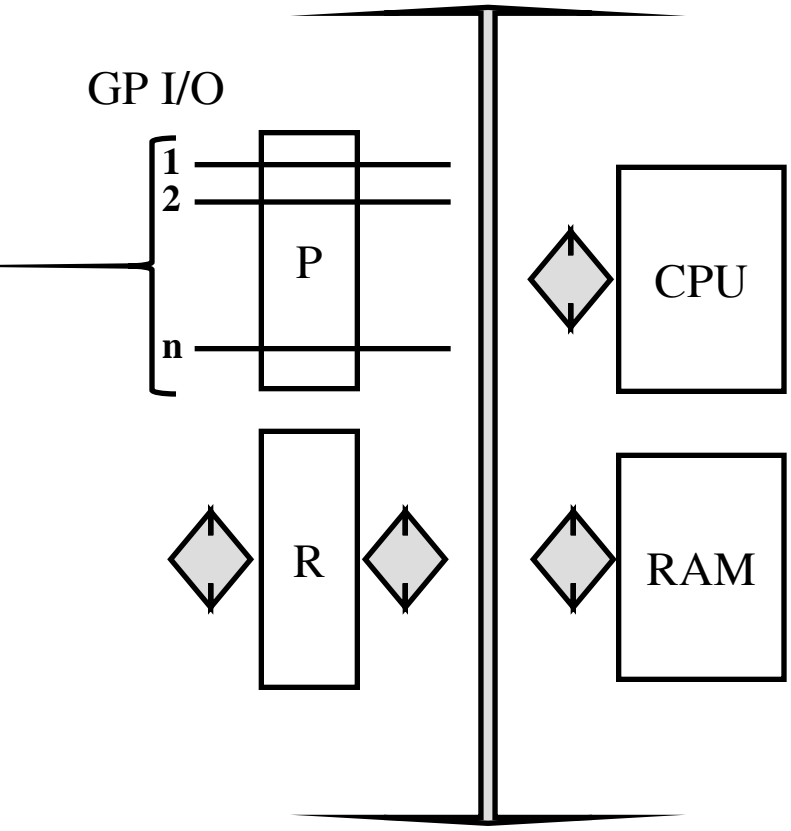
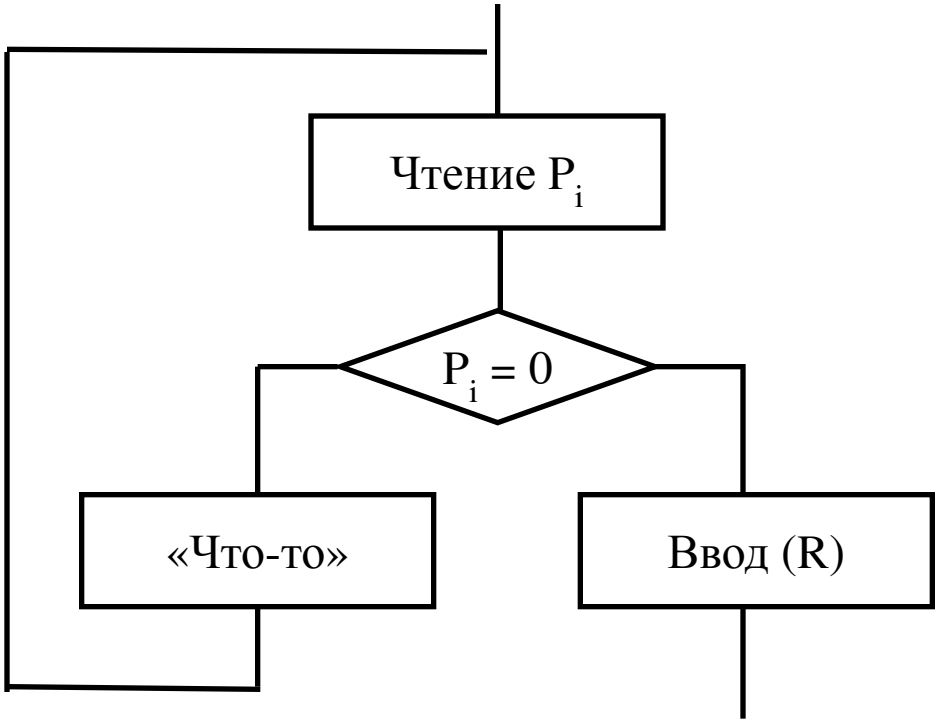
3. Организация ввода-вывода



- CPU (Central Processing Unit): *AMD80188-40MHz, ARM-11 – 300MHz*
- RAM (Random Access Memory): *64Kb – 10Mb*
- Flash: *64Kb – 10Mb*
- EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory): *2 – 10Kb*
- Timers –
  - Interval Timer
  - Watchdog Timer
  - Real-Time Clock
- GP I/O (General Purpose I/O)
- IC (Interrupt Controller)
- DMA (Direct Memory Access)

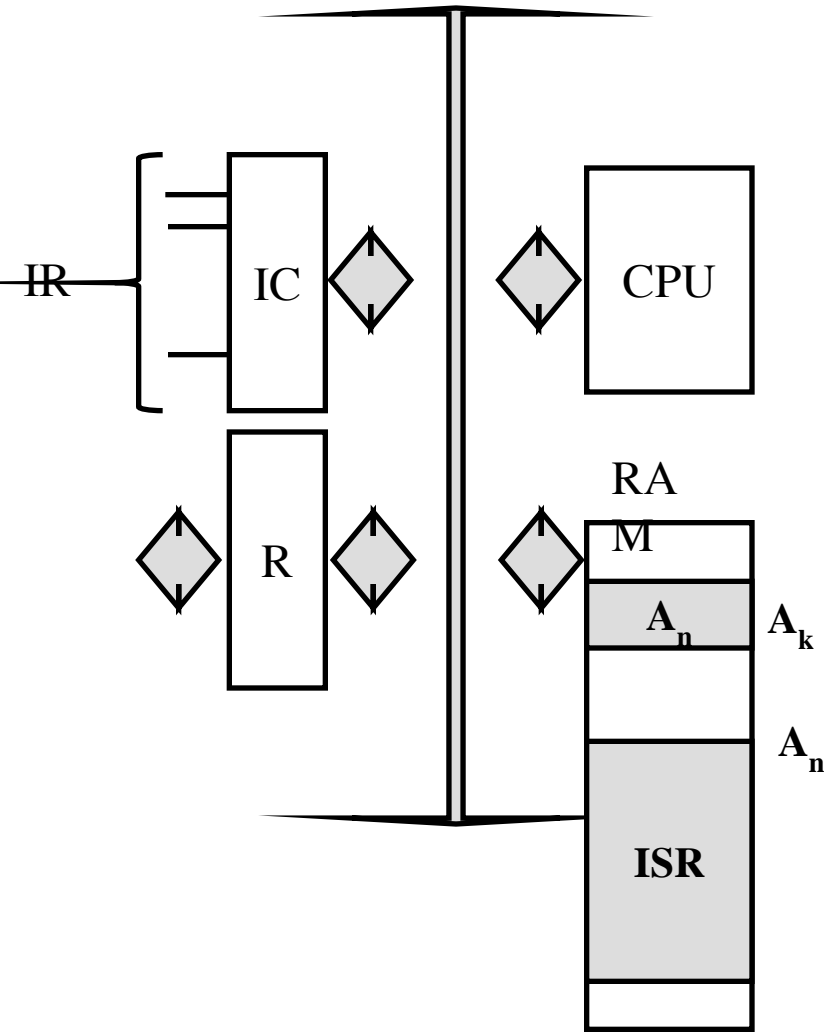
Ввод/вывод по готовности





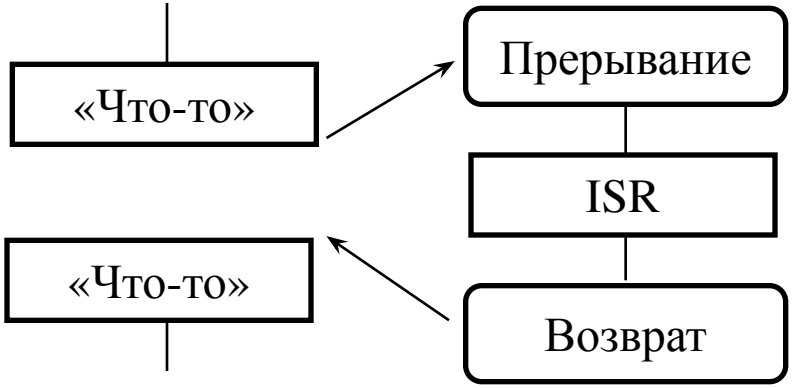
GP I/O – General Purpose I/O

Ввод/вывод по прерыванию

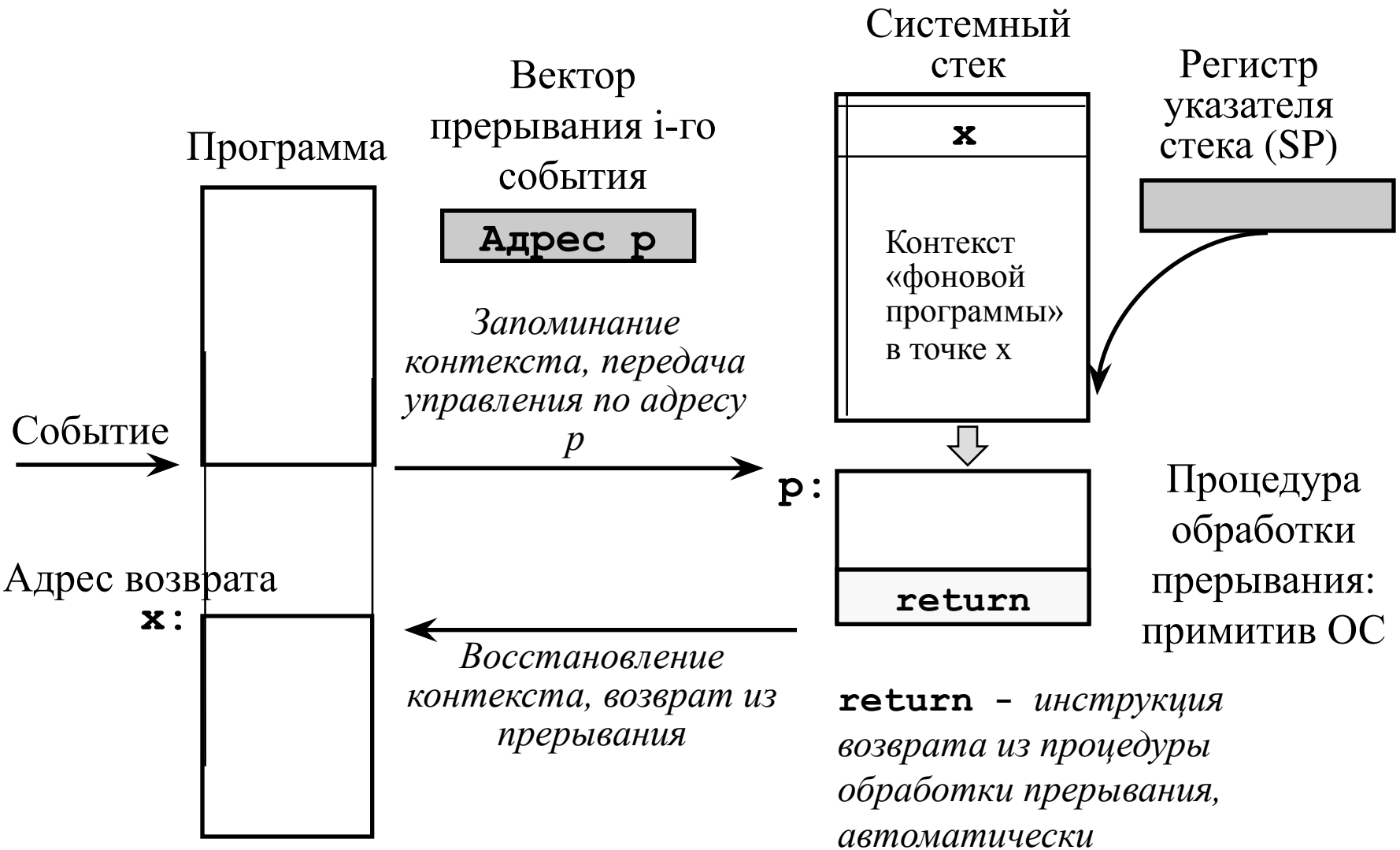


ISR – Interrupt Service Routine

1. Сигнал на входе IR_k
2. Процессор оканчивает текущую команду и запоминает контекст
3. Interrupt Controller (IC) передает адрес вектора прерывания A_k
4. Управление передается программе P, адрес точки входа которой (A_n) хранится в векторе
5. Программа P читает (записывает) содержимое регистра R
6. Восстановление контекста



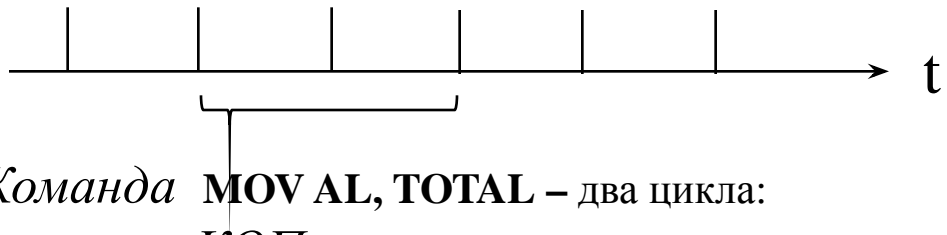
Реализация процедуры прерывания



Прямой доступ в память

Идея DMA – временное разделение внутренней магистрали процессора между потоком команд и вводом/выводом данных в память

Цикл процессора –
действие, которое необходимо выполнить
для передачи одного слова



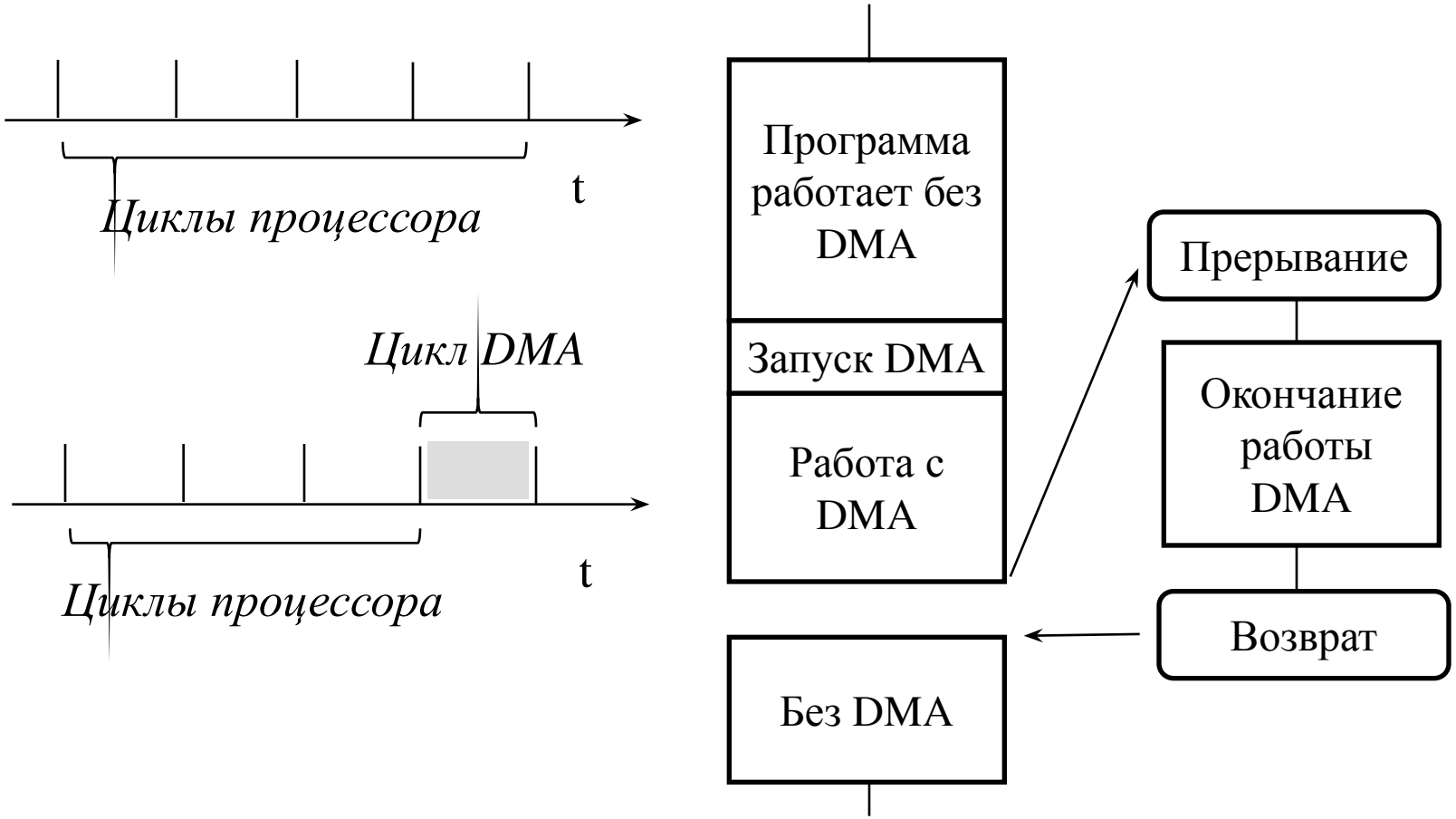
Пример: *Команда* **MOV AL, TOTAL –** два цикла:

- *Считывание КОП*
- *Считывание* **TOTAL** *в младшую часть регистра* **A**

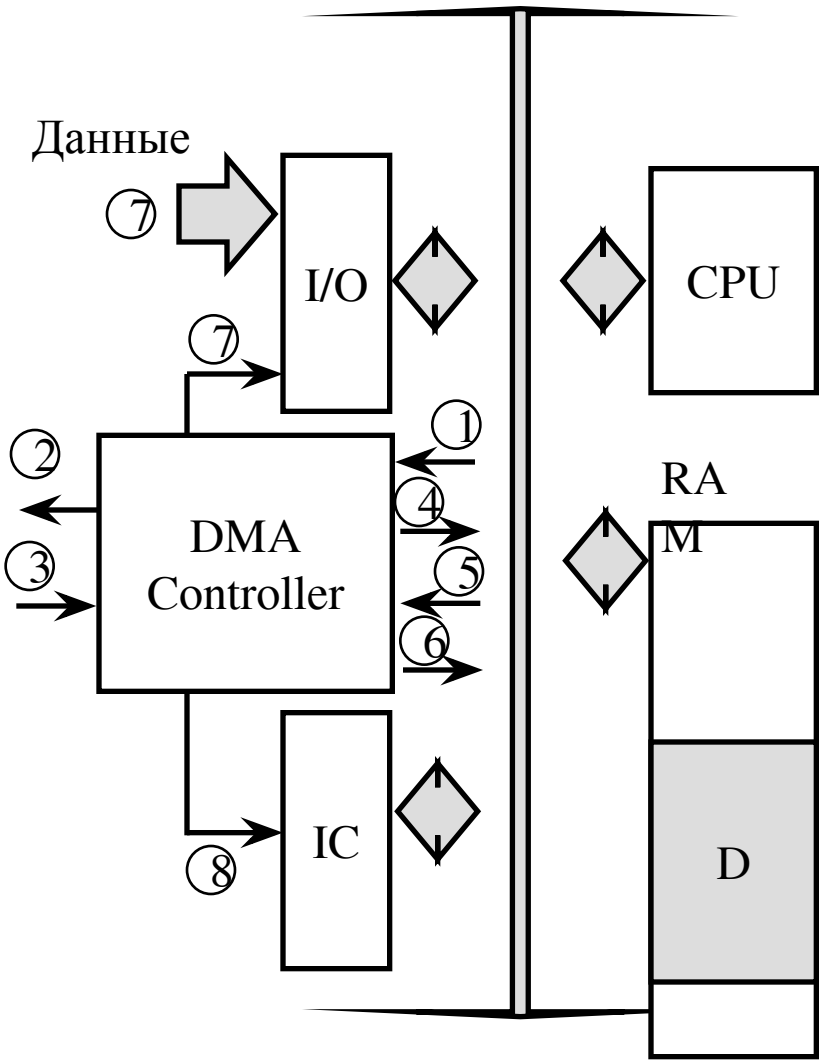
Команда процессора требует от 1 до 10 циклов

Процедура прямого доступа

Предлагается – при использовании DMA каждый n-й цикл отдавать под ввод/вывод по прямому доступу



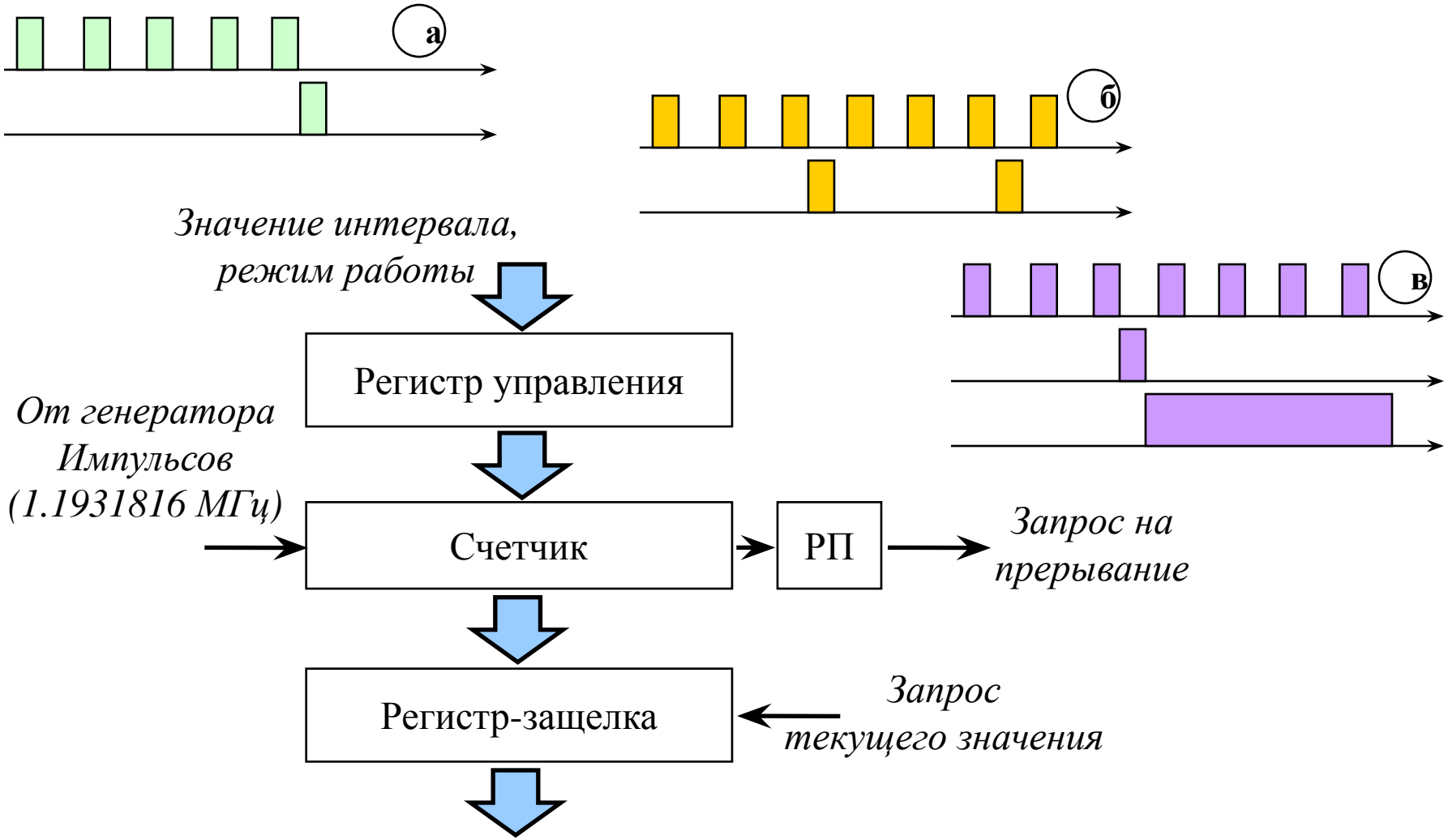
Организация канала прямого доступа



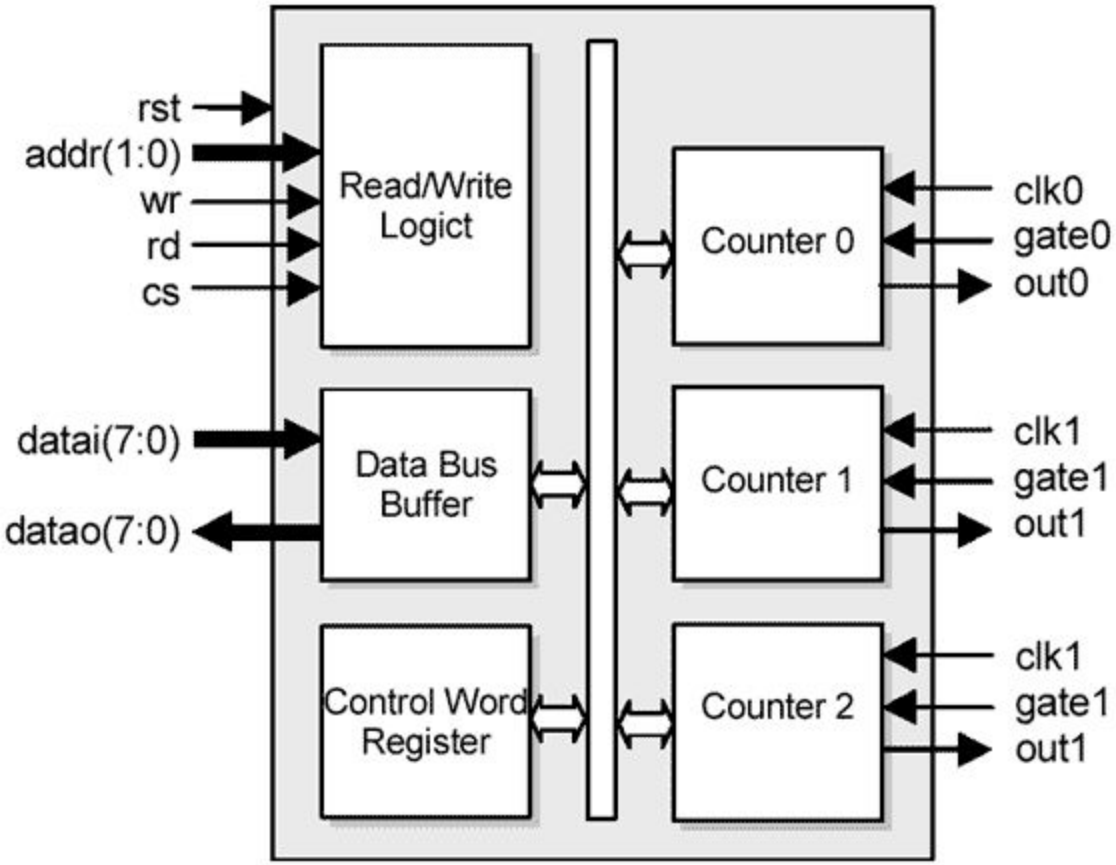
1. Инициирование DMA – установка начального адреса, количества передаваемых слов
2. Запрос ввода/вывода (*)
3. Разрешение ввода/вывода (*)
4. Запрос цикла
5. Разрешение цикла
6. Адрес ввода/вывода
7. Ввод слова
8. Запрос на прерывание по окончанию ввода/вывода

(*) *Установлены постоянно, пока идет обмен; снимаются по (8)*

4. Таймеры
Интервальный таймер



Интервальный таймер, пример: i8254



Периодические запросы на прерывание

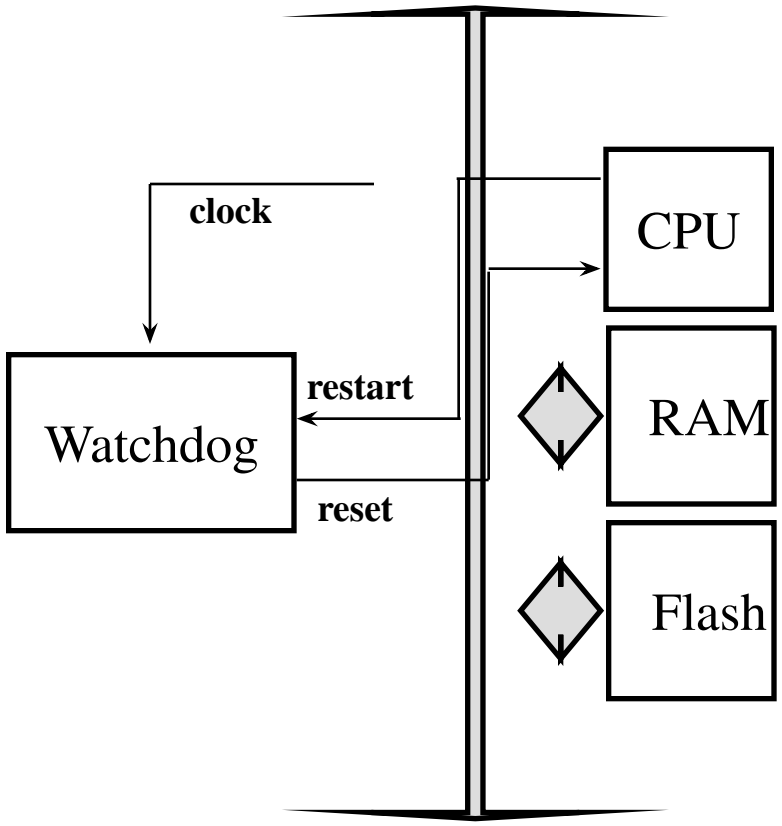
Однократные запросы на Прерывание

Генератор сигналов заданной длительности, скважности

Измерение временных интервалов между событиями

Счетчик событий, запрос на прерывание по заданному количеству событий

Watchdog

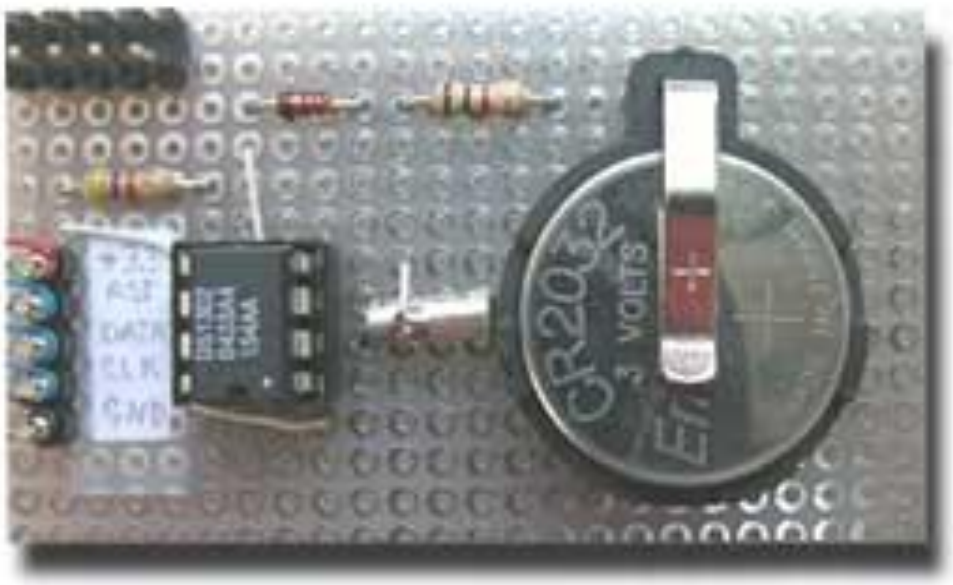



```
# define interval   100

main ()
{
    while(true)
    {
        restartWD(interval);
        measure();
        makeControlDecision();
        output();
        sleep(10); -- (Кстати, это нехорошо!)
    }
}
```

http://www.netrino.com/Publications/Glossary/WatchdogTimer.html

Real-Time Clock



- Управляется низкоуровневой процедурой (BIOS, OS)
- Библиотечные процедуры

  String MMHHDDMMYYYY

  void loadRTC(String s)

  String getRTS()

  15:34, 24 January, 2013 – 341524012003