

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

# «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СИСТЕМЫ  
ЛЕКЦИЯ №11

## «Интерфейс ввода-вывода в микропроцессорной технике»

Лектор:  
доцент каф. ЭАФУ ФТИ  
Горюнов А.Г.

Томск 2014 г.

# План лекции

11.1 Основные принципы организации ввода-вывода и их особенности;

11.2 Программная модель внешнего устройства.

## 11.1 Основные принципы организации ввода-вывода и их особенности

В информатике, **ввод/вывод** (в англ. языке часто используется сокращение I/O) означает взаимодействие между обработчиком информации (например, компьютер) и внешним миром, который может представлять как человек, так и любая другая система обработки информации.

**Ввод** — сигнал или данные, полученные системой, а **вывод** — сигнал или данные, посланные ею (или из нее).

Термин также может использоваться как обозначение (или дополнение к обозначению) определенного действия: «выполнять ввод/вывод» означает выполнение операций ввода или вывода.

Устройства ввода-вывода используются человеком (или другой системой) для взаимодействия с компьютером. Например, клавиатуры и мыши — специально разработанные компьютерные устройства ввода, а мониторы и принтеры — компьютерные устройства вывода.

Устройства для взаимодействия между компьютерами, как модемы и сетевые карты, обычно служат устройствами ввода и вывода одновременно.

**Вводом/выводом (ВВ)** называется передача данных между ядром ЭВМ, включающим в себя микропроцессор и основную память, и внешними устройствами (ВУ).

Это единственное средство взаимодействия ЭВМ с «внешним миром», и архитектура ВВ (режимы работы, форматы команд, особенности прерываний, скорость обмена и др.) непосредственно влияет на эффективность всей системы.

За время эволюции ЭВМ подсистема ВВ претерпела наибольшие изменения благодаря расширению сферы применения ЭВМ и появлению новых внешних устройств. Особенно важную роль средства ВВ играют в управляющих ЭВМ.

Разработка аппаратных средств и программного обеспечения ВВ является наиболее сложным этапом проектирования новых систем на базе ЭВМ, а возможности ВВ серийных машин представляют собой один из важных параметров, определяющих выбор машины для конкретного применения.

**Интерфейс ввода-вывода** требует управления процессором каждого устройства. Интерфейс должен иметь соответствующую логику для интерпретации адреса устройства, генерируемого процессором.

Установление контакта должно быть реализовано интерфейсом при помощи соответствующих команд типа (ЗАНЯТО, ГОТОВ, ЖДУ), чтобы процессор мог взаимодействовать с устройством ввода-вывода через интерфейс.

Если существует необходимость передачи различающихся форматов данных, то интерфейс должен уметь конвертировать последовательные (упорядоченные) данные в параллельную форму и наоборот.

Должна быть возможность для генерации прерываний и соответствующих типов чисел для дальнейшей обработки процессором (при необходимости).

Компьютер, использующий ввод-вывод с распределением памяти, обращается к аппаратному обеспечению при помощи чтения и записи в определенные ячейки памяти, используя те же самые инструкции языка ассемблера, которые компьютер обычно использует при обращении к памяти.

## 11.2 Программная модель внешнего устройства

Подключение внешних устройств к системной шине осуществляется посредством электронных схем, называемых контроллерами ВВ (интерфейсами ВВ).

Они согласуют уровни электрических сигналов, а также преобразуют машинные данные в формат, необходимый устройству, и наоборот.

Обычно контроллеры ВВ конструктивно оформляются вместе с процессором в виде интерфейсных плат.

В процессе ввода/вывода передается информация двух видов: управляющие данные (слова) и собственно данные, или данные-сообщения.



Управляющие данные от процессора, называемые также командными словами или приказами, инициируют действия, не связанные непосредственно с передачей данных, например запуск устройства, запрещение прерываний и т. п.

Управляющие данные от внешних устройств называются словами состояния; они содержат информацию об определенных признаках, например о готовности устройства к передаче данных, о наличии ошибок при обмене и т. п.

Состояние обычно представляется в декодированной форме – один бит для каждого признака.

Регистр, содержащий группу бит, к которой процессор обращается в операциях ВВ, образует порт ВВ.

Таким образом, наиболее **общая программная модель** внешнего устройства, которое может выполнять ввод и вывод, содержит четыре регистра ВВ: регистр выходных данных (**выходной порт**), регистр входных данных (**входной порт**), регистр управления и **регистр состояния** (рисунок 11.1).

Каждый из этих регистров должен иметь однозначный адрес, который идентифицируется дешифратором адреса.

В зависимости от особенностей устройства общая модель конкретизируется.

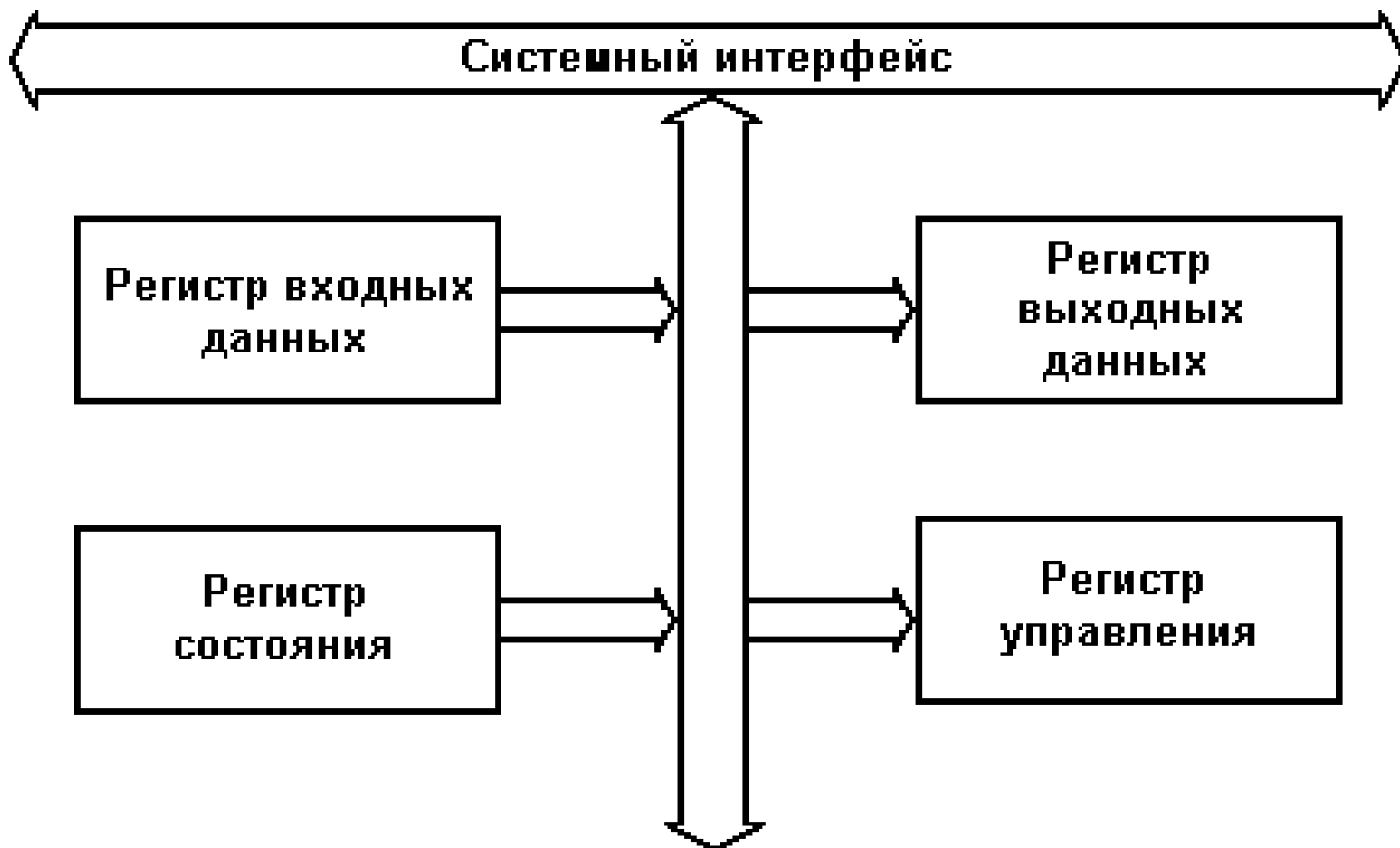


Рисунок 11.1 – Программная модель внешнего устройства

Например, отдельные регистры состояния и управления объединяются в один регистр, в устройстве ввода (вывода) имеется только регистр входных (выходных) данных, для ввода и вывода используется двунаправленный порт.

Непосредственные действия, связанные с вводом/выводом, реализуются одним из двух способов, различающихся адресацией регистров ВВ.

Интерфейс с изолированными шинами характеризуется отдельной адресацией памяти и внешних устройств при обмене информацией.

Изолированный ВВ предполагает наличие специальных команд ввода/вывода, общий формат которых показан на рисунке 11.2.

При выполнении команды ввода IN содержимое адресуемого входного регистра PORT передается во внутренний регистр процессора – REG, а при выполнении команды OUT содержимое регистра REG передается в выходной порт PORT.

В процессоре могут быть и другие команды, относящиеся к ВВ и связанные с проверкой и модификацией содержимого регистра управления и состояния.

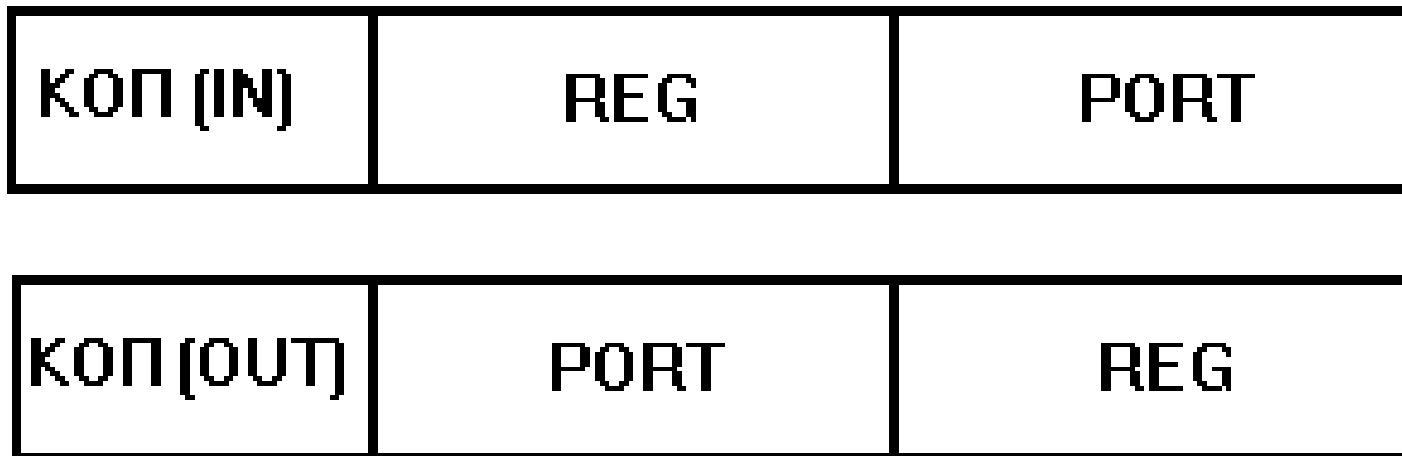


Рисунок 11.2 – Команды ввода/вывода (общий формат)

Нетрудно заметить, что в этом способе адресное пространство портов ввода и вывода изолировано от адресного пространства памяти, т. е. в ЭВМ один и тот же адрес могут иметь порт ВВ и ячейка памяти.

Разделение адресных пространств осуществляется с помощью управляющих сигналов, относящихся к системам ВВ и памяти.

- **MEMRD#** – считывание данных из памяти;
- **MEMWR#** – запись данных в память;
- **IORD#** – чтение порта ВВ;
- **IOWR#** – запись в порт ВВ;
- **#** – активный низкий уровень сигналов.

В ЭВМ, рассчитанной на изолированный ВВ, нетрудно перейти к ВВ, отображенному на память.

Если, например, адресное пространство памяти составляет 64 кб (ША состоит из 16 бит), а для программного обеспечения достаточно 32 кб, то область адресов от 0 до 32 кб-1 (младшие 8 бит ША) используется для памяти, а от 32 кб до 64 кб-1 (старшие 8 бит ША) – для ввода/вывода.

При этом признаком, дифференцирующим обращения к памяти и портам ВВ, может быть старший бит адреса.

Таким образом, интерфейс с общими шинами (ввод/вывод с отображением на память) имеет организацию, при которой часть общего адресного пространства отводится для внешних устройств, регистры которых адресуются так же, как и ячейки памяти.

В этом случае для адресации портов ВВ используются полные адресные сигналы: READ – чтение, WRITE – запись.

В операционных системах ЭВМ имеется набор подпрограмм (драйверов ВВ), управляющих операциями ВВ стандартных внешних устройств.

Благодаря им, пользователь может не знать многих особенностей ВУ и интерфейсов ВВ, а применять четкие программные протоколы.



## Контрольная работа (30 минут)

### Вариант №1

1. Статические запоминающие устройства.
2. Микросхемы памяти в составе микропроцессорной системы.
3. Постоянные запоминающие устройства (ПЗУ): однократно программируемы ПЗУ, многократно программируемые ПЗУ/
4. Последовательность работы микропроцессора (i8080) с использованием упрощенных структурных схем УУ, АЛУ и типовой структуры микропроцессора на примере команды: ADD A,M.  
Исходные данные:  $A = 5h$ ,  $H = 10h$ ,  $L = 15h$ ,  $((H,L)) = 4h$ ,  $PC = 0023h$ .
5. Механизмы реализации подпрограмм в машинной программе, реализация условных и безусловных переходов.

## Контрольная работа (30 минут)

### Вариант №2

1. Динамические запоминающие устройства.
2. Запоминающие устройства с произвольной выборкой.
3. Электрически стираемые ПЗУ (EEPROM, FLASH).
4. Последовательность работы микропроцессора (i8080) с использованием упрощенных структурных схем УУ, АЛУ и типовой структуры микропроцессора на примере команды: MOV A,M.  
Исходные данные: A = 5h, H = 11h, L = 17h, ((H,L)) = 22h, PC = 0022h.
5. Прерывание, обработчик прерывание, работа микропроцессора.