

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Севастопольский государственный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к лабораторным работам по дисциплине
**"Архитектура вычислительных
устройств"**

для студентов, обучающихся по направлению
09.03.02 "Информационные системы и технологии"
очной и заочной форм обучения

**Севастополь
2020**

УДК 004.732

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине "Архитектура вычислительных устройств" / Сост. Чернега В.С., Дрозин А.Ю. — Севастополь: Изд-во СевГУ, 2020— 40 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине "Архитектура вычислительных устройств". Целью методических указаний является помощь студентом в выполнении лабораторных работ. Излагаются теоретические и практические сведения необходимые для выполнения лабораторной работы, программы работы, требования к содержанию отчета.

Методические указания рассмотрены и утверждены на методическом семинаре и заседании кафедры информационных систем
(протокол № 1 от 30 августа 2019 г.)

Допущено учебно-методическим центром СевГУ в качестве методических указаний.

Рецензент: Кротов К.В., канд. техн. наук, доцент кафедры ИС

Содержание

	Стр.
1. Лабораторная работа 1. "Исследование архитектуры универсально-го 8-разрядного микропроцессора"	4
2. Лабораторная работа 2. "Исследование методов реализации алгоритмов обработки данных на ассемблере 8-разрядного микропро-цессора"	21
3. Лабораторная работа 3. "Исследования принципов организации процесса ввода и вывода информации в 8-разрядный микропроцес-сор"	31
4. Приложение А.	37
5. Приложение Б.	38

Лабораторная работа 1.
**"Исследование архитектуры универсального 8-разрядного
микропроцессора"**

1. Цель работы

Исследовать архитектуру и основные блоки 8-разрядного процессора. Исследовать взаимодействие основных блоков процессора при выполнении команд разных типов. Приобрести навыки написания и отладки ассемблерных программ в эмуляторе KP580 Emulator.

2. Краткие теоретические сведения

Структурная схема 8-разрядного микропроцессора типа 8080, назначение функциональных блоков и его функционирование подробно описано в [6.1 — 6.4], а также изображена на рисунке 2.1. С точки зрения программиста процессор представляет собой ряд программно-доступных регистров общего назначения, арифметико-логическое устройство, выполняющее операции сложения и вычитания двоичных 8-разрядных чисел, логические операции, операции сдвига и некоторые другие действия. Для выполнения умножения и деления операндов требуется составлять отдельные программы.

К регистрам общего назначения относятся аккумулятор А и регистры В, С, D, E, H и L. Имеется также регистр признаков – регистр флагов F. 8-разрядный аккумулятор А используется в большинстве команд арифметической и логической обработки. Обычно он адресуется неявно и является как источником, так и приёмником операндов и результата;

Признаки результата операции фиксируются во флаговом регистре F. Пять флагов C, P, AC, Z и M упакованы в байт, три разряда которого не используются. Флаги имеют следующее функциональное назначение:

C (carry) – признак переноса из старшего разряда АЛУ;

P (parity) – признак четного числа единиц в результате операции;

AC (auxiliary carry) – признак дополнительного переноса из младших четырех разрядов (младшей тетрады) АЛУ. Используется наиболее часто при сложении чисел в двоично-десятичной форме;

Z (zero) – признак нулевого результата;

S (sign) – знак результата.

Значение флага указывает на результат выполнения какой-либо операции. Флаги всегда устанавливаются или сбрасываются автоматически после выполнения очередной команды, влияющей на флаги, в зависимости от результата операции. При этом флаг считается установленным, если флаговый разряд принимает значение 1, и сброшенным, если значение разряда равно 0.

Регистры общего назначения (РОН), кроме аккумулятора могут объединяться в пары (В-С, D-E и H-L) и использоваться как 16-битовые регистры.

Особенностью регистровой пары H-L является то, что она может неявно применяться для косвенной адресации памяти.

3. Описание лабораторной установки

Исследование архитектуры микропроцессора выполняется с помощью эмулятора KP580. Программа KP580 Emulator позволяет:

- написание программ на языке ассемблера, используя систему команд микропроцессора KP580BM80A;
- их отладку и просмотр выполнения в тактовом, командном и сквозном режимах;
- изучить особенности и порядок выполнения команд;
- приобрести навыки работы с внешними устройствами МП-системы;
- получить представления об организации внешней и внутренней (регистровой) памяти и стековой области;

В возможности эмулятора входит работа с 5-ю внешними устройствами, такими, как монитор, НГМД, НЖМД, сетевой адаптер и принтер; отладка и выполнение программ в тактовом, командном и сквозном режимах; работа со всем спектром системы команд данного МП; сохранение, загрузка и печать данных и результатов; ручной ввод данных в ОЗУ и РОН.

3.1 Главное окно программы

Главное окно программы изображено на рисунке 2.1. Содержимое главного окна программы:

1. Главное меню программы;
2. Структурная схема МП-системы;
3. Таблица содержимого ОЗУ МП-системы;
4. Внешние периферийные устройства, подключенные к портам МП-системы;
5. Панель редактирования значения выбранной (текущей) ячейки ОЗУ МП-системы;
6. Панель редактирования значения содержимого выбранного регистра общего назначения МП-системы;
7. Группа кнопок «Сброс» для обнуления всех ячеек ОЗУ и регистров общего назначения МП-системы;
8. Панель системы команд МП KP580BM80A (скрытый вид);
9. Группа кнопок «Выполнение» для выполнения программы МП-системой в сквозном, командном и тактовом режимах.

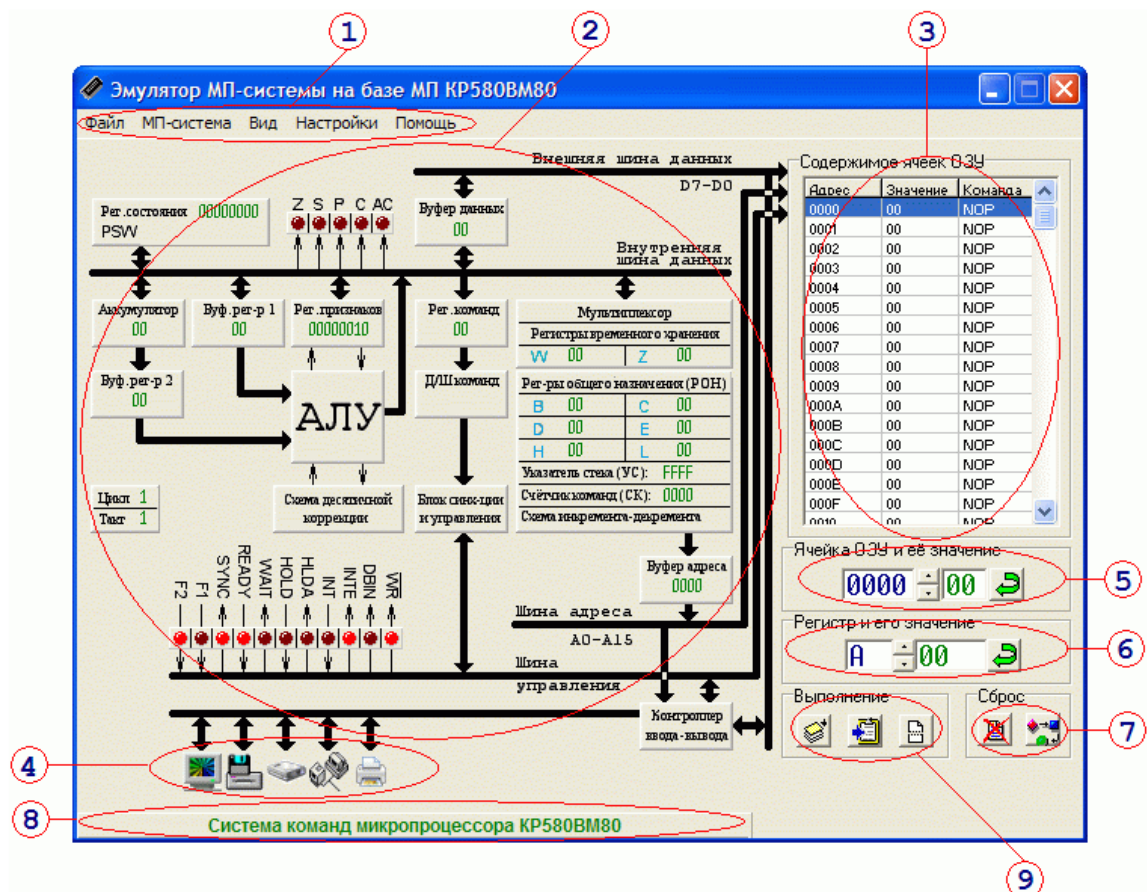


Рисунок 2.1 — Главное окно программы

2.2 Главное меню программы

Главное меню программы расположено в верхней части главного окна программы под его заголовком, как показано на рисунке 2.1 п.1, и содержит следующие пункты:

- "Файл";
- "МП-система";
- "Вид";
- "Настройки";
- "Помощь".

2.2.1 Меню «Файл»

Вызвать меню «Файл» можно нажав на соответствующий пункт меню («Файл»), или произвести вызов этого меню при помощи сочетания клавиш Alt+Ф. Содержимое меню «Файл» показано на рисунке 2.2 и включает в себя следующие пункты:

1. «Новый (очистить память и регистры)» — Служит для перевода МП-системы в исходное состояние, очищая (обнуляя) все ячейки ОЗУ и регистры общего назначения;

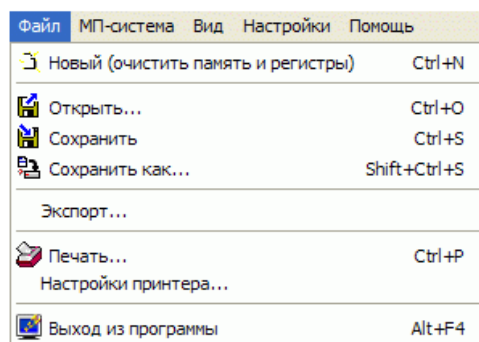


Рисунок 2.2 — Пункт меню «Файл» главного меню программы

2. «Открыть...» — Для открытия файла-образа содержимого ячеек ОЗУ и регистров общего назначения;
3. «Сохранить» - Для сохранения текущего файла-образа содержимого ячеек ОЗУ и регистров общего назначения. Если файл ещё не сохранён, то действие этого пункта меню аналогично пункту «Сохранить как...»;
4. «Сохранить как...» — Для сохранения файла-образа содержимого ячеек ОЗУ и регистров общего назначения с заданием имени файла, а также, выбором расположения этого файла в иерархии файловой системы носителей;
5. «Экспорт...» — Для экспорта в MS Word, MS Excel или текстовый файл выбранной части содержимого ячеек ОЗУ и значений выбранных регистров общего назначения;
6. «Печать...» — Для распечатки выбранной части содержимого ячеек ОЗУ и значений выбранных регистров общего назначения;
7. «Настройки принтера...» — Используется для задания параметров печати и выбора принтера при использовании пункта меню «Печать...»;
8. «Выход из программы» — Служит для завершения работы программы.

2.2.2 Меню «МП-система»

Вызвать меню «МП-система» можно нажав на соответствующий пункт меню («МП-система»), или произвести вызов этого меню при помощи сочетания клавиш Alt+ M.

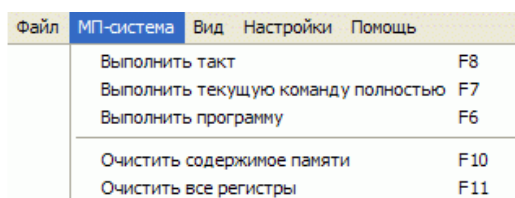


Рисунок 2.3 — Пункт меню «МП-система» главного меню программы

Содержимое меню «МП-система» показано на рисунке 2.3, и включает в себя следующие пункты:

1. «Выполнить такт» — Позволяет выполнить МП-системе один такт текущей команды. Действие аналогично действию кнопке «Выполнить такт» группы кнопок «Выполнение» главного окна программы;
2. «Выполнить текущую команду полностью» — Выполняет текущую команду МП-системы целиком, используя всю последовательность тактов, присущую данной команде. Действие аналогично действию кнопке «Выполнить текущую команду» группы кнопок «Выполнение» главного окна программы;
3. «Выполнить программу» — Запускает программу МП-системы на исполнение, начиная с текущей ячейки ОЗУ (команды). Действие аналогично действию кнопке «Выполнить программу» группы кнопок «Выполнение» главного окна программы;
4. «Очистить содержимое памяти» — Позволяет очистить (обнулить) все ячейки ОЗУ МП-системы. Действие аналогично действию кнопке «Очистить ОЗУ» группы кнопок «Сброс» главного окна программы;
5. «Очистить все регистры» — Позволяет очистить (обнулить) все регистры общего назначения МП-системы. Действие аналогично действию кнопке «Очистить РОН» группы кнопок «Сброс» главного окна программы.

2.2.3 Меню «Вид»

Вызвать меню «Вид» можно нажав на соответствующий пункт меню («Вид»), или произвести вызов этого меню при помощи сочетания клавиш Alt+ V.

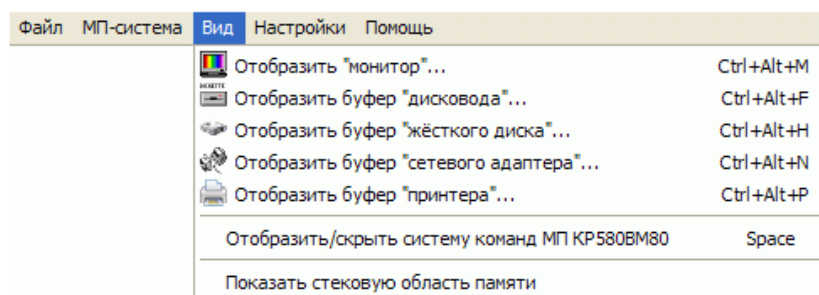


Рисунок 2.4 — Пункт меню «Вид» главного меню программы

Содержимое меню «Вид» показано на рисунке 2.4, и включает в себя следующие пункты:

1. «Отобразить «монитор»...» — Позволяет отобразить окно «Монитор КР580». Действие аналогично одиночному нажатию на пиктограмме «Отобразить монитор...» группы периферийных устройств, подключенных к МП-системе;
2. «Отобразить буфер «дисковода»...» — Позволяет отобразить окно «Дисковод КР580». Действие аналогично одиночному нажатию на пиктограмме «Отобразить буфер дисковода...» группы периферийных устройств, подключенных к МП-системе;

3. «Отобразить буфер «жёсткого диска»...» — Позволяет отобразить окно «Жёсткий диск КР580». Действие аналогично одиночному нажатию на пиктограмме «Отобразить буфер жёсткого диска...» группы периферийных устройств, подключенных к МП-системе;
4. «Отобразить буфер «сетевого адаптера»...» — Позволяет отобразить окно «Сетевой адаптер КР580». Действие аналогично одиночному нажатию на пиктограмме «Отобразить буфер сетевого адаптера...» группы периферийных устройств, подключенных к МП-системе;
5. «Отобразить буфер «принтера»...» — Позволяет отобразить окно «Принтер КР580». Действие аналогично одиночному нажатию на пиктограмме «Отобразить буфер принтера...» группы периферийных устройств, подключенных к МП-системе;
6. «Отобразить/скрыть систему команд МП КР580ВМ80» — Отображает (скрывает) панель системы команд МП КР580ВМ80, располагая её поверх структурной схемы МП-системы главного окна программы;
7. «Показать стековую область памяти» — Опускает (поднимает) прокрутку таблицы содержимого ячеек ОЗУ МП-системы до уровня ячейки, на которую указывает регистр-указатель стека МП-системы.

2.2.4 Меню «Настройки»

Вызвать меню «Настройки» можно нажав на соответствующий пункт меню («Настройки»), или произвести вызов этого меню при помощи сочетания клавиш Alt+Н.

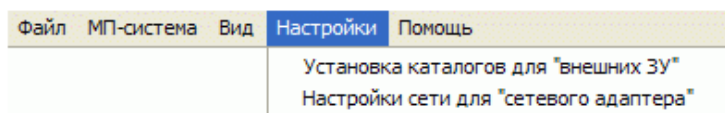


Рисунок 2.5 — Пункт меню «Настройки» главного меню программы

Содержимое меню «Настройки» показано на рисунке 2.5, и включает в себя следующие пункты:

1. «Установка каталогов для «внешних ЗУ»» — Позволяет установить пользовательский каталог иерархии файловой системы реальной машины для хранения файлов с данными, выведенными МП-системой в порт дисководов и жёсткого диска;
2. «Настройки сети для «сетевого адаптера»» — Позволяет настроить IP-адрес и ТСР-порт реальной машины-приёмника данных, передаваемых в сеть.

2.2.5 Меню «Помощь»

Вызвать меню «Помощь» можно нажав на соответствующий пункт меню («Помощь»), или произвести вызов этого меню при помощи сочетания клавиш Alt+П.

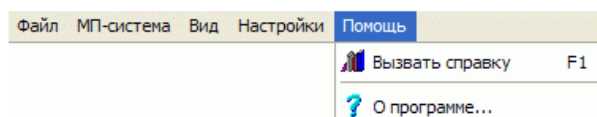


Рисунок 2.6 — Пункт меню «Помощь» главного меню программы

Содержимое меню «Помощь» показано на рисунке 2.6, и включает в себя следующие пункты:

1. «Вызвать справку» — Позволяет вызвать настоящее руководство;
2. «О программе...» — Вызывает окно, содержащее сведения об авторах, версии программы, а также, адреса в Интернете для обновления версии программы.

2.3 Структурная схема МП-системы главного окна программы

Структурная схема МП-системы расположена в центральной части главного окна программы, как показано на рисунке 2.1 п.2, и содержит следующие элементы:

- Регистр слова состояния микропроцессора (PSW) МП-системы и его значение, представленное в двоичной системе счисления, а также, расшифровку этого значения, представленного в словесной форме;
- Буфер данных МП-системы и его значение, представленное в шестнадцатеричной системе счисления;
- Регистр-аккумулятор (A) МП-системы и его значение, представленное в шестнадцатеричной системе счисления;
- Буферные регистры МП-системы 1 и 2 и их значения, представленные в шестнадцатеричной системе счисления;
- Регистр признаков (флагов) МП-системы и его значение, представленное в двоичной системе счисления, а также, индикаторы расшифровки флагов: Z, S, P, C, AC;
- Регистр команд МП-системы и его значение, представленное в шестнадцатеричной системе счисления;
- Дешифратор команд МП-системы, индицирующий мнемонику текущей выполняемой команды, закреплённой на регистре команд;
- Счётчики машинных микроциклов и микротактов МП-системы, индицирующие свои текущие значения в десятичной системе счисления;
- Блок АЛУ МП-системы;
- Блок десятичной коррекции значения регистра-аккумулятора МП-системы;
- Блок синхронизации и управления МП-системой;
- Буфер адреса МП-системы и его значение, представленное в шестнадцатеричной системе счисления;
- Блок регистров общего назначения МП-системы и их значения, представленные в шестнадцатеричной системе счисления. Регистры B, C, D, E, H, L;

- Блок регистров временного хранения МП-системы и их значения, представленные в шестнадцатеричной системе счисления. Регистры W, Z;
- Схема инкремента/декремента МП-системы, индицирующее своё соответствующее действие условными обозначениями «+1» и «-1» соответственно;
- Регистр-указатель стека МП-системы и его значение, представленное в шестнадцатеричной системе счисления;
- Регистр-счётчик команд МП-системы и его значение, представленное в шестнадцатеричной системе счисления;
- Контролер ввода/вывода МП-системы;
- Индикаторы состояния и тактирования микропроцессора МП-системы: F1, F2, SYNC, READY, WAIT, HOLD, HLDA, INT, INTE, DBIN, WR;
- Порты МП-системы от 00h до 04h для монитора, дисковод, жёсткого диска, сетевого адаптера и принтера соответственно;
- Все элементы связаны между собой шинами: данных, адреса, управления, внутренней шиной данных и шиной внешних устройств (портов) в соответствии со структурной схемой (см. рис. 1).

Следующие элементы структурной схемы носят активных характер, позволяющий, при помощи щелчка мыши на их значении, отобразить и редактировать последнее в панели редактирования значений регистров (см. рисунок 2.1, п.6):

- Аккумулятор;
- Регистры блока РОН: B, C, D, E, H, L;
- Регистры временного хранения: W, Z;
- Указатель стека;
- Счётчик команд.

2.4 Таблица содержимого ОЗУ МП-системы

ОЗУ МП-системы представлено в виде блока (рисунок 2.1, п.3) с таблицей к которому схематично подведены шины управления, адреса и данных. Таблица условно разделена на 3 столбца:

- Столбец адреса ОЗУ — каждый адрес ячейки ОЗУ представлен в шестнадцатеричном виде и лежит в диапазоне от 0000h до FFFFh (0d...65535d), соответствуя тем самым максимально доступной адресации памяти для МП КР580ВМ80А (64КБ);
- Столбец значения ОЗУ — текущее значение, соответствующее данному адресу ОЗУ. Представлено в шестнадцатеричном виде и лежит в диапазоне от 00h до Fh (0d...255d);
- Столбец команды — расшифровка соответствующего значения ячейки ОЗУ МП-системы, лежащего по соответствующему адресу. Представлено в виде мнемокода на языке ассемблера. Однако стоит подразумевать, что не всегда мнемокод напрямую связан со значением

соответствующей ячейки, ввиду того, что предыдущая команда может быть, к примеру, двухбайтной, а стало быть, в данной ячейке подразумеваются данные от предыдущей команды, не имеющие никакого отношения к представленному мнемокоду.

При выборе строки этой таблицы (текущей ячейки) при помощи мыши или клавиатурных стрелок «↑» и «↓», изменяется значение номера выбранной ячейки на единицу соответственно, которое отражается в поле редактирования значения ячейки ОЗУ (см. рисунок 2.1, п.5), а также это выделение визуально отражает значение счётчика команд (PC) МП-системы;

В нижней (обычно) области таблицы содержимого ОЗУ установлено выделение коричневого цвета на ту ячейку ОЗУ, на которую указывает указатель стека (SP) МП-системы. Все нижестоящие ячейки (у которых адрес старше) окрашены жёлтым цветом, символизируя тем самым, стековую область ОЗУ. Фрагмент таблицы содержимого ОЗУ, случая, когда значение регистра указателя стека равно FFFAh показан на рисунке 2.7.

Адрес	Значение	Команда
FFF0	00	NOP
FFF1	00	NOP
FFF2	00	NOP
FFF3	00	NOP
FFF4	00	NOP
FFF5	00	NOP
FFF6	00	NOP
FFF7	00	NOP
FFF8	00	NOP
FFF9	00	NOP
FFFA	00	NOP
FFFB	00	NOP
FFFC	00	NOP
FFFD	00	NOP
FFFE	00	NOP
FFFF	00	NOP

Ячейка ОЗУ и её значение: 0000

Регистр и его значение: SP FFFA

Рисунок 2.7 — Пункт меню «Помощь» главного меню программы

2.5 Внешние периферийные устройства



Рисунок 2.8 — Внешние периферийные устройства KP580

Внешние периферийные устройства МП-системы подключены к общей шине периферийных устройств, идущей от контроллера ввода/вывода (см. рисунок 2.8, рисунок 2.1, п.4). Всего к МП-системе подключено 5 устройств, соответственно портам ввода/вывода (00h...04h):

- Порт 00h. «Монитор KP580» — Представляет собой виртуальный монитор, обеспечивающий вывод графической или текстовой информации. Графический режим соответствует разрешению 256x256 пикселей и глубине цвета — 128 бит на пиксель, а текстовый — 39x20 сим-

волов и глубине цвета 128 бит на символ. Одновременно монитор поддерживает два этих режима, т.е. может содержать и текст и графику;

- Порт 01h. «Накопитель на гибких магнитных дисках KP580» — Представляет собой виртуальный буфер дисководов, обеспечивающий вывод данных в файл на накопитель на гибких дисках реальной машины в реальном времени при наличии дискеты в дисковом A;
- Порт 02h. «Накопитель на жёстких магнитных дисках KP580» — Представляет собой виртуальный буфер жёсткого диска, обеспечивающий вывод данных в файл в реальном времени на накопитель на жёстких дисках реальной машины;
- Порт 03h. «Сетевой адаптер KP580» — Представляет собой виртуальный полудуплексный буфер данных, обеспечивающий передачу данных в реальном времени по сети реальных вычислительных машин по протоколу TCP/IP. Адрес и порт указывается в «настройках « сетевого адаптера»»;
- Порт 04h. «Принтер KP580» — Представляет собой виртуальный буфер данных, обеспечивающий вывод данных на принтер реальной машины по согласию пользователя.

2.6 Панель редактирования значения выбранной (текущей) ячейки ОЗУ МП-системы

В правой части главного окна программы под таблицей содержимого ОЗУ МП-системы находится панель редактирования значения ячейки ОЗУ МП-системы (см. рисунок 2.1, п.5). Эта панель состоит из четырёх основных элементов:

- Поле ввода (отображения) текущего номера ячейки ОЗУ МП-системы — представляет собой четырёхзначное шестнадцатеричное число и служит для выбора редактируемой ячейки ОЗУ. Также может являться значением счётчика команд (РС) МП-системы. При выборе любой строки таблицы содержимого ОЗУ (номера ячейки), здесь также отражается номер выбранной ячейки, а также, это значение фиксируется на счётчике команд. При установке курсора в это поле, клавиатурные клавиши «↑» и «↓» также позволяют изменять значение номера ячейки на единицу соответственно;
- Прокрутка номера текущей ячейки ОЗУ — служит для удобства выбора номера текущей ячейки;
- Поле ввода значения выбранной ячейки ОЗУ — представляет собой двузначное шестнадцатеричное число и служит для редактирования значения выбранной ячейки ОЗУ МП-системы. При установке курсора в это поле, клавиатурные клавиши «↑» и «↓» позволяют изменять значение номера выбранной ячейки на единицу соответственно;

- Кнопка ввода нового значения в ОЗУ МП-системы — позволяет внести новое значение текущей (выбранной) ячейки в ОЗУ МП-системы. Клавиша «Enter» на клавиатуре может также осуществить подобное действие, но лишь в том случае, если курсор редактирования находится в поле ввода номера текущей ячейки ОЗУ, либо в поле ввода текущего значения выбранной ячейки ОЗУ.

2.7 Панель редактирования значения содержимого выбранного регистра общего назначения МП-системы

В правой части главного окна программы под панелью редактирования содержимого выбранной ячейки ОЗУ МП-системы находится панель редактирования значения содержимого выбранного регистра общего назначения МП-системы (см. рисунок 2.1, п.6). Эта панель состоит из четырёх основных элементов:

- Поле ввода (отображения) выбранного регистра МП-системы — представляет собой наименование регистра (А, В, С, D, E, H, L, W, Z, PC, SP) и служит для выбора редактируемого регистра. При установке курсора в это поле, клавиатурные клавиши «↑» и «↓» также позволяют изменять наименование выбранного регистра по порядку;
- Прокрутка наименования регистра - служит для удобства выбора регистра;
- Поле ввода значения выбранного регистра — представляет собой двузначное шестнадцатеричное число и служит для редактирования значения выбранного регистра МП-системы. При установке курсора в это поле, клавиатурные клавиши «↑» и «↓» позволяют изменять наименование выбранного регистра по порядку;
- Кнопка ввода нового значения в выбранный регистр МП-системы — позволяет внести новое значение выбранного регистра МП-системы. Клавиша «Enter» на клавиатуре может также осуществить подобное действие, но лишь в том случае, если курсор редактирования находится в поле ввода наименования регистра, либо в поле ввода текущего значения выбранного регистра.

2.8 Группа кнопок «Сброс»

В правой нижней части главного окна программы находится группа кнопок «Сброс» (см. рисунок 2.1, п. 7), и состоит из двух кнопок:

- Сброс ОЗУ — позволяет обнулить все ячейки ОЗУ МП-системы;
- Сброс регистров — позволяет обнулить все регистры МП-системы.

2.9 Панель системы команд МП КР580ВМ80А

В нижней части главного окна программы находится заголовок панели системы команд МП КР580ВМ80А, как показано на рисунке 2.1, п. 8. Это

скрытый (исходный) вид панели. При наведении курсора мыши на этот заголовок, панель «всплывает» поверх структурной схемы МП-системы. Её полный вид показан на рисунке 33.

Панель системы команд представлена в виде таблицы 16x16, строки и столбцы которой пронумерованы шестнадцатеричными цифрами, комбинация которых (строка-столбец) означает номер (код) команды. Для примера: строка 5h, столбец Bh, будут соответствовать команде «MOV E, E» с кодом 5Bh.

Система команд микропроцессора KP580BM80																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NOP B,d16	LXI B,d16	STAX B	INX B	INR B	DCR B	MVI B,d8	RLC	-	DAD B	LDAX B	DCX B	INR C	DCR C	MVI C,d8	RRC
1	-	LXI D,d16	STAX D	INX D	INR D	DCR D	MVI D,d8	RAL	-	DAD D	LDAX D	DCX D	INR E	DCR E	MVI E,d8	RAR
2	-	LXI H,d16	SHLD adr	INX H	INR H	DCR H	MVI H,d8	DAA	-	DAD H	LHLD adr	DCX H	INR L	DCR L	MVI L,d8	CMA
3	-	LXI SP,d16	STA adr	INX SP	INR M	DCR M	MVI M,d8	STC	-	DAD SP	LDA adr	DCX SP	INR A	DCR A	MVI A,d8	CMC
4	MOV B,B	MOV B,C	MOV B,D	MOV B,E	MOV B,H	MOV B,L	MOV B,M	MOV B,A	MOV C,B	MOV C,C	MOV C,D	MOV C,E	MOV C,H	MOV C,L	MOV C,M	MOV C,A
5	MOV D,B	MOV D,C	MOV D,D	MOV D,E	MOV D,H	MOV D,L	MOV D,M	MOV D,A	MOV E,B	MOV E,C	MOV E,D	MOV E,E	MOV E,H	MOV E,L	MOV E,M	MOV E,A
6	MOV H,B	MOV H,C	MOV H,D	MOV H,E	MOV H,H	MOV H,L	MOV H,M	MOV H,A	MOV L,B	MOV L,C	MOV L,D	MOV L,E	MOV L,H	MOV L,L	MOV L,M	MOV L,A
7	MOV M,B	MOV M,C	MOV M,D	MOV M,E	MOV M,H	MOV M,L	HLT	MOV M,A	MOV A,B	MOV A,C	MOV A,D	MOV A,E	MOV A,H	MOV A,L	MOV A,M	MOV A,A
8	ADD B	ADD C	ADD D	ADD E	ADD H	ADD L	ADD M	ADD A	ADC B	ADC C	ADC D	ADC E	ADC H	ADC L	ADC M	ADC A
9	SUB B	SUB C	SUB D	SUB E	SUB H	SUB L	SUB M	SUB A	SBB B	SBB C	SBB D	SBB E	SBB H	SBB L	SBB M	SBB A
A	ANA B	ANA C	ANA D	ANA E	ANA H	ANA L	ANA M	ANA A	XRA B	XRA C	XRA D	XRA E	XRA H	XRA L	XRA M	XRA A
B	ORA B	ORA C	ORA D	ORA E	ORA H	ORA L	ORA M	ORA A	CMP B	CMP C	CMP D	CMP E	CMP H	CMP L	CMP M	CMP A
C	RNZ	POP B	JNZ adr	JMP adr	CNZ	PUSH B	ADI d8	RST 0	RZ	RET	JZ adr	-	CZ adr	CALL adr	ACI d8	RST 1
D	RNC	POP D	JNC adr	OUT N	CNC	PUSH D	SUI d8	RST 2	RC	-	JC adr	IN N	CC adr	-	SBI d8	RST 3
E	RPO	POP H	JPO adr	XTLH	CPO	PUSH H	ANI d8	RST 4	RPE	PCHL	JPE adr	XCHG	CPE adr	-	XRI d8	RST 5
F	RP	POP PSW	JP adr	DI	CP	PUSH PSW	ORI d8	RST 6	RM	SPHL	JM adr	EI	CMP H	-	CP1 d8	RST 7

Рисунок 2.9 — Полный вид панели системы команд МП KP580BM80A

В ячейках самой таблицы указан мнемокод команд, а цвет ячейки визуально отражает принадлежность команд определённой группе. Всего команды условно разделены на 12 групп:

1. Однобайтовых пересылок (оранжевый цвет);
2. Двухбайтовых пересылок (жёлтый цвет);
3. Арифметических операций с одним операндом (коричнево-зелёный цвет);
4. Арифметических операций с двумя операндами (салатовый цвет);
5. Логических операций с одним операндом (зелёный цвет);
6. Логических операций с двумя операндами (ярко-зелёный цвет);
7. Установки признаков (сиреневый цвет);
8. Шестнадцатибитовых операций (красный цвет);
9. Сдвига содержимого аккумулятора (розовый цвет);
10. Передачи управления (светло-коричневый цвет);
11. Вызова и возврата из подпрограмм (светло-бирюзовый цвет);
12. Специальные (бледно-голубой цвет).

Панель команд облегчает программирование эмулятора, позволяя «переносить» при помощи мыши требуемые команды (значения) неограниченное число раз на строки таблицы содержимого ячеек ОЗУ МП-системы, тем самым заполняя ячейки ОЗУ требуемыми значениями (командами). Для этого следует:

1. Выбрать требуемое значение (команду), наведя курсор мыши на соответствующую ячейку таблицы системы команд;
2. Зажать левую кнопку мыши;
3. Не отпуская левой кнопки, перевести указатель мыши на нужную строку таблицы содержимого ячеек ОЗУ;
4. Отпустить кнопку мыши.

После чего, в соответствующей строке таблицы содержимого ячеек ОЗУ будет отражён номер и мнемокод «перенесённой» команды. За ненужностью отображения панели системы команд, следует отвести курсор мыши на свободную область главного окна программы. В этом случае панель примет исходный (скрытый) вид.

2.10 Группа кнопок «Выполнение»

В правой нижней части главного окна программы находится группа кнопок «Сброс» (см. рисунок 2.1, п. 9), и состоит из трёх кнопок (справа-налево):

- Выполнить такт — позволяет выполнить один такт текущей команды, на которую указывает счётчик команд (РС) МП-системы. При этом, если команда выполнена не целиком, становятся недоступными некоторые элементы управления главного окна, а вступившие изменения значений в выполненном такте отмечаются красным цветом;
- Выполнить команду целиком — позволяет выполнить (довыполнить) все такты текущей команды, на которую указывает счётчик команд (РС) МП-системы;
- Выполнить программу — запускает программу на выполнение, начиная с адреса, на который указывает счётчик команд (РС) МП-системы. При этом данная кнопка принимает утопленный вид с пиктограммой «stop», что меняет её функцию на останов выполнения программы. Выполнение заканчивается по достижению команды HLT (76h), либо по принудительному останову нажатием на этой кнопке с пиктограммой «stop».

2.11 Возможности экспорта и печати данных эмулятора

Для удобства работы с рассматриваемым эмулятором предусмотрены следующие возможности работы с данными:

- Загрузка и сохранение образов содержимого ОЗУ и РОН;
- Частичная загрузка и сохранение программ эмулятора (подпрограмм);
- Экспорт содержимого ОЗУ и РОН эмулятора в MS Excel;

- Экспорт содержимого ОЗУ и РОН эмулятора в MS Word;
- Экспорт содержимого ОЗУ и РОН эмулятора в текстовый файл;
- Печать содержимого ОЗУ и РОН эмулятора.

2.12 Настройки программы

- Настройка каталогов для эмуляции внешних накопителей;
- Настройка адресов сети для эмуляции работы "сетевого адаптера".

2.12.1 Настройка каталогов для эмуляции внешних накопителей

Для организации работы с устройствами ввода-вывода эмулятора, а именно внешних накопителей, используются соответствующие каталоги на дисках реальной машины, для размещения выходных данных в файлах. По умолчанию это:

- Дисковод (порт в/в эмулятора 01h) - "A:\"
- Жёсткий диск (порт в/в эмулятора 02h) - "C:\"

Соответственно, по желанию пользователя, можно указать и другие каталоги. Для этого следует выбрать из главного меню программы пункт "Настройки→Установки каталогов для "внешних ЗУ"". В появившемся окне настроек каталогов укажите путь для хранения файлов с выходными данными эмулятора на накопителе на гибких магнитных дисках и на жёстком диске "C" реальной машины в соответствующих элементах-деревах каталогов. После чего нажмите кнопку "ОК" чтобы изменения вступили в силу.

Если в дисковом отсчете отсутствует дискета, эмулятор выдаст соответствующее сообщение. При желании, можно вставить дискету и нажать появившуюся кнопку "Готово" в рассматриваемом окне, и продолжить выбор каталогов.

Окно настройки каталогов изображено на рисунке 41.

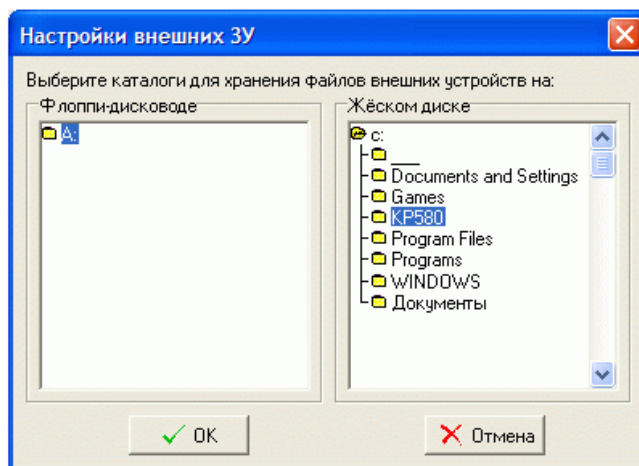


Рисунок 2.10 — Окно настройки каталогов для внешних накопителей

2.12.2 Настройка адресов сети для эмуляции работы сетевого адаптера

Для передачи и приёма данных эмулятора по сети при помощи команд ввода вывода, используя порт 03h, следует изначально настроить IP-адрес и

ТСР-порт реальной машины-получателя, на которой также установлен и запущен данный эмулятор.

Для этого следует выбрать из главного меню программы пункт "Настройки→Установки сети для "сетевого адаптера"". В появившемся окне настроек сети укажите в поле "Адрес" IP-адрес машины-приёмника, а в поле "Порт", соответственно, ТСР-порт. После чего нажмите кнопку "ОК" чтобы изменения вступили в силу.

Окно настройки сети изображено на рисунке 2.11.

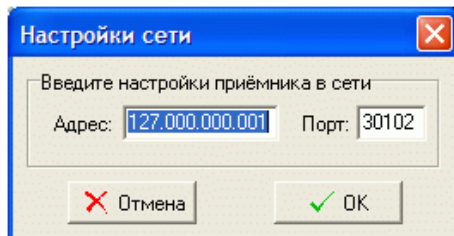


Рисунок 2.11 — Окно "настройки сети" с параметрами машины-приёмника сети для эмуляции работы "сетевого адаптера"

Таким образом, при работе с сетью на эмуляторах, можно настроить последние соответствующим образом так, чтобы данные передавались "по цепочке", "по кольцу", или, в простейшем случае, для двух машин.

2.13 Работа с программой

- Общие принципы работы с программой;
- Работа с внешними устройствами эмулятора.

2.13.1 Особенности работы с программой

Начало работы с программой в основном заключается в написании или загрузке программы на Ассемблере в эмулятор. Для этого можно воспользоваться либо панелью системы команд программы, либо панелью редактирования значений ячеек ОЗУ эмулятора, либо загрузить образ ОЗУ с носителя.

При необходимости, можно заполнить соответствующими значениями регистры общего назначения эмулятора. После чего, для подробного изучения каждого такта конкретной команды, можно воспользоваться кнопкой тактированного выполнения команды.

Для выполнения программы в командном режиме, (к примеру, для отладки программы) используется кнопка командного режима. Соответственно, для выполнения программы целиком, следует пользоваться кнопкой программного режима.

Если выполнение программы завершается командой останова 76h HLT, устанавливается флаг останова микропроцессора HLDA и выдаётся соответствующее сообщение. Работу с эмулятором можно продолжить, сняв флаг при помощи пункта меню "МП-система→Снять флаг HLDA", либо воспользовавшись клавишей F12 на клавиатуре, либо произвести сброс РОН (см. ниже).

Для очистки (обнуления) РОН и/или ОЗУ эмулятора, воспользуйтесь группой кнопок "Сброс", либо пунктом меню программы "Файл→Новый (очистить память и регистры)"

После написания программы на языке Ассемблера, её можно сохранить в виде образа ОЗУ и РОН эмулятора на какой-либо носитель, и при следующей надобности, также загрузить в эмулятор. Загружать и сохранять можно не только весь образ, но и часть ОЗУ эмулятора.

Для удобства работы с написанными программами в виде таблиц или текстовых документов, предусмотрены возможности экспорта части содержимого ОЗУ и/или РОН эмулятора в MS Excel, MS Word и текстовый файл.

Также предусмотрена возможность печати части содержимого ОЗУ и/или РОН эмулятора на принтере.

2.13.2 Работа с внешними устройствами эмулятора

Для начала работы с внешними устройствами эмулятора, следует осуществить некоторые настройки каталогов жёсткого диска и дисководов, а также настройки сети реальной машины.

Работа со всеми внешними устройствами эмулятора заключается в отправке или приёме на (с) соответствующий(его) устройству порт(а) МП-системы значения из (в) регистра-аккумулятора. Это осуществляется путём выполнения на эмуляторе команд ввода-вывода, таких как IN (принять из порта) и OUT (вывести в порт).

Работа с монитором

"Монитор КР580" поддерживает отдельную систему команд, обеспечивающую вывод графической или текстовой информации. Графический режим соответствует разрешению 256x256 пикселей и глубине цвета — 128 бит на пиксель, а текстовый - 39x20 символов и глубине цвета 128 бит на символ. Одновременно монитор поддерживает два этих режима, т.е. может содержать и текст и графику.

Команды посылаются в порт 00h побайтно. Различаются 3-х байтные и 2-х байтные команды:

2-х байтная.

1-ый байт: 1-ый бит - 0-текст, 1-графика; остальные 7 бит на цвет, согласно формуле: $FFFFFFh(RGB) / 127 * \text{эти_7_бит}$.

2-ой байт: номер символа в кодовой таблице OEM/DOS.

3-х байтная.

1-ый байт: 1-ый бит - 0-текст, 1-графика; остальные 7 бит на цвет, согласно формуле: $FFFFFFh(RGB) / 127 * \text{эти_7_бит}$.

2 байт: координата по X.

3 байт: координата по Y.

Работа с дисководом. В порт дисковода KP580 (01h) засылаются или читаются значения, что приводит к их одновременному сохранению (чтению) в (из) файл(а) реальной машины, располагающейся на дискете.

Работа с жёстким диском (порт 02h)

Аналогично работе с дисководом, только связано с жёстким диском реальной машины.

Работа с сетевым адаптером

Отправленные значения в порт 03h пересылаются по сети реальных машин по протоколу TCP/IP на IP-адрес, указанный в настройках.

Работа с принтером

Отправленные значения в порт 04h временно хранятся в буфере до тех пор, пока пользователь не отправит их на печать самостоятельно. Печатаемые символы на принтере реальной машины соответствуют кодировке OEM/DOS.

3. Программа лабораторной работы

3.1 Изучить архитектуру МП KP580BM80 (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).

3.2 Изучить основные команды МП KP580BM80 (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).

3.3 Задавая различные команды (запись в регистр и в пару регистров, пересылки данных, суммирования при наличии переноса, чтения и записи в память, записи в стек, обращения к памяти путем косвенной адресации и др.) исследовать наличие и вид сигналов и данных на шинах процессора, содержимое регистров, значение флагов и взаимодействие блоков МП KP580BM80 в ходе выполнения команд.

4. Содержание отчета

4.1 Цель и программа работы.

4.2 Структурная схема МП KP580BM80.

4.3 Описание взаимодействия блоков микропроцессора при выполнении команд различной длины и различных типов.

4.4 Результаты проведенных исследований и расчетов времени выполнения команд.

4.5 Выводы по работе с анализом результатов выполненных исследований и расчетов.

5. Контрольные вопросы

5.1 Расскажите об основных блоках процессора 8-разрядного микропроцессора и их назначении.

5.2 Объясните понятие машинного цикла. Перечислите виды машинных циклов МП КР580ВМ80.

5.3 Проанализируйте подробно с привлечением временных диаграмм работу процессора при различных режимах работы: программно-управляемом, обслуживания прерываний, прямого доступа в память.

5.4 Перечислите основные внешние выходы МП КР580ВМ80, расскажите об их назначении.

5.5 С какой целью процессор в начале каждого машинного цикла выдает слово состояния цикла?

5.6 Для чего служат регистры общего назначения и каковы особенности их применения?

5.7 Объясните назначение регистра признаков и как используется значение флагов.

5.8 Каково назначение регистров W и Z?

5.9 Расскажите о роли счетчика команд в организации выполнения программы.

5.10 Расскажите о роли указателя стека в организации выполнения программы.

5.11 Расскажите об основных возможностях экранного отладчика КР580 Emulator.

5.12 Расскажите о режимах исполнения отдельных команд и целых программ в экранном отладчике КР580 Emulator.

5.13 Опишите возможности взаимодействия микропроцессора с внешними устройствами реализованные в экранном отладчике КР580 Emulator. Что такое десятичная коррекция и в каких случаях она применяется?

6. Список рекомендованной литературы

- 6.1. Майоров В.Г., Гаврилов А.В. Практический курс программирования микропроцессорных систем / В.Г. Майоров, А.В. Гаврилов — М.: Машиностроение, 1989. — 272 с.
- 6.2. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие/Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов. — М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ, 2006. — 359 с.
- 6.3. Чернега В.С. Архитектура информационных систем. Конспект лекций / В.С. Чернега. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2015 – 160 с.

Лабораторная работа 2.

“Исследование методов реализации алгоритмов обработки данных на ассемблере 8-разрядного микропроцессора ”

1. Цель работы

Исследовать методы реализации типовых алгоритмов обработки данных на ассемблере процессора КР580ВМ80. Изучение основных команд пересылки данных, передачи управления и арифметических команд ассемблера микропроцессора. Исследование возможностей эмулятора и экранного отладчика КР580 Emulator. Приобретение практических навыков составления и отладки программ на языке Ассемблера.

2. Основные теоретические положения

2.1 Система команд микропроцессора

2.1.1 Классификация команд

Под командой понимают совокупность сведений, необходимых процессору для выполнения определенного действия при реализации программы. Множество команд, реализуемых в ЭВМ, образует систему команд, выбор которой является важнейшей задачей проектирования ЭВМ. Система команд определяет область применения и эффективность микропроцессорной системы управления. Несмотря на то, что подавляющее большинство алгоритмов может быть реализовано посредством ограниченного набора команд, большинство ЭВМ имеет 60–120 базовых команд. Под базовой понимают команду, которая определяет выполняемую операцию без учета модификаций данной команды за счет использования различных режимов адресации. Например, МП КР580ВМ80А имеет 78 базовых команд, однако с учетом модификаций число команд равняется 224. Это позволяет в ряде случаев существенно сократить длину программ, а следовательно, уменьшить время решения задачи и размер программы в памяти. Таким образом, система команд определяет возможности машины.

Теоретически ограничения на число команд ЭВМ нет; например, при введении команд из нескольких слов можно выделить больше бит под код операции. Каждый дополнительный бит в коде операции удваивает число команд. С другой стороны, чем сложнее команда, тем быстрее выполняется программа из-за сокращений числа обращений к памяти. Классификация команд по основным признакам представлена на рисунке 2.1.

Систему команд рассматриваемого микропроцессора КР580ВМ80А можно классифицировать по трем основным признакам:

1. Длине команды (одно-, двух- и трехбайтные);

2. Функциональному назначению (передачи, обработки данных, команды управления);

3. Архитектурным признакам (операции с регистрами, памятью и портами).

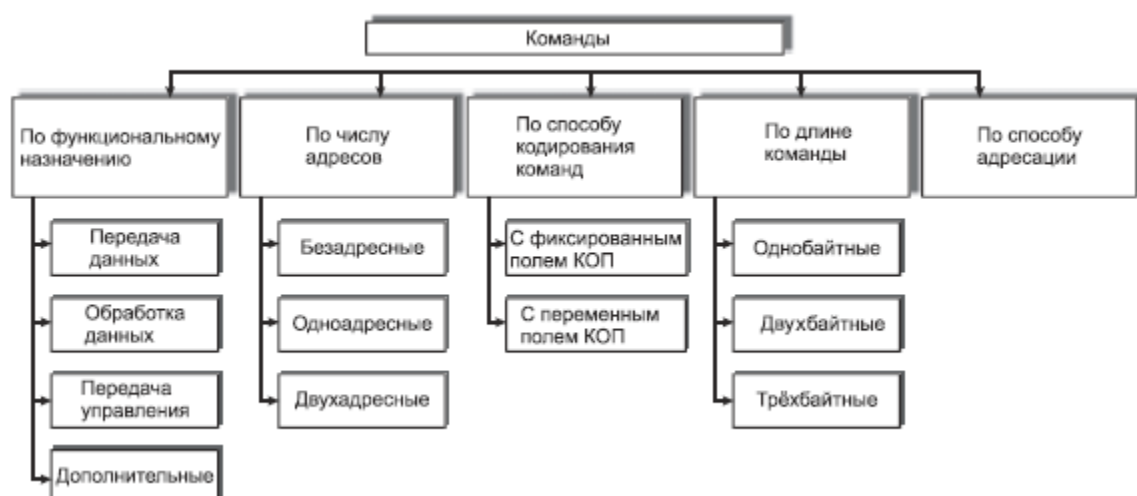


Рисунок 2.1 — Классификация команд

Современные тенденции развития ЭВМ показывают, что фирмы-разработчики микропроцессоров стараются создавать дополнительные наборы команд на основе уже существующих, сохраняя программную преемственность с предыдущими поколениями процессоров. Такие ресурсоемкие задачи, как расчет трехмерной графики, компрессия/декомпрессия аудио-видеоданных и другие, используют дополнительные наборы команд (3DNow, MMX, SSE, и др.), оптимизированные под соответствующие приложения.

2.1.2 Методы адресации

Для взаимодействия различных модулей в микроЭВМ должны быть средства идентификации ячеек внешней памяти, ячеек внутренней памяти, регистров МП и регистров устройств ввода/вывода. Поэтому каждой из запоминающих ячеек присваивается адрес, т.е. однозначная комбинация бит. Количество бит определяет число идентифицируемых ячеек. Обычно ЭВМ имеет различные адресные пространства памяти и регистров МП, а иногда – отдельные адресные пространства регистров, устройств ввода/вывода и внутренней памяти. Кроме того, память хранит как данные, так и команды. С другой стороны, при разработке микропроцессоров стараются использовать коды операций минимальной длины, что приводит к возникновению проблемы идентификации данных из-за короткого машинного слова. Поэтому для ЭВМ разработано множество способов обращения к памяти, называемых режимами адресации.

Режим адресации памяти – это процедура или схема преобразования адресной информации об операнде в его исполнительный адрес. В микропроцессоре KP580BM80A используется пять методов адресации:

1. Прямая – в команде задается адрес ячейки памяти, где расположен операнд; он указывается во втором (младшая часть адреса) и в третьем (старшая часть) байтах команды. К этой группе также относятся команды, в которых задается адрес порта ввода/вывода:

STA 8020H – требует четырех обращений к памяти;

IN 05H – требует двух обращений к памяти.

2. Прямая регистровая – в команде задается адрес регистра или пары регистров, где находится 8- или 16-битный операнд:

MOV A, B – требует одного обращения к памяти;

CMP C.

3. Непосредственная – операнд содержится в самой команде:

MVI A, 08H – требует двух обращений к памяти;

LXI M, 8020H – требует трех обращений к памяти.

4. Косвенная – адрес M ячейки памяти, где расположен операнд, определяется содержимым парного регистра, явно или неявно указанного в команде:

MOV A, M – пересылка в A из ячейки памяти, на которую указывает HL;

LDAX B – загрузка A из ячейки памяти, на которую указывает пара BC.

5. Неявная – адрес операнда не указывается в явном виде, а определяется кодом операции:

ADD B; $A \leftarrow A+B$, аккумулятор не задается в явном виде.

Следует отметить, что в одной команде могут использоваться два различных метода адресации, например, в команде MVI A, 08H используется прямая регистровая адресация для приемника и непосредственная для источника. В системах реального времени для повышения скорости вычислений программ необходимо максимально использовать регистровую адресацию.

2.1.3 Формат команд

Формат команды определяет ее структурные элементы, каждый из которых интерпретируется определенным образом при выполнении команды. Среди таких элементов (полей) выделяют:

- код операции, определяющий выполняемое действие;
- адрес ячейки памяти, регистра процессора, внешнего устройства;
- режим адресации;
- операнд при использовании непосредственной адресации;
- код анализируемых признаков для команд условного перехода.

Почти во всех форматах команд первые биты отводятся для кода операции, но далее форматы команд разных ЭВМ сильно отличаются друг от друга. Остальные биты должны определять операнды или их адреса, и поэтому они используются для комбинации режимов, адресов регистров, адресов па-

мяти, относительных адресов и непосредственных операндов. Обычно длина команды варьируется от 1 до 3 и даже 6 байт.

Число бит, отводимое под КОП, является функцией полного набора реализуемых команд. При использовании фиксированного числа бит под КОП для кодирования всех m команд необходимо в поле КОП выделить $\log_2 m$ двоичных разрядов. Так как информация берется только из одной ячейки, эта ячейка называется источником; ячейка, содержимое которой изменяется, называется приемником.

Средняя длина команды в типичной программе для 8-разрядного микропроцессора равна двум байтам, а для программ более поздних 16-разрядных процессоров типа i8086 она равна 4,1. Поэтому на программах с большим количеством логических операций 8-разрядные процессоры незначительно уступают 16-разрядным.

Положение полей в микропроцессоре KP580BM80A переменное, и в зависимости от команды, назначение поля может иметь следующее значение:

Byte 1 – содержит код операции, длину команды, адреса регистров;

Byte 2 – содержит адрес порта ввода/ вывода, 8-разрядный операнд или младшую часть 16-разрядного операнда;

Byte 3 – содержит старшую часть 16-разрядного операнда.



Рисунок 2.2 — Формат первого байта команды KP580BM80A

Многобайтная команда должна размещаться в последовательно расположенных ячейках памяти.

Адрес приемника (DDD) и адрес источника (SSS) задают регистр или ссылку на ячейку памяти (признак косвенной адресации), при этом адреса регистров кодируются следующим образом (таблица 2.1):

Таблица 2.1 — Кодировка адресов регистров и регистровых пар

Регистр R	Код SSS или DDD	Регистр R	Код SSS или DDD	Регистровая пара RP	Код RP
B	000	H	100	BC	00
C	001	L	101	DE	01
D	010	M	110	HL	10
E	011	A	111	SP	11

2.2 Программная реализация базовых алгоритмов управления

2.2.1 Программная реализация ветвлений

Ветвление - это такое место в программе, после которого в зависимости от какого-либо условия может начать выполняться тот или иной код. То есть, счетчик команд в результате выполнения команды ветвления может быть установлен по двум различным адресам, в зависимости от исхода проверки какого-либо условия.

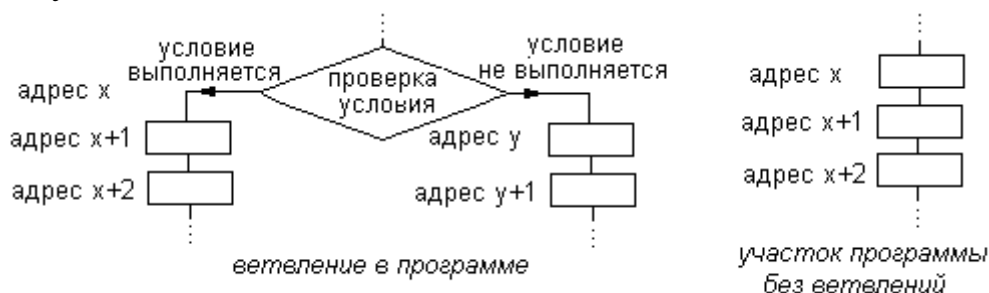


Рисунок 2.3 — Участки программы с ветвлением и без ветвления

Для организации ветвлений в микропроцессоре KP580BM80 используются следующие команды: JZ, JNZ, JC, JNC, JP, JM, JPE, JPO. Работу этих команды рассмотрим на примере первых четырех как наиболее важных для программиста.

JZ Адрес ; Перейти на Адрес, если Z бит = 1 *Jump if zero*.

JNZ Адрес ; Перейти на Адрес, если Z бит = 0 *Jump if not zero*.

JC Адрес ; Перейти на Адрес, если C бит = 1 *Jump if carry*.

JNC Адрес ; Перейти на Адрес, если C бит = 0 *Jump if no carry*.

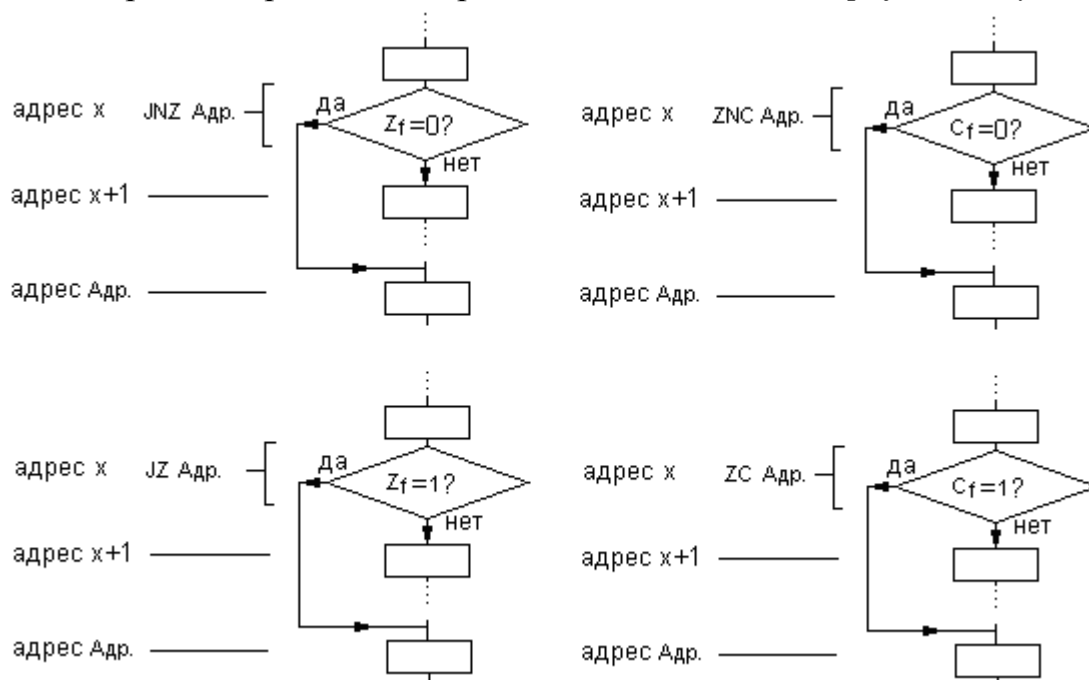


Рисунок 2.4 — Принципы организации ветвления

Как показано на рисунке, все перечисленные команды позволяют установить счётчик команд либо на следующий адрес, либо на адрес указанный в теле команды.

Как же организовать полноценное ветвление, такое как на рисунке 1? Это делается очень просто. Для этого дополнительно используется команда безусловного перехода JMP. В итоге алгоритмы приобретают вот такой вид (эквивалентный алгоритму на рисунке 1):

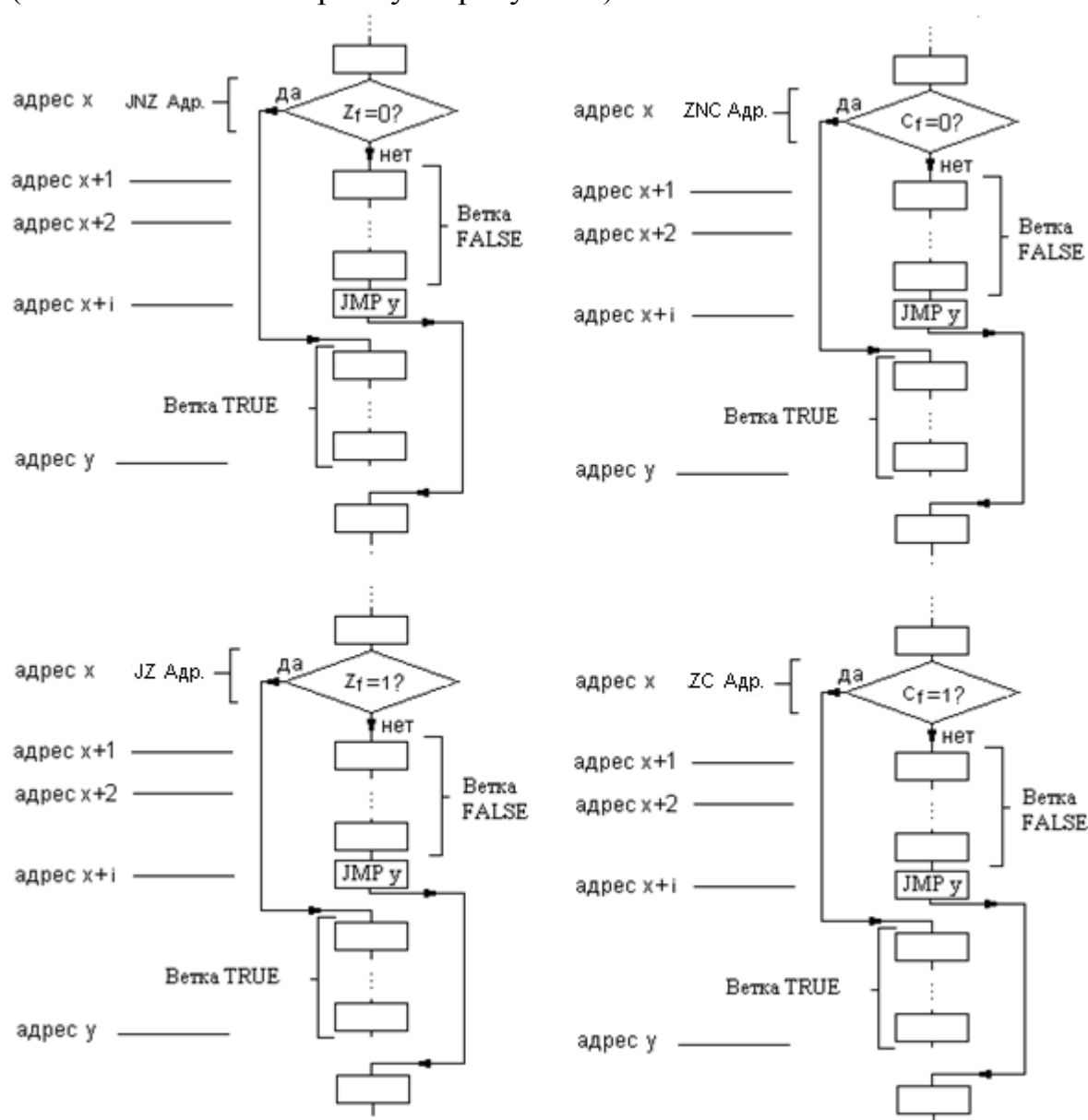


Рисунок 2.5 — Принципы организации ветвления с двумя ветвями

Если провести аналогию с языками высокого уровня, то эти конструкции можно сравнить с конструкциями вида `if then else` и им подобными.

2.2.2 Программная реализация циклов и временных задержек

При разработке программного обеспечения часто возникает необходимость выполнения определенных действий заданное количество раз. Собственно, циклы это и есть повторение одного и того же участка кода заданное количество раз. В ассемблере для организации циклов нет специальных команд, подобных операторам `for to`, `while do` и прочим операторам языков высокого уровня.

Есть какое-то условие, при выполнении которого цикл заканчивается. Один из аргументов этого условия (или даже оба аргумента) в процессе выполнения цикла может изменяться. Если условие не выполнено, то цикл повторяется. Как только условие выполнится, счётчик команд устанавливается на адрес первой команды, следующей за командами цикла. Циклы бывают двух типов: с предпроверкой (или ещё говорят с предусловием), когда проверка условия происходит в начале цикла, и с постпроверкой (или по-другому — с постусловием), когда проверка условия происходит в конце цикла.

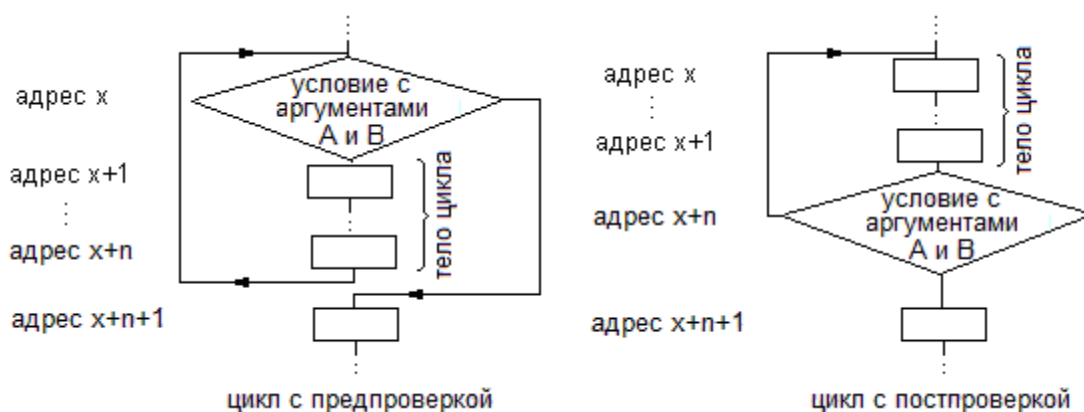
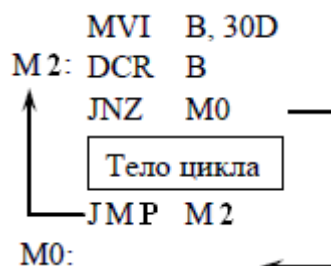
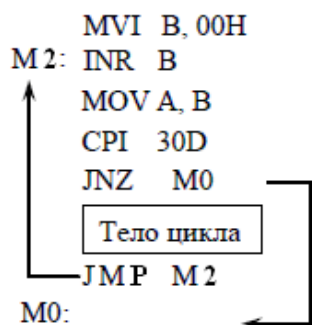


Рисунок 2.6 — Виды циклов

Цикл представляет собой по сути обычное ветвление, только один из переходов осуществляется назад, к тому коду, который мы уже выполняли. Такой алгоритм легко можно организовать с помощью описанных выше команд. Для этого используются программные счетчики, которые реализуются нижеизложенными способами.

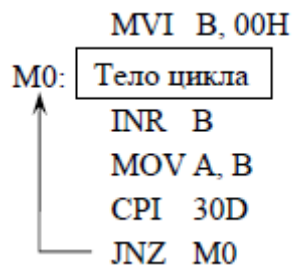
Цикл с предпроверкой:

1. Путем инкремента содержимого регистра или ячейки памяти:
2. Путем декремента содержимого регистра или ячейки памяти:

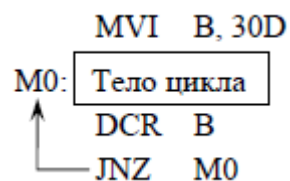


Цикл с постпроверкой:

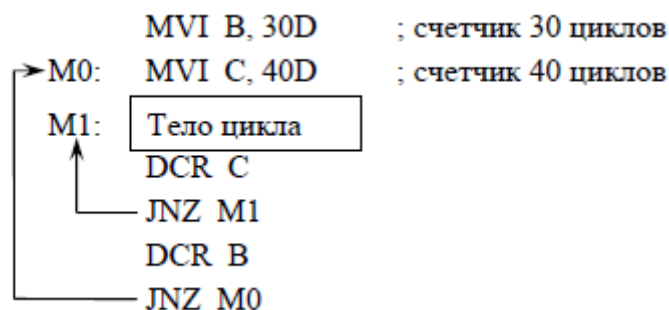
1. Путем инкремента содержимого регистра или ячейки памяти:



2. Путем декремента содержимого регистра или ячейки памяти:



В этих примерах тело цикла выполняется 30 раз. При необходимости в числе повторов более 255 можно использовать вложенные счетчики. Программный счетчик с количеством повторов 1200 может выглядеть следующим образом:



Временные задержки реализуются путем повторения циклов с известным временем выполнения. Так как микропроцессор КР580ВМ80А работает на частоте 2 МГц, то время выполнения одного такта составляет $T = 0,5$ мкс. Зная количество тактов, необходимых для выполнения определенных команд, можно рассчитать время выполнения любого участка программного кода:

MVI B, 100D ; 7 тактов, 100 повторений цикла

M0: NOP ; пустая операция 4 такта

NOP ; 4 такта

DCR B ; 5 тактов

JNZ M0 ; 10 тактов

В этом примере число тактов $N = 7 + (4 + 4 + 5 + 10) \cdot 100 = 2307$. Тогда время выполнения составляет $\tau = 2307 \cdot 0,5 = 1153,5$ мкс.

Для реализации задержек большей длительности программист может использовать двукратные циклы. Таким образом, нетрудно сформировать программную задержку определенной длительности:

MVI B, ... ; 7 тактов, ... повторений цикла

M0: MVI C, 86D ; 7 тактов

M1: NOP ; 4 такта
NOP ; 4 такта
DCR C ; 5 тактов
JNZ M1 ; 10 тактов
DCR B ; 5 тактов
JNZ M0 ; 10 тактов

В этом примере число тактов $N = B \cdot (7 + 86 \cdot (4 + 4 + 5 + 10) + 4 + 5 + 10) = B \cdot 2000$. Для получения задержек на несколько секунд используют тройные циклы.

3. Программа выполнения работы

- 3.1. Изучить основные команды пересылки данных, логических и арифметических операций, организации ветвлений и циклов (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).
- 3.2. Изучить возможности эмулятора и экранного отладчика KP580 Emulator. Исследовать изменение в основных блоках процессора в ходе выполнения команд различных типов (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).
- 3.3. Составить блок-схему алгоритма функционирования программы в соответствии с заданным вариантом.
- 3.4. Реализовать ассемблерную программу в соответствии с заданным вариантом. Модифицировать программу, применяя различные виды команд, выполняющих одинаковые функции.
- 3.5. Исследовать длительности выполнения полученных программ в зависимости от используемых команд.
- 3.6. Сделать выводы по результатам проведенных исследований и расчетов.

Варианты заданий приведены в приложении А.

4. Содержание отчета

- 4.1. Цель и программа работы.
- 4.2. Блок-схема алгоритма программы в соответствии с заданным вариантом.
- 4.3. Листинги ассемблерных программы в соответствии с заданным вариантом.
- 4.4. Результаты проведенных исследований и расчетов.
- 4.5. Выводы по работе с анализом результатов выполненных исследований и расчетов.

5. Контрольные вопросы

- 5.1. Проведите классификацию команд ассемблера микропроцессора КР580ВМ80.
- 5.2. Расскажите о регистре флагов процессора КР580ВМ80. Какие команды влияют на состояние данного регистра, какие нет?
- 5.3. Приведите примеры команд логических операций ассемблера процессора КР580ВМ80 и назовите случаи их применения.
- 5.4. Расскажите о командах арифметических операций ассемблера процессора КР580ВМ80. Приведите примеры таких команд.
- 5.5. Какова роль счетчика команд в организации выполнения программы? Можно ли нарушить порядок изменения состояний программного счетчика?
- 5.6. Расскажите о командах ветвления ассемблера процессора КР580ВМ80. Приведите примеры таких команд с различными условиями.
- 5.7. Расскажите о принципах организации ветвлений в ассемблере процессора КР580ВМ80. Приведите примеры организации циклов с различными условиями останова.
- 5.8. Расскажите о командах логического и арифметического сдвигов, объясните разницу между ними. Приведите примеры выполнения сдвигов.
- 5.9. В чем заключается схожесть, а в чем отличие программного счетчика и указателя стека?

6. Список рекомендованной литературы

- 6.1. Майоров В.Г. Практический курс программирования микропроцессорных систем / В.Г. Майоров, А.В. Гаврилов — М.: Машиностроение, 1989. — 272 с.
- 6.2. Новиков Ю.В. Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие/Ю.В. Новиков, П.К. Скоробогатов. — М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ, 2006. — 359 с.
- 6.3. Федотова Д.Э. Архитектура ЭВМ и систем [Электронный ресурс]: лабораторная работа. Учебное пособие/ Федотова Д.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский новый университет, 2009.— 124 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21263>
- 6.4. Чернега В.С. Архитектура информационных систем . Конспект лекций / В.С. Чернега. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2015 – 160 с.

Лабораторная работа 3

“Исследования способов организации процесса ввода и вывода информации в 8-разрядном микропроцессоре”

1. Цель работы

Исследовать способы подключения внешних устройств к 8-разрядному процессору, принципы организации обмена информацией между процессором и внешним устройством, работы с портами. Изучение основных команд работы с портами ассемблера процессора KP580BM80 и исследование воздействие их на порты и флаги.

2. Основные теоретические положения

К командам ввода-вывода МП KP580BM80 относятся команды IN<A₁> и OUT<A₁>. При выполнении команды IN<A₁> МП считывает число из входного устройства с адресом (A₁)(A₁) и записывает его в аккумулятор. При выполнении команды OUT<A₁> МП записывает число из аккумулятора в выходное устройство с адресом (A₁)(A₁). Так как адрес устройства указывается в одном байте команды, то с помощью этих команд МП может обмениваться информацией не более чем с 256 внешними устройствами.

В качестве простейших устройств ввода-вывода могут использоваться 8-разрядные регистры (например, многорежимный буферный регистр K589IP12). Также в качестве устройств ввода-вывода могут применяться и более сложные схемы, например, программируемое устройство ввода-вывода в параллельном коде (KP580ИК55).

2.1 Простейшие устройства ввода-вывода

Схема подключения устройства ввода, выполненного на базе буферного регистра (БР) с переключателями (S0 – S7), приведена на рисунке 2.1. При замкнутом переключателе на вход регистра подается «0», а при разомкнутом «1». Переключатели используются для имитации передачи данных от внешнего устройства. На рисунке 2.2 приведена схема подключения выходного устройства, построенного на базе буферного регистра (БР). К выходу Q0 буферного регистра подключен динамик. Светодиоды, подключенные к выходам БР (Q4 – Q7), указывают число в двоичном виде, записанное в выходное устройство.

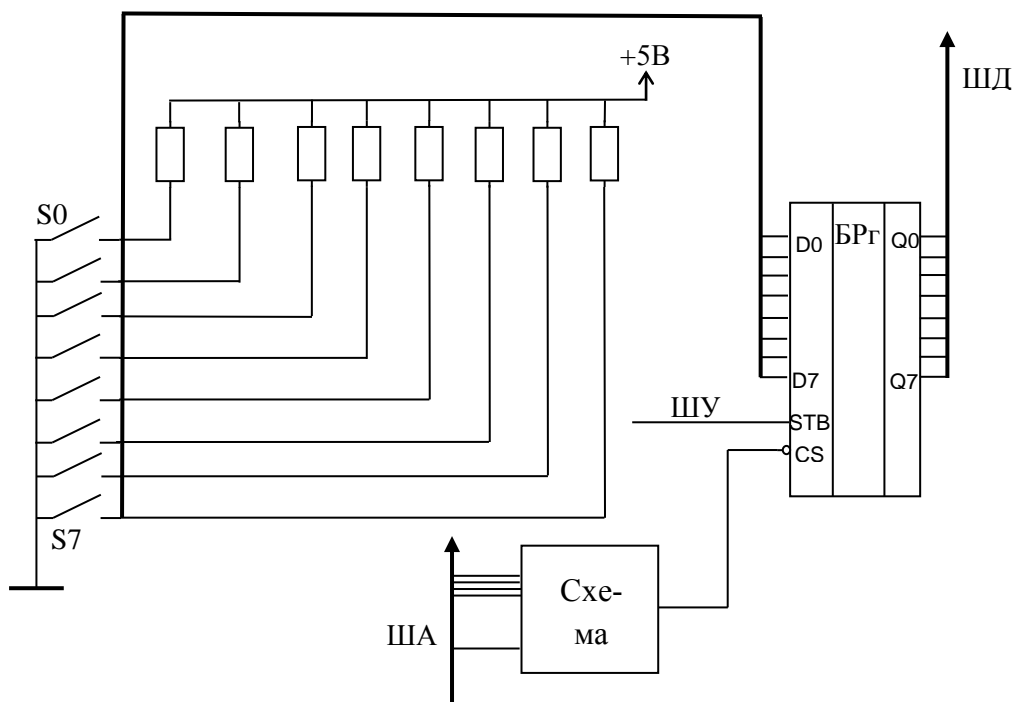


Рисунок 2.1 — Устройства ввода, выполненное на базе буферного регистра (БР) с переключателями

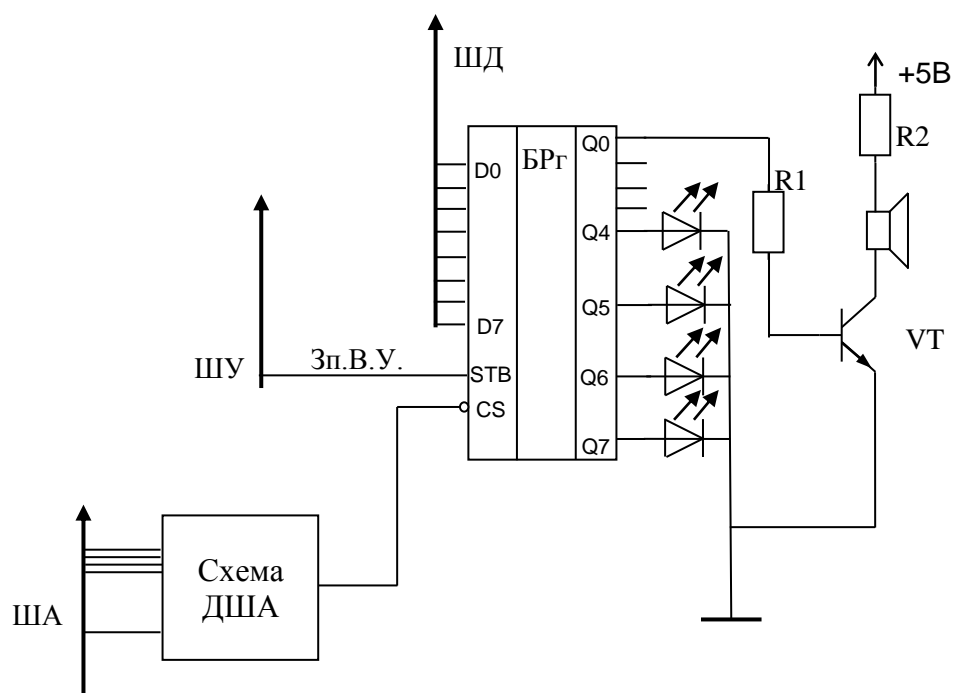


Рисунок 2.2 — Схема выходного устройства, построенного на базе буферного регистра (БР) со светодиодами и динамиком

2.2 Вывод данных на семисегментный дисплей

В качестве устройства вывода информации, удобного для восприятия, часто используются дисплеи на базе индикаторов. Индикатор представляет собой восемь светодиодов с общим анодом в одном корпусе. Каждый индикатор имеет семь светодиодов для отображения сегментов цифр, а восьмой светодиод отображает десятичную точку. Индикатор может отображать цифры от 0 до 9, а также некоторые буквы.

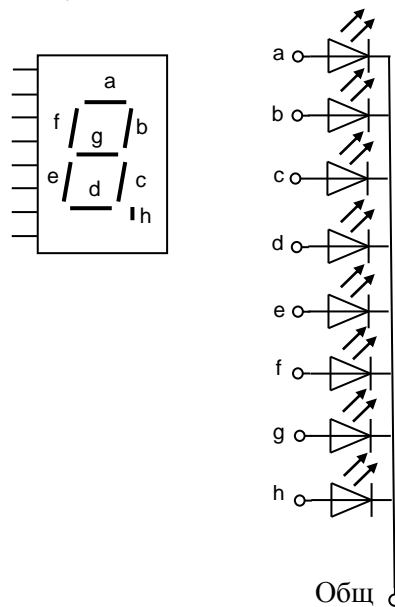


Рисунок 2.3 — Внешний вид и схема семисегментной светодиодной матрицы

Дисплей состоит из ячеек, каждая из которых представлена семисегментным индикатором. Вывод на дисплей в микропроцессорных системах может осуществляться статическим или динамическим способом.

2.2.1 Организация статического режима работы дисплея

При статическом способе выводы сегментов каждого из индикаторов подключается к своему регистру. Для управления разрешением высвечивания символа на индикаторе используется отдельный регистр, причем анод каждого из индикаторов подсоединяется к соответствующему выходу этого регистра (рисунке 2.3).

Программа управления выводом информации на дисплей состоит из операции выдачи кода символа на соответствующий индикатор (регистр DSP) и вывода разрешающего сигнала на этот индикатор (регистр SKAN).

Одинаковые сегменты каждой ячейки индикатора связаны общей шиной и соединены регистром сегментов PгСг. Выходы анодов каждого из индикаторов подключены к регистру сканирования PгСк. Наличие уровня логической единицы в соответствующем разряде регистра сканирования PгСк

приводит к высвечиванию символа в соответствующем индикаторе дисплея при наличии информации на шине данных.



Рисунок 2.3 — Схема статической индикации данных

Вариант программы включения сегментов второй ячейки с помощью кода, задаваемого со входного регистра (порта ввода) имеет вид:

Адрес	Метка	Мнемокод	Комментарий
0800		MVI A,04	Поместить в Акк число 00000100
2		OUT SKAN	Вывести число на PrCk и включить цифру 2
4	M1	IN 20	Ввести данные в Акк из входного регистра
6		OUT DSP2	Записать их в регистр сегментов PrCg дисплея
8		JMP M1	Продолжить с метки M1

2.2.2 Организация мультиплексного режима работы дисплея

Схема подключения дисплея в мультиплексном режиме показана на рисунке 2.4. В этом режиме вывод информации на каждый индикатор дисплея выводится микроЭВМ последовательно. Цифра или символ на индикаторе высвечивается некоторый промежуток времени, задаваемый подпрограммой задержки.

Ниже приведен вариант программы обеспечивающей мультиплексный режим работы дисплея. Код цифр для вывода на каждую ячейку хранится в последовательных ячейках памяти с адресами 0900 – 0905. Код цифры для нулевой ячейки индикатора хранится в ячейке с адресом 0900. Начальный адрес подпрограммы временной задержки 0430.

Адрес	Метка	Мнемокод	Комментарий
0800		LXI B, 0100	Загрузить в регистр B длительность задержки

03		XRA A	Очистить аккумулятор
04	M1	LXI H, 0905	Указать на адрес кода цифры 5
07		MVI D, 20	Загрузить указатель цифры в регистр D
09	M2	MOV A,M	Получить из ОЗУ код очередной цифры
0A		OUT DSP	Записать его в РгСг
0C		MOV A,D	Загрузить в аккумулятор указатель цифры
0D		OUT SKAN	Включить нужную цифру
0F		RAR	Указать на следующую цифру
10		MOV D, A	Сохранить указатель цифры в регистре D
11		CALL DEL	Вызвать подпрограмму временной задержки
14		XRA A	Очистить аккумулятор
15		OUT SKAN	Выключить цифры
17		DCR L	Уменьшить на 1 содержимое регистра L
18		ORA D	Все ли сообщения выведены?
19		JNZ M2	Если нет, то продолжить

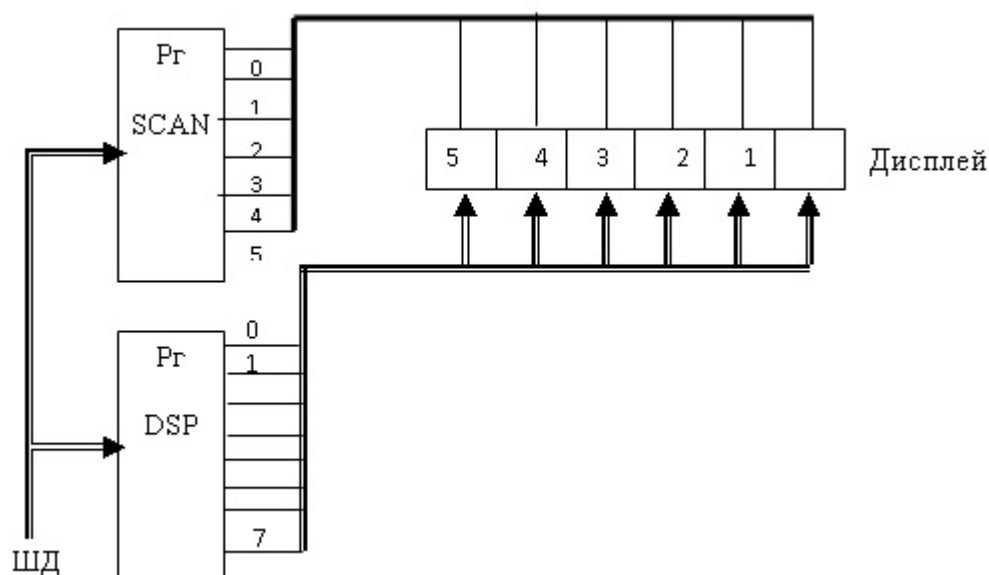


Рисунок 2.4 — Схема подключения индикаторов в динамическом режиме

3. Программа выполнения работы

- 3.1 Изучить команды работы с портами (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).
- 3.2 Изучить возможности эмулятора и экранного отладчика KP580 Emulator для работы с портами. Исследовать изменения в основных блоках процессора в ходе выполнения команд пересылки данных из процессора во внешнее устройство и из внешнего устройства в про-

цессор (выполняется в процессе домашней подготовки к лабораторной работе).

- 3.3 Составить структурную схему подключения внешнего устройства к процессору в соответствии с вариантом задания.
- 3.4 Составить блок-схему алгоритма функционирования программы в соответствии с заданным вариантом.
- 3.5 Реализовать программу в соответствии с вариантом.
- 3.6 Рассчитать длительность выполнения ассемблерной программы с учетом возможных ветвлений и циклов.

Варианты заданий приведены в приложении Б.

4. Содержание отчета

- 4.1 Цель и программа работы.
- 4.2 Структурная схема подключения внешнего устройства.
- 4.3 Блок-схема алгоритма программы в соответствии с вариантом.
- 4.4 Текст и листинг ассемблерной программы в соответствии с заданным вариантом.
- 4.5 Результаты проведенных исследований и расчетов.
- 4.6 Выводы по работе с анализом результатов выполненных исследований и расчетов.

5. Контрольные вопросы

- 5.1 Расскажите о классификации команд ассемблера процессора KP580BM80.
- 5.2 Расскажите о командах для работы с портами, обмена данными с внешними устройствами. Приведите примеры таких команд.
- 5.3 Расскажите о назначении слова состояния машинного цикла, какую роль оно играет в процессе выполнения команд работы с портами.
- 5.4 Объясните, с какой целью слово состояния машинного цикла записывается во внешний регистр. Расскажите когда и как это происходит.
- 5.5 Расскажите о методах организации вывода информации на 7-ми сегментные индикаторы.
- 5.6 Какие есть достоинства и недостатки динамического и статического методов вывода информации на 7-ми сегментные индикаторы.
- 5.7 Объясните устройство и принципы работы динамика.
- 5.8 Расскажите о принципах формирования звука с помощью динамика.
- 5.9 Напишите программу на языке ассемблера процессора KP580BM80 для формирования звуковых колебаний с помощью динамика с частотой 100 Гц.
- 5.10 Составьте схему и напишите программу включения и выключения бытового вентилятора, работающего от сети 220 В.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

1. Сформировать последовательность целых чисел соответствующих Числам Фибоначчи длиной N элементов. Параметр N задается преподавателем.

2. Осуществить сортировку массива натуральных чисел, используя алгоритм сортировки подсчетом. Размер массива и направление сортировки задается преподавателем.

3. Суммировать элементы массива расположенные на позициях кратных трем. Размер массива задается преподавателем.

4. Переписать элементы массива в обратном порядке. Размер массива задается преподавателем.

5. Поменять местами две половины массива. Размер массива задается преподавателем.

6. Из исходно массива скопировать в результирующий массив те элементы, которые удовлетворяют следующим условиям: являются четными, лежат в диапазоне от X1 до X2, имеют в двоичном представлении единицу в третьем разряде. Размер массива и границы диапазона задаются преподавателем.

7. Найти номера L минимальных элементов массива. Размер массива и количество минимальных элементов L задаются преподавателем.

8. Найти минимальный и максимальный элементы в массиве. Размер массива задается преподавателем.

9. Каждый элемент массива модифицировать следующим образом: если нечетный — заменить элемент на его обратный код, если четный или в двоичном представлении разряды 5,4,3,2 равны единице заменить элемент на ноль, иначе оставить без изменений. Размер массива задается преподавателем.

10. Сформировать массив из номеров разрядов двоичного представления заданного числа равных нулю. Исследуемое число задается преподавателем.

11. Из исходного массива сформировать результирующий массив из номеров позиций исходного массива, элементы которых равны заданной величине. Размер массива задается преподавателем.

12. Из исходно массива скопировать в результирующий массив те элементы, которые содержат больше трех единиц в двоичном представлении. Размер массива задается преподавателем.

13. Найти суммы по модулю два всех элементов массива стоящих на четных и нечетных позициях. Больше из полученных значений записать по адресу расположенному после массива. Размер массива задается преподавателем.

14. Методом табличного преобразования осуществить перекодирование массива исходных данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

1. Начертить структурную схему подключения N светодиодов к портам вывода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую одновременное мигание всех N светодиодов с частотой F герц. Значение параметров N и F задается преподавателем.
2. Начертить структурную схему подключения 4 светодиодов к порту вывода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую мигание светодиодов с частотами F , $2 \cdot F$, $4 \cdot F$, $8 \cdot F$ Герц соответственно. Значение параметра F задается преподавателем.
3. Начертить структурную схему подключения 8 светодиодов к порту вывода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую вывод значения заданной величины в двоичном коде. Значение отображаемой величины задается преподавателем.
4. Начертить структурную схему подключения 8 светодиодов к порту вывода микропроцессорного модуля. Написать программу реализующую эффект «бегущий огонек» с частотой F Герц. Значение параметра F задается преподавателем.
5. Начертить структурную схему подключения динамика к порту вывода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую генерацию звука с частотой F Герц. Значение параметра F задается преподавателем.
6. Начертить структурную схему подключения трех динамиков к портам вывода микропроцессорного модуля. Написать программу генерации звука частотами F_1 , F_2 , F_3 соответственно одновременно. Значения параметров F_1 , F_2 , F_3 задаются преподавателем.
7. Начертить структурную схему подключения динамика к порту вывода, а также двух кнопок к портам ввода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую опрос нажатия кнопок и при нажатии одной кнопки генерация звука частотой F_1 , при нажатии двух кнопок частотой F_2 Герц. Значения параметров F_1 , F_2 задаются преподавателем.
8. Начертить структурную схему подключения 8-ми сегментного индикатора к порту вывода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую вывод чисел от 0 до 9. Длительность задержки каждого числа равна t секунд. Значение параметра t задается преподавателем.
9. Начертить структурную схему подключения 8-ми сегментного индикатора к порту вывода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую вывод числа, предварительно введенного из порта ввода. Значение вводимого числа и номер порта ввода задаются преподавателем.
10. Начертить структурную схему подключения восьми 8-ми сегментного индикаторов к портам вывода микропроцессорного модуля, с использованием статического и динамического режима вывода. Написать про-

грамму осуществляющую вывод текущей даты в статическом и динамическом режимах.

11. Начертить структурную схему подключения 8-ми сегментного индикатора к порту вывода, а также восьми кнопок к порту ввода микропроцессорного модуля. Написать программу осуществляющую вывод номера нажатой кнопки. При нажатии нескольких кнопок одновременно применить приоритетный режим шифрации.

12. Начертить структурную схему подключения 16 кнопок к портам ввода микропроцессорного модуля. Написать программу считывания данных с портов и определения, в каком из портов больше нажатых кнопок.

13. Начертить структурную схему подключения 8 кнопок к порту ввода микропроцессорного модуля. Написать программу считывания данных с порта и определения количества нажатых кнопок, сохранить результат в памяти.

14. Начертить структурную схему подключения 8 кнопок к порту ввода микропроцессорного модуля. Написать программу считывания данных с порта и определения четное или нечетное количество кнопок нажато, сохранить результат в памяти.

15. Начертить структурную схему подключения 8 кнопок к порту ввода микропроцессорного модуля. Написать программу считывания данных с порта и определения факта нажатия кнопок с заданными номерами, сохранить результат в памяти. Номера анализируемых кнопок и их количество задаются преподавателем