Питер Абель. Ассемблер и программирование для IBM PC

АССЕМБЛЕР И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ДЛЯ IBM PC

ПИТЕР АБЕЛЬ

Технологический институт
Британская Колумбия

Содержание

Предисловие

Появление микропроцессоров в 60-х годах связано с разра боткой интегральных схем (ИС). Интегральные схемы объединяли в себе различные элэктронные компоненты в единый элемент на силиконовом "чипе". Разработчики установили этот крошечный чип в устройство, напоминающие сороконожку и включили его в функционирующие системы. В начале 70-х микрокомпьютеры на процессоре Intel 8008 возвестили о первом поколении микро процессоров.

К 1974 году появилось второе поколение микропроцессоров общего назначения Intel 8080. Данный успех побудил другие фирмы к производству этих или аналогичных процессоров.

В 1978 году фирма Intel выпустила процессор третьего поколения - Intel 8086, который обеспечивал некоторую совмес тимость с 8080 и являлся значительным продвижением вперед в данной области. Для поддержки более простых устройств и обес печения совместимости с устройствами ввода/вывода того времени Intel разработал разновидность процессора 8086 - процессор 8088, который в 1981 году был выбран фирмой iBM для ее персональных компьютеров.

Более развитой версией процессора 8088 является процессор 80188, а для процессора 8086 - процессоры 80186, 80286 и 80386, которые обеспечили дополнительные возможности и повы сили мощность вычислений. Микропроцессор 80286, установлен ный в компьютерах IBM AT появился в 1984 году. Все эти процессоры имеют отношение к развитой архитектуре процессо ров фирмы Intel и обозначаются как iAPX 86, iAPX 88, iAPX 86, iAPX286 и iAPX386, где APX - Intel Advanced Processor Architecture.

Распространение микрокомпьютеров послужило причиной пере смотра отношения к языку ассемблера по двум основным причи нам. Во-первых, программы, написанные на языке ассемблера, требуют значительно меньше памяти и времени выполнения. Во-вторых, знание языка ассемблера и результирующего машин ного кода дает понимание архитектуры машины, что вряд ли обеспечивается при работе на языке высокого уровня. Хотя большинство специалистов в области программного обеспечения ведут разработки на языках высокого уровня, таких как Паскаль или С, что проще при написании программ, наиболее мощное и эффективное программное обеспечение полностью или частично написано на языке ассемблера.

Языки высокого уровня были разработаны для того, чтобы избежать специальной технической особенности конкретных компьютеров. Язык ассемблера, в свою очередь, разработан для конкретной специфики компьютера или точнее для специфики процессора. Следовательно, для того, чтобы написать програм му на языке ассемблера для конкретного компьютера, следует знать его архитектуру и данная книга содержит весь необходи мый базовый материал. Для работы кроме этого материала и соответствующих знаний необходимы следующее:

ъ Доступ персональному компьютеру IBM PC или совместимому с ним с оперативной памятью - минимум 64К и одним дисководом. Лучше, но не обязательно, если будет дополнительная память и второй дисковод или винчестер.

ъ Знакомство с руководством по IBM PC.

ъ Дискета, содержащая транслятор с языка ассемблера, предпочтительно, но не обязательно, последней версии.

ъ Копию операционной системы PC-DOS или MS-DOS, лучше последней версии.

Следующее является не обязательным для данной темы:

ъ Опыт программирования. Хотя эти знания могут помочь быстрее освоить некоторые идеи программирования, они не обязательны.

ъ Хорошие знания в электронике или схемотехнике. Данная книга дает всю необходимую информацию об архитектуре PC, которая требуется для программирования на языке ассемблера.

Операционные системы

Назначение операционной системы - позволить пользователю управлять работой на компьютере: вызывать для выполнения конкретные программы, обеспечивать средства для сохранения данных (каталог), иметь доступ к информации на диске.

Основной операционной системой для PC и совместимых мо- делей является MS-DOS фирмы Microsoft, известная как PC-DOS для IBM PC. Особенности некоторых версий: 2.0 обеспечивает поддержку твердого диска (винчестера), 3.0 применяется в компьютерах AT, 4.0 обеспечивает работу в многопользователь ском режиме. Рассмотрение профессиональной операционной системы UNIX и ее аналога для PC XENIX выходит за рамки данной книги.

Подход к книге

Данная книга приследует две цели: она является учебником, а так же постоянным справочным пособием для работы. Чтобы наиболее эффективно восполнить затраты на микрокомпьютер и программное обеспечение, необходимо тщательно прорабатывать каждую главу и перечитывать материал, который не сразу ясен. Ключевые моменты находятся в примерах программ, их следует преобразовать в выполнимые модули и выполнить их. Прорабатывайте упражнения, приведенные в конце каждой главы.

Первые восемь глав составляют базовый материал для данной книги и для языка ассемблера. После этих глав можно продолжить с глав 9, 11, 12, 14, 15, 19, 20 или 21. Связанными являются главы с 8 по 10, 12 и 13, с 15 по 18, главы с 22 по 25 содержат справочный материал.

Когда вы завертшите работу с книгой, вы сможете:

- понимать хардвер персонального компьютера;
- понимать коды машинного языка и шестнадцатиричный формат;
- понимать назначение отдельных шагов при ассемблирова нии, компановке и выполнении;
- писать программы на языке ассемблера для управления экраном, арифметических действий, преобразования ASCII кодов в двоичные форматы, табличного поиска и сортиро вки, дисковых операций ввода/вывода;
- выполнять трассировку при выполнении программы, как средство отладки;
- писать собственные макрокоманды;
- компановать вместе отдельные программы.

Изучение языка ассемблера и создание работающих программ - это захватывающий процесс. Затраченное время и усилия несомненно будут вознаграждены.

Признательность автора

Автор благодарен за помощь и сотрудничество всем, кто внес предложения и просматривал рукопись.

Предисловие переводчика

Книга представляет собой учебник по программированию на языке Ассемблера для персональных компьютерах, совместимых с IBM PC, адресованный прежде всего начинающим. Обилие приме ров и исходных текстов программ представляет несомненное достоинство книги, позволяющее начинать практическое программирование уже с первых страниц книги. Профессиональ ные программисты смогут найти в книге много полезной информации. Стиль книги очень живой, простой, не требующий никакой специальной или математической подготовки. Единственное, что необходимо для работы над книгой, - это постоянный доступ к персональному компьютеру.

Переводчик в основном придерживался терминологии книг В.М.Брябрина "Программное обеспечение персональных ЭВМ" (1988), С.Писарева, Б.Шура "Программно-аппаратная организа ция компьютера IBM PC" (1987), В.Л.Григорьева "Программиро вание однокристальных микропроцессоров" (1987), а также А.Б.Борковского "Англо-русский словарь по программированию и информатике" (1987). Во многих случаях переводчик придерживался "профессионального диалекта" максимально щадящего технические термины в оригинале. Такой диалект принят во многих коллективах программистов-разработчиков, где чаще всего приходится работать с оригинальной документацией на английском языке, ввиду острейшего дефицита отечественной литературы по данной тематике.

Большинство примеров, приведенных в данной книге, проверены на компьютерах совместимых с IBM PC. При переводе без специальных оговорок исправлены мелкие неточности и опечатки оригинала.

Текст перевода сформирован и отредактирован в интегриро ванной системе Framework.

Автор перевода благодарен всем, кто оказал помощь при вводе рукописи на машинные носители. Особую признательность автор перевода выражает своей жене.

ГЛАВА 1. Введение в семейство персональных компьютеров IBM PC

Введение в семейство персональных компьютеров IBM PC
Цель: объяснить особенности технических средств микрокомпью тера и организации программного обеспечения.
ВВЕДЕНИЕ

Написание ассемблерных программ требует знаний организа ции всей системы компьютера. В основе компьютера лежат понятия бита и байта. Они являются тем средством, благодаря которым в компьютерной памяти представлены данные и команды.

Программа в машинном коде состоит из различных сигментов для определения данных, для машинных команд и для сигмента, названного стеком, для хранения адресов. Для выполнения ариф метических действий, пересылки данных и адресации компьютер имеет ряд регистров. Данная глава содержит весь необходимый материал по этим элэментам компьютера, так что вы сможете продвинутся к главе 2 к вашей первой программе на машинном языке.
БИТЫ И БАЙТЫ

Для выполнения программ компьютер временно записывает программу и данные в основную память. Это память, которую люди имеют в виду, когда утверждают, что их компьютер имеет, например, 512К памяти. Компьютер имеет также ряд регистров, которые он использует для временных вычислений.

Минимальной единицей информации в компьютере является бит. Бит может быть выключен, так что его значение есть нуль, или включен, тогда его значение равно единице. Единственный бит не может представить много информации в отличие от группы битов.

группа из девяти битов представляет собой байт; восемь битов которого содержат данные и один бит - контроль на чет ность. Восемь битов обеспечивают основу для двоичной арифметики и для представления символов, таких как буква A или символ *. Восемь битов дают 256 различных комбинаций включенных и выключенных состояний: от "все выключены" (00000000) до "все включены" (11111111). Например, сочетание включенных и выключенных битов для представления буквы A выглядит как 01000001, а для символа * - 00101010 (это можно не запоминать). Каждый байт в памяти компьютера имеет уникальный адрес, начиная с нуля.

Требование контроля на честность заключается в том, что количество включенных битов а байте всегда должно быть не четно. Контрольный бит для буквы A будет иметь значение еди- ница, а для символа * - ноль. Когда команда обращается к

байту в памяти, компьютер проверяет этот байт. Если число включенных битов является четным, система выдает сообщение об ошибке. Ошибка четности может явится результатом сбоя оборудования или случайным явлением, в любом случае, это бывает крайне редко.

Может появится вопрос, откуда компьютер "знает", что значения бит 01000001 представляют букву А. Когда на клавиа туре нажата клавиша А, система принимает сигнал от этой конкретной клавиши в байт памяти. Этот сигнал устанавливает биты в значения 01000001. Можно переслать этот байт в памяти и, если передать его на экран или принтер, то будет сгенерирована буква А.

По соглажению биты в байте пронумерованы от 0 до 7 справа налево, как это показано для буквы А:

Номера бит: 7 6 5 4 3 2 1 0
Значения бит: 0 1 0 0 0 0 0 1

Число 2 в десятой степени равно 1024, что составляет один килобайт и обозначается буквой К. Например, компьютер с памятью в 512К содержит 512 х 1024, т.е. 524288 байт.

Процессор в PC и в совместимых моделях использует 16- битовую архитектуру, поэтому он имеет доступ к 16-битовым значениям как в памяти, так и в регистрах. 16-битовое (двухбайтовое) поле называется словом. Биты в слове пронумерованы от 0 до 15 справа налево, как это показано для букв PC:

Номера бит: 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
Значения бит: 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1

ASCII КОД

Для целей стандартизации в микрокомпьютерах используется американский национальный стандартный код для обмена информа цией ASCII (American National Standard Code for Information Interchange). Читается как "аски" код (прим. переводчика). Именно по этой причине комбинация бит 01000001 обозначает букву А. Наличие стандартного кода облегчает обмен данными между различными устройствами компьютера. 8-битовый рассширенный ASCII-код, используемый в PC обеспечивает представление 256 символов, включая символы для нацио нальных алфавитов. В приложении 1 приведен список символов ASCII кода, а в главе 8 показано как вывести на экран боль шинство из 256 символов.

ДВОИЧНЫЕ ЧИСЛА

Так как компьютер может различить только нулевое и единич ное состояние бита, то он работает системе исчисления с базой 2 или в двоичной системе. Фактически бит унаследовал свое название от английского "BInary digiT" (двоичная цифра).

Сочетанием двоичных цифр (битов) можно представить любое значение. Значение двоичного числа определяется относитель ной позицией каждого бита и наличием единичных битов. Ниже показано восьмибитовое число содержащее все единичные биты:

Позиционные веса: 128 64 32 16 8 4 2 1
Включенные биты: 1 1 1 1 1 1 1 1

Самый правый бит имеет весовое значение 1, следующая цифра влево - 2, следующая - 4 и т.д. Общая сумма для восьми еди ничных битов в данном случае составит 1 + 2 + 4 + ... + 128, или 255 (2 в восьмой степени - 1).

Для двоичного числа 01000001 единичные биты представляют значения 1 и 64, т.е. 65. Но 01000001 представляет также букву A! Действительно, здесь момент, который необходимо четко уяснить. Биты 01000001 могут представлять как число 65, так и букву A:

- если программа определяет элемент данных для арифмети ческих целей, то 01000001 представляет двоичное число эквивалентное десятичному числу 65;

- если программа определяет элемент данных (один или бо лее смежных байт), имея в виду описательный характер, как, например, заголовок, тогда 01000001 представляет собой букву или "строку".

Пи програмировании это различие становится понятным, так как назначение каждого элемента данных определено.

Двоичное число неограничено только восьмью битами. Так как процессор 8088 использует 16-битовую архитектуру, он автоматически оперирует с 16-битовыми числами. 2 в степени 16 минус 1 дает значение 65535, а немного творческого программирования позволит обрабатывать числа до 32 бит (2 в степени 32 минус 1 равно 4294967295) и даже больше.

Двоичная арифметика

Микрокомпьютер выполняет арифметические действия только в двоичном формате. Поэтому программист на языке ассемблера должен быть знаком с двоичным форматом и двоичным сложением:

0 + 0 = 0
1 + 0 = 1
1 + 1 = 10
1 + 1 + 1 = 11

Обратное внимание на перенос единичного бита в последних двух операциях. Теперь, давайте сложим 01000001 и 00101010. Букву A и символ *? Нет, число 65 и число 42:

Двоичные Десятичные

01000001 65
00101010 42
01101011 107

Проверьте, что двоичная сумма 01101011 действительно равна 107. Рассмотрим другой пример:

Двоичные Десятичные

00111100 60
00110101 53
01110001 113

Отрицательные числа

Все представленные выше двоичные числа имеют положитель ные значения, что обозначается нулевым значением самого левого (старшего) разряда. Отрицательные двоичные числа содержат единичный бит в старшем разряде и выражаются двоич ным дополнением. Т.е., для представления отрицательного двоичного числа необходимо инвертировать все биты и прибавить 1. Рассмотрим пример:

Число 65: 01000001
Инверсия: 10111110
Плюс 1: 10111111 (равно -65)

Если прибавить единичные значения к числу 10111111, 65 не получится. Фактически двоичное число считается отрицатель ным, если его старший бит равен 1. Для определения абсолют ного значения отрицательного двоичного числа, необходимо повторить предыдущие операции: инвертировать все биты и прибавить 1:

Двоичное значение: 10111111
Инверсия: 01000000
Плюс 1: 01000001 (равно +65)

Сумма +65 и -65 должна составить ноль:

01000001 (+65)
10111111 (-65)
(1)00000000

Все восемь бит имеют нулевое значение. Перенос единичного бита влево потерян. Однако, если был перенос в знаковый разряд и из разрядной сетки, то результат является кор ректным.

Двоичное вычитание выполняется просто: инвентируется знак вычитаемого и складываются два числа. Вычтем, например, 42 из 65. Двоичное представление для 42 есть 00101010, и его двоичное дополнение: - 11010110:

65 01000001
+(-42) 11010110
23 (i)00010111

Результат 23 является корректным. В рассмотренном примере произошел перенос в знаковый разряд и из разрядной сетки.

Если справедливость двоичного дополнения не сразу понят на, рассмотрим следующие задачи: Какое значение необходимо прибавить к двоичному числу 00000001, чтобы получить число 00000000? В терминах десятичного исчисления ответом будет -1. Для двоичного рассмотрим 11111111:

00000001
11111111
Результат: (1)00000000

Игнорируя перенос (1), можно видеть, что двоичное число 11111111 эквивалентно десятичному -1 и соответственно:

0 00000000
-(+1) -00000001
-1 11111111

Можно видеть также каким образом двоичными числами пред ставлены уменьшающиеся числа:

+3 00000011
+2 00000010
+i 00000001
0 00000000
-1 11111111
-2 11111110
-3 11111101

Фактически нулевые биты в отрицательном двоичном числе определяют его величину: рассмотрите позиционные значения нулевых битов как если это были единичные биты, сложите эти значения и прибавте единицу.

Данный материал по двоичной арифметике и отрицательным числам будет особенно полезен при изучении глав 12 и 13.

ШЕСТНАДЦАТИРИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Представим, что необходимо просмотреть содержимое некото рых байт в памяти (это встретится в следующей главе). Требуется определить содержимое четырех последовательных байт (двух слов), которые имеют двоичные значения. Так как четыре байта включают в себя 32 бита, то специалисты разработали "стенографический" метод представления двоичных данных. По этому методу каждый байт делится пополам и каждые полбайта выражаются соответствующим значением. рассмотрим следующие четыре байта:

Двоичное: 0101 1001 0011 0101 1011 1001 1100 1110
Десятичное: 5 9 3 5 11 9 12 14

Так как здесь для некоторых чисел требуется две цифры, расширим систему счисления так, чтобы 10=A, 11=B, 12=C, 13=D, 14=E, 15=F. таким образом получим более сокращенную форму, которая представляет содержимое вышеуказанных байт:

59 35 B9 CE

Такая система счисления включает "цифры" от 0 до F, и так как таких цифр 16, она называется шестнадцатиричным представ лением. В таблице 1.1 приведены двоичные, десятичные и шестнадцатиричные значения чисел от 0 до 15.

Шестнадцатиричный формат нашел большое применение в языке ассемблера. В листингах ассемблирования программ в шестнад- цатеричном формате показаны все адреса, машинные коды команд и содержимое констант. Также для отладки при использовании программы DOS DEBUG адреса и содержимое байтоа выдается в шестнадцатиричном формате.

Если немного поработать с шестнадцатиричным форматом, то можно быстро привыкнуть к нему. рассмотрим несколько про- стых примеров шестнадцатиричной арифметики. Следует помнить, что после шестнадцатиричного числа F следует шестнадцатирич ное 10, что равно десятичному числу 16.

6 5 F F 10 FF
4 8 1 F 10 1
A D 10 1E 20 100

Таблица 1.1. Двоичное, десятичное и шестнадцатиричное
представления.

Заметьте также, что шест.20 эквивалентно десятичному 32, шест.100 - десятичному 256 и шест.100 - десятичному 4096.

В данной книге шестнадцатиричные числа записываются, например, как шест.4B, двоичные числа как дв.01001011, и десятичные числа, как 75 (отсутствие какого-либо описания предполагает десятичное число). Исключения возможны, когда база числа очевидна из контекса. Для индикации шест. числа в ассемблерной программе непосредственно после числа

ставится символ "H", например, 25H (десятичное значение 37). Шест. число всегда начинается с десятичной цифры 0-9, таким образом, B8H записывается как 0B8H.

В приложении 2 показано как преобразовывать шестнадцати ричные значения в десятичные и обратно. Теперь рассмотрим некоторые характеристики процессора PC, которые необходимо понять для перехода к главе 2.

СЕГМЕНТЫ

Сегментом называется область, которая начинается на гра- нице параграфа, т.е. по любому адресу, который делится на 16 без остатка. Хотя сегмент может располагаться в любом месте памяти и иметь размер до 64 Кбайт, он требует столько памяти, сколько необходимо для выполнения программы. Имеется три главных сегмента:

1. Сегмент кодов. Сегмент кодов содержит машинные команды, которые будут выполняться. Обычно первая выполняемая команда находится в начале этого сегмента и операцион ная система передает управление по адресу данного сег мента для выполнения программы. Регистр сегмента кодов (CS) адресует данный сегмент.
2. Сегмент данных. Сегмент данных содержит определенные данные, константы и рабочие области, необходимые программе. Регистр сегмента данных (DS) адресует данный сегмент.
3. Сегмент стека. Стек содержит адреса возврата как для программы для возврата в операционную систему, так и для вызовов подпрограмм для возврата в главную програм му. Регистр сегмента стека (SS) адресует данный сегмент.

Еще один сегментный регистр, регистр дополнительного сегмента (ES), предназначен для специального использования. На рис.1.2 графически представлены регистры SS, DS и CS. Последовательность регистров и сегментов на практике может быть иной. Три сегментных регистра содержат начальные адреса соответствующих сегментов и каждый сегмент начинается на границе параграфа.

Внутри программы все адреса памяти относительны к началу сегмента. Такие адреса называются смещением от начала сегмента. Двухбайтовое смещение (16-бит) может быть в пределах от шест. 0000 до шест. FFFF или от 0 до 65535. Для обращения к любому адресу в программе, компьютер складывает адрес в регистре сегмента и смещение. Например, первый байт в сегменте кодов имеет смещение 0, второй байт - 01 и так далее до смещения 65535.

В качестве примера адресации, допустим, что регистр сегмента данных содержит шест. 045F и некоторая команда обращается к ячейке памяти внутри сегмента данных со смещением 0032. Несмотря на то, что регистр сегмента данных содержит 045F, он указывает на адрес 045F0, т.е. на границе параграфа. Действительный адрес памяти поэтому будет следующий:

Адрес в DS: 045F0
Смещение: 0032
Реальный адрес: 04622

Каким образом процессоры 8086/8088 адресуют память в один миллион байт? В регистре содержится 16 бит. Так как адрес сегмента всегда на границе параграфа, младшие четыре бита адреса равны нулю. Шест. FFF0 позволяет адресовать до 65520 (плюс смещение) байт. Но специалисты решили, что нет смысла иметь место для битов, которые всегда равны нулю. Поэтому адрес хранится в сегментном регистре как шест. nnnn, а компьютер полагает, что имеются еще четыре нулевых младших бита (одна шест. цифра), т.е. шест. nnnn0. Таким образом, шест. FFFF0 позволяет адресовать до 1048560 байт. Если вы сомневаетесь, то декодируйте каждое шест. F как двоичное 1111, учтите нулевые биты и сложите значения для единичных бит.

Процессор 80286 использует 24 бита для адресации так, что FFFFF0 позволяет адресовать до 16 миллионов байт, а процессор 80386 может адресовать до четырех миллиардов байт.

РЕГИСТРЫ

Процессоры 8086/8088 имеют 14 регистров, используемых для управления выполняющейся программой, для адресации памяти и для обеспечения арифметических вычислений. Каждый регистр имеет длину в одно слово (16 бит) и адресуется по имени. Биты регистра принято нумеровать слева направо:

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

Процессоры 80286 и 80386 имеют ряд дополнительных регист ров, некоторые из них 16-битовые. Эти регистры здесь не рассматриваются.

Сегментные регистры CS, DS, SS и ES

Каждый сегментный регистр обеспечивает адресацию 64К памяти, которая называется текущим сегментом. Как показано ранее, сегмент выравнен на границу параграфа и его адрес в сегментном регистре предполагает наличие справа четырех нулевых битов.

1. Регистр CS. Регистр сегмента кода содержит начальный
адрес сегмента кода. Этот адрес плюс величина смещения в
командном указателе (IP) определяет адрес команды,
которая должна быть выбрана для выполнения. Для обычных
программ нет необходимости делать ссылки на регистр CS. 2. Регистр DS. Регистр сегмента данных содержит начальный
адрес сегмента данных. Этот адрес плюс величина смещения,
определенная в команде, указывают на конкретную ячейку
в сегменте данных. 3. Регистр SS. Регистр сегмента стека содержит начальный
адрес в сегменте стека. 4. Регистр ES. Некоторые операции над строками используют
дополнительный сегментный регистр для управления адреса
цией памяти. В данном контексте регистр ES связан с ин
дексным регистром DI. Если необходимо использовать ре
гистр ES, ассемблерная программа должна его инициализиро
вать.

Регистры общего назначения: AX, BX, CX и DX

При программировании на ассемблере регистры общего назначения являются "рабочими лошадками". Особенность этих регистров состоит в том, что возможна адресация их как одного целого слова или как однобайтовой части. Левый байт является старшей частью (high), а правый - младшей частью (low). Например, двухбайтовый регистр CX состоит из двух однобайтовых: CH и CL, и ссылки на регистр возможны по любому из этих трех имен. Следующие три ассемблерные команды засылают нули в регистры CX, CH и CL, соответственно:

```
MOV CX,00
MOV CH,00
MOV CL,00
```

1. Регистр AX. Регистр AX является основным сумматором и
применяется для всех операций ввода-вывода, некоторых
операций над строками и некоторых арифметических опера
ций. Например, команды умножения, деления и сдвига
предполагают использование регистра AX. Некоторые команды
генерируют более эффективный код, если они имеют ссылки
на регистр AX.

AX: | AH | AL |

2. Регистр BX. Регистр BX является базовым регистром. Это
единственный регистр общего назначения, который может
использоваться в качестве "индекса" для расширенной адре
сации. Другое общее применение его - вычисления.

BX: | BH | BL |

3. Регистр CX. Регистр CX является счетчиком. Он необходим для управления числом повторений циклов и для операций сдвига влево или вправо. Регистр CX используется также для вычислений.

   CX: | CH | CL |
4. Регистр DX. Регистр DX является регистром данных. Он применяется для некоторых операций ввода/вывода и тех операций умножения и деления над большими числами, кото рые используют регистровую пару DX и AX.

   DX: | DH | DL |

Любые регистры общего назначения могут использоваться для сложения и вычитания как 8-ми, так и 16-ти битовых значений.

Регистровые указатели: SP и BP

Регистровые указатели SP и BP обеспечивают системе доступ к данным в сегменте стека. Реже они используются для операций сложения и вычитания.
1. Регистр SP. Указатель стека обеспечивает использование стека в памяти, позволяет временно хранить адреса и иног да данные. Этот регистр связан с регистром SS для адреса ции стека.
2. Регистр BP. Указатель базы облегчает доступ к параметрам: данным и адресам переданным через стек.

Индексные регистры: SI и DI

Оба индексных регистра возможны для расширенной адресации и для использования в операциях сложения и вычитания.
1. Регистр SI. Этот регистр является индексом источника и применяется для некоторых операций над строками. В данном контексте регистр SI связан с регистром DS.
2. Регистр DI. Этот регистр является индексом назначения и применяется также для строковых операций. В данном контексте регистр DI связан с регистром ES.

Регистр командного указателя: IP

Регистр IP содержит смещение на команду, которая должна быть выполнена. Обычно этот регистр в программе не использу ется, но он может изменять свое значение при использовании отладчика DOS DEBUG для тестирования программы.

Флаговый регистр

Девять из 16 битов флагового регистра являются активными и определяют текущее состояние машины и результатов выполне ния. Многие арифметические команды и команды сравнения изменяют состояние флагов. Назначение флаговых битов:

Флаг Назначение
O (Переполнение) Указывает на переполнение старшего
бита при арифметических командах. D (Направление) Обозначает левое или правое направ
ление пересылки или сравнения
строковых данных (данных в памяти
превышающих длину одного слова). I (Прерывание) Указывает на возможность внешних прерываний. T (Пошаговый режим) Обеспечивает возможность работы
процессора в пошаговом режиме. На
пример, программа DOS DEBUG уста
навливает данный флаг так, что воз
можно пошаговое выполнение каждой
команды для проверки изменения
содержимого регистров и памяти. S (Знак) Содержит результирующий знак после арифметических операций (0 - плюс,
1 - минус). Z (Ноль) Показывает результат арифметичес
ких операций и операций сравнения
(0 - ненулевой, 1 - нулевой
результат). A (Внешний перенос) Содержит перенос из 3-го бита для
8-битных данных, используется для
специальных арифметических
операций. P (Контроль четности) Показывает четность младших
8-битовых данных (1 - четное и 0 -
нечетное число). C (Перенос) Содержит перенос из старшего бита,
после арифметических операций, а
также последний бит при сдвигах
или циклических сдвигах.

При программировании на ассемблере наиболее часто исполь зуются флаги O, S, Z, и C для арифметических операций и операций сравнения, а флаг D для обозначения направления в операциях над строками. В последующих главах содержится более подробная информация о флаговом регистре.

АРХИТЕКТУРА PC

Основными элементами аппаратных средств компьютера являют ся: системный блок, клавиатура, устройство отображения, дисководы, печатающее устройство (принтер) и различные

средства для асинхронной коммуникации и управления игровыми программами. Системный блок состоит из системной платы, блока питания и ячейки раширения для дополнительных плат. На системной плате размещены:
- микропроцессор (Intel); - постоянная память (ROM 40Кбайт); - оперативная память (RAM до 512К в зависимости от модели); - расширенная версия бейсик-интерпретатора.

Ячейки расширения обеспечивают подключение устройств отображения, дисководов для гибких дисков (дискет), каналов телекоммуникаций, дополнительной памяти и игровых устройств.

Клавиатура содержит собственный микропроцессор, который обеспечивает тестирование при включении памяти, сканирование клавиатуры, подавление "дребезга" клавишей и буферизацию до 20 символов.

"Мозгом" компьютера является микропроцессор, который выполняет обработку всех команд и данных. Процессор 8088 использует 16-битовые регистры, которые могут обрабатывать два байта одновременно. Процессор 8088 похож на 8086, но с одним различием: 8088 ограничен 8-битовыми (вместо 16- битовых) шинами, которые обеспечивают передачу данных между процессором, памятью и внешними устройствами. Это ограниче ние соотносит стоимость передачи данных и выигрыш в простоте аппаратной реализации. Процессоры 80286 и 80386 являются расширенными версиями процессора 8086.

Как показано на рис. 1.3 процессор разделен на две части: операционное устройство (ОУ) и шинный интерфейс (ШИ). Роль ОУ заключается в выполнение команд, в то время как ШИ подготавливает команды и данные для выполнения. Операционное устройство содержит арифметико-логическое устройство (АЛУ), устройство управления (УУ) и десять регистров. Эти устрой ства обеспечивают выполнение команд, арифметические вычисле ния и логические операции (сравнение на больше, меньше или равно).

Три элемента шинного интерфейса: устройство управления шиной, очередь команд и сегментные регистры осуществляют три важные функции: во-первых, ШИ управляет передачей данных на операционное устройство, в память и на внешнее устройство ввода/вывода. Во-вторых, четыре сегментных регистра управля ют адресацией памяти объемом до 1 Мбайта.

Третья функция ШИ это выборка команд. Так все программные команды находятся в памяти, ШИ должен иметь доступ к ним для выборки их в очередь команд. Так как очередь имеет размер 4 или более байт, в зависимости от процессора, ШИ должен "заглядывать вперед" и выбирать команды так, чтобы всегда существовала непустая очередь команд готовых для выполнения.

Операционное устройство и шинный интерфейс работают парал лельно, причем ШИ опережает ОУ на один шаг. Операционное устройство сообщает шинному интерфейсу о необходимости доступа к данным в памяти или на устройство ввода/вывода. Кроме того ОУ запрашивает машинные команды из очереди

команд. Пока ОУ занято выполнением первой в очереди команды, ШИ выбирает следующую команду из памяти. Эта выборка происходит во время выполнения, что повышает скорость обработки.

Память

Обычно микрокомпьютер имеет два типа внутренней памяти. первый тип это постоянная память (ПЗУ) или ROM (read-only memory). ROM представляет собой специальную микросхему, из которой (как это следует из названия) возможно только чте ние. Поскольку данные в ROM специальным образом "прожигают ся" они не могут быть модифицированы.

Основным назначением ROM является поддержка процедур начальной загрузки: при включении питания компьютера ROM выполняет различные проверки и загружает в оперативную память (RAM) данные из системной дискеты (например, DOS). Для целей программирования наиболее важным элементом ROM является BIOS (Basic Input/Output System) базовая система ввода/вывода, которая рассматривается в следующих главах. (Basic - здесь обычное слово, а не язык программирования). ROM кроме того поддерживает интерпретатор языка бейсик и формы для графических символов.

Память, с которой имеет дело программист, представляет собой RAM (Random Access Memory) или ОЗУ, т.е. оперативная памяти, доступная как для чтения, так и для записи. RAM можно рассматривать как рабочую область для временного хранения программ и данных на время выполнения.

Так как содержимое RAM теряется при отключении питания компьютера, необходима внешняя память для сохранения программ и данных. Если установлена дискета с операционной системой или имеется жесткий диск типа винчестер, то при включении питания ROM загружает программы DOS в RAM. (Загружается только основная часть DOS, а не полный набор программ DOS). Затем необходимо ответить на приглашение DOS для установки даты и можно вводить запросы DOS для выполнения конкретных действий. Одним из таких действий может быть загрузка программ с диска в RAM. Поскольку DOS не занимает всю память, то в ней имеется (обычно) место для пользовательских программ. Пользовательская программа выполняется в RAM и обычно осуществляет вывод на экран, принтер или диск. По окончании можно загрузить другую программу в RAM. Ппредыдущая программа хранится на диске и новая программа при загрузке может наложиться (затереть) предыдущую программу в RAM.

Выделение памяти. Так как любой сегмент имеет объем до 64К и имеется четыре типа сегментов, то это предполагает общее количество доступной RAM памяти: 4 x 64К = 256К. Но возможно любое количество сегментов. Для того, чтобы адресо вать другой сегмент, необходимо всего лишь изменить адрес сегментного регистра.

RAM включает в себя первые три четверти памяти, а ROM - последнюю четверть. В соответствии с картой физической памяти микрокомпьютера, приведенной на рис. 1.4, первые 256К RAM памяти находятся на системной плате. Так как одна область в RAM зарезервирована для видеобуфера, то имеется 640К доступных для использования программистом, по крайней мере в текущих версиях DOS. ROM начинается по адресу 768К и обеспечивает поддержку операций ввода/вывода на такие устройства как контролер жесткого диска. ROM, начинающийся по адресу 960К управляет базовыми функциями компьютера, такими как тест при включении питания, точечные образы графических символов и автозагрузчик с дискет.

Все дальнейшие упоминания RAM используют общий термин - память.

Адресация. Все ячейки памяти пронумерованы последователь но от 00 - минимального адреса памяти. Процессор обеспечива ет доступ к байтам или словам в памяти. Рассмотрим десятич ное число 1025. Для записи в память шест. представления этого числа - 0401 требуется два байта или одно слово. Оно состоит из старшей части - 04 и младшей части - 01. Система хранит в памяти байты слова в обратной последовательности: младшая часть по меньшему адресу, а старшая - по большему адресу. Предположим, что процессор записал шест. 0401 из регистра в ячейки памяти 5612 и 5613, следующим образом:

```
|01|04|
| |
ячейка 5612, ячейка 5613
младший байт старший байт
```

Процессор полагает, что байты числовых данных в памяти представлены в обратной последовательности и обрабатывает их соответственно. Несмотря на то, что это свойство полностью автоматизировано, следует всегда помнить об этом факте при программировании и отладке ассемблерных программ.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

- Единицей памяти является байт, состоящий из восьми информационных и одного контрольного битов. Два смежных байта образуют слово. - Сердцем компьютера является микропроцессор, который имеет доступ к байтам или словам в памяти. - ASCII код есть формат представлением символьных данных. - Компьютер способен различать биты, имеющие разное значение: 0 или 1, и выполнять арифметические операции только в двоичном формате. - Значение двоичного числа определено расположением единичных битов. Так, двоичное 1111 равно 2**3 + 2**2 + 2**1 + 2**0, или 15.

- Отрицательные числа представляются двоичным дополнением:
обратные значения бит положительного представления числа
+1. - Сокращенная запись групп из четыре битов представляет
собой шестнадцатиричный формат. Шест. цифры 0-9 и A-F
представляют двоичные числа от 0000 до 1111. - Программы состоят из сегментов:
сегмент стека для хране
ния адресов возврата, сегмент данных для определения
данных и рабочих областей и сегмент кода для выполняемых
команд. Все адреса в программе представлены как относи
тельные смещения от начала сегмента. - Регистры управляют выполнением команд,
адресацией, арифме
тическими операциями и состоянием выполнения. - ROM (ПЗУ) и RAM (ОЗУ)
представляют собой два типа внутрен
ней памяти. - Процессор хранит двухбайтовые числовые данные (слова) в
памяти в обратной последовательности.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1.1. Напишите битовые представления ASCII кодов для следую
щих однобитовых символов. (Используйте приложение 1 в
качестве справочника): а) P, б) p, в) #, г) 5. 1.2. Напишите битовые представления для
следующих чисел: а)
5, б) 13, в) 21, г) 27. 1.3. Сложите следующие двоичные:

а) 00010101 б) 00111110 в) 00011111
00001101 00101001 00000001

1.4. Определите двоичные дополнения для следующих двоичных
чисел: а) 00010011, б) 00111100, в) 00111001. 1.5. Определите положительные значения
для следующих отрица
тельных двоичных чисел: а) 11001000, б) 10111101, в)
10000000. 1.6. Определите шест. представления для а) ASCII символа Q,
б) ASCII числа 7, в) двоичного числа 01011101, г)
двоичного 01110111. 1.7. Сложите следующие шест. числа:

а) 23A6 б) 51FD в) 7779 г) EABE
0022 3 887 26C4

1.8. Определите шест. представления для следующих десятич
ных чисел. Метод преобразования приведен в приложении
2. Проверте также полученные результаты, преобразовав
шест. значения в двоичные и сложив единичные биты. а)
19, б) 33, в) 89, г) 255, д) 4095, е) 63398. 1.9. Что представляют собой три типа сегментов,
каковы их
максимальные размеры и адреса, с которых они начинают
ся.

1.10. Какие регистры можно использовать для следующих целей:
а) сложение и вычитание, б) подсчет числа циклов, в)
умножение и деление, г) адресация сегментов, д) инди
кация нулевого результата, е) адресация выполняемой
команды? 1.11. Что представляют собой два основных типа памяти компью
тера и каково их основное назначение?

ГЛАВА 2. Выполнение программ

Выполнение программ
Цель: Представить машинный язык, ввод команд в память и выполнение программ.
ВВЕДЕНИЕ

Основой данной главы является использование DOS програм- мы с именем DEBUG, которая позволяет просматривать память, вводить программы и осуществлять трассировку их выполнения. В главе показан процесс ввода этих программ непосредственно в память в область сегмента кодов и объяснен каждый шаг выполнения программы.

Начальные упражнения научат проверять содержимое конкрет ных ячеек памяти. В первом примере программы используются непосредственные данные определенные в командах загрузки регистров и арифметических командах. Второй пример программы использует данные, определенные отдельно в сегменте данных. Трассировка этих команд в процессе выполнения программы позволяет понять действия компьютера и роль регистров.

Для начала не требуется предварительных знаний языка ассемблера и даже программирования. Все что необходимо - это IBM PC или совместимый микрокомпьютер и диск с операционной системой DOS.
НАЧАЛО РАБОТЫ

Прежде всего необходимо вставить дискету с DOS в левый дисковод A. Если питание выключено, то его надо включить; если питание уже включено, нажмите вместе и задержите клавиши Ctrl и Alt и нажмите клавишу Del.

Когда рабочая часть DOS будет загружена в память, на экране появится запрос для ввода даты и времени, а затем буква текущего дисковода, обычно A для дискеты и C для вин честера (твердого диска). Изменить текущий дисковод можно, нажав соответствующую букву, двоеточие и клавишу Return. Это обычная процедура загрузки, которую следует использовать всякий раз для упражнений из этой книги.
ПРОСМОТР ЯЧЕЕК ПАМЯТИ

В этом первом упражнении для просмотра содержимого ячеек памяти используется программа DOS DEBUG . Для запуска этой пограммы введите DEBUG и нажмите Return, в результате программа DEBUG должна загрузится с диска в память. После окончания загрузки на экране появится приглашение в виде

дефиса, что свидетельствует о готовности программы DEBUG для приема команд. Единственная команда, которая имеет отношение к данному упражнению, это D - для дампа памяти.

1. Размер памяти. Сначала проверим размер доступной для работы памяти. В зависимости от модели компьютера это значение связано с установкой внутренних переключателей и может быть меньше, чем реально существует. Данное значение находится в ячейках памяти шест.413 и 414 и его можно просмотреть из DEBUG по адресу, состоящему из двух частей:

   ъ 400 - это адрес сегмента, который записывается как 40 (последний нуль подразумевается) и
   ъ 13 - это смещение от начала сегмента. Таким образом, можно ввести следующий запрос:

   D 40:13 (и нажать Return)

   Первые два байта, появившиеся в результате на экране, содержат размер памяти в килобайтах и в шестнадцатерич ном представлении, причем байты располагаются в обрат ной последовательности. Несколько следующих примеров показывают шест. обратное, шест. нормальное и десятичные представления.

   Шест.обратн. Шест. норм. Десятичн. (К)

   8000 0080 128
   0001 0100 256
   8001 0180 384
   0002 0200 512
   8002 0280 640
2. Серийный номер. Серийный номер компьютера "зашит" в ROM по адресу шест. FE000. Чтобы увидеть его, следует ввести:

   D FE00:0 (и нажать Return)

   В результате на экране появится семизначный номер компьютера и дата копирайт.
3. Дата ROM BIOS. Дата ROM BIOS в формате mm/dd/yy находит ся по шест. адресу FFFF5. Введите

   D FFFF:05 (и нажмите Return)

   знание этой информации (даты) иногда бывает полезным для определения модели и возраста компьютера.

Теперь, поскольку вы знаете, как пользоваться командой D (Display), можно устанавливать адрес любой ячейки памяти для просмотра содержимого. Можно также пролистывать память, периодически нажимая клавишу D, - DEBUG выведет на экран адреса, следующие за последней командой.

Для окончания работы и выхода из отладчика в DOS введите команду Q (Quit). Рассмотрим теперь использование отладчика DEBUG для непосредственного ввода программ в память и трассировки их выполнения.

ПРИМЕР МАШИННЫХ КОДОВ: НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ ДАННЫЕ

Цель данного примера - проиллюстрировать простую програм му на машинном языке, ее представление в памяти и результаты ее выполнения. Программа показана в шестнадцатиричном формате:

Команда Назначение

B82301 Переслать шест.значение 0123 в AX.
052500 Прибавить шест.значение 0025 к AX.
8BD8 Переслать содержимое AX в BX.
03D8 Прибавить содержимое AX к BX.
8BCB Переслать содержимое BX в CX.
2BC8 Вычесть содержимое AX из AX (очистка AX).
90 Нет операции.
CB Возврат в DOS.

Можно заметить, что машинные команды имеют различную длину: один, два или три байта. Машинные команды находятся в памяти непосредственно друг за другом. Выполнение программы начинается с первой команды и далее последовательно выпол няются остальные. Не следует, однако, в данный момент искать большой смысл в приведенном машинном коде. Например, в одном случае MOV - шест. B8, а в другом - шест. 8B.

Можно ввести эту программу непосредственно в память машины и выполнить ее покомандно. В тоже время можно просматривать содержимое регистров после выполнения каждой команды. Начнем данное упражнение так же как делалось предыдущее - ввод команды отладчика DEBUG и нажатие клавиши Return. После загрузки DEBUG на экране высвечивается приглашение к вводу команд в виде дефиса. Для печати данного упражнения включите принтер и нажмите Ctrl и PrtSc одновременно.

Для непосредственного ввода программы на машинном языке введите следующую команду, включая пробелы:

E CS:100 B8 23 01 05 25 00 (нажмите Return)

Команда E обозначает Enter (ввод). CS:100 определяет адрес памяти, куда будут вводиться команды, - шест. 100 (256) байт от начала сегмента кодов. (Обычный стартовый

адрес для машинных кодов в отладчике DEBUG). Ккоманда E записывает каждую пару шестнадцатиричных цифр в память в виде байта, начиная с адреса CS:100 до адреса CS:105.

Следующая команда Enter:

E CS:106 8B D8 03 D8 8B CB (Return)

вводит шесть байтов в ячейки, начиная с адреса CS:106 и далее в 107, 108, 109, 10A и 10B. Последняя команда Enter:

E CS:10C 2B C8 2B C0 90 CB (Return)

вводит шесть байтов, начиная с CS:10C в 10D, 10E, 10F, 110 и 111. Проверьте правильность ввода значений. Если есть ошибки, то следует повторить команды, которые были введены неправильно.

Теперь осталось самое простое - выполнить эти команды. На рис. 2-1 показаны все шаги, включая команды E. На вашем экране должны быть аналогичные результаты после ввода каждой команды отладчика.

Введите команду R для просмотра содержимого регистров и флагов. В данный момент отладчик покажет содержимое регистров в шест. формате, например,

AX=0000, BX=0000, ...

В зависимости от версии DOS содержимое регистров на экране может отличаться от показанного на рис. 2.1. Содержи мое регистра IP (указатель команд) выводится в виде IP=0100, показывая что выполняемая команда находится на смещении 100 байт от начала сегмента кодов. (Вот почему использовалась команда E CS:100 для установки начала программы.)

Регистр флагов на рис. 2.1 показывает следующие значения флагов:

NV UP DI PL NZ NA PO NC

Рис. 2.1. Трассировка машинных команд.

Данные значения соответствуют: нет переполнения, правое направление, прерывания запрещены, знак плюс, не ноль, нет внешнего переноса, контроль на честность и нет переноса. В данный момент значение флагов не существенно.

Команда R показывает также по смешению 0100 первую выпол няемую машинную команду. Регистр CS на рис. 2.1 содержит значение CS=13C6 (на разных компьютерах оно может различаться), а машинная команда выглядит следующим образом:

13C6:0100 B82301 MOV AX,0123

ъ CS=13C6 обозначает, что начало сегментов кода находится
по смещению 13C6 или точнее 13C60. Значение 13C6:0100
обозначает 100 (шест.) байтов от начального адреса 13C6
в регистре CS. ъ B82301 - машинная команда, введенная по адресу CS:100. ъ MOV AX,0123 - ассемблерный мнемонический код,
соответствующий введеной машинной команде. Это есть
результат операции дисассемблирования, которую обеспе
чивает отладчик для более простого понимания машинных
команд. В последующих главах мы будем кодировать про
граммы исключительно в командах ассемблера. Рассматри
ваемая в данном слечае команда обозначает пересылку
непосредственного значения в регистр AX.

В данный момент команда MOV еще не выполнена. Для ее выполнения нажмите клавишу T (для трассировки) и клавишу Return. В результате команда MOV будет выполнена и отладчик выдаст на экран содержимое регистров, флаги, а также следующую на очереди команду. Заметим, что регистр AX теперь содержит 0123. Машинная команда пересылки в регистр AX имеет код B8 и за этим кодом следует непосредственные данные 2301. В ходе выполнения команда B8 пересылает значение 23 в младшую часть регистра AX, т.е однобайтовый регистр AL, а значение 01 - в старшую часть регистра AX, т.е в регистр AH:

AX: |01|23|

Содержимое регистра IP:0103 показывает адрес следующей выполняемой команды в сегменте кодов:

13C6:0103 052500 ADD AX,0025

Для выполнения данной команды снова введите T. Команда прибавит 25 к младшей (AL) части регистра AX и 00 к старшей (AH) части регистра AX, т.е прибавит 0025 к регистру AX. Теперь регистр AX содержит 0148, а регистр IP 0106 - адрес следующей команды для выполнения.

Введите снова команду T. Следующая машинная команда пересылает содержимое регистра AX в регистр BX и после ее выполнения в регистре BX будет содержаться значение 0148. Регистр AX сохраняет прежнее значение 0148, поскольку команда MOV только копирует данные из одного места в другое.

Теперь вводите команду T для пошагового выполнения каждой оставшейся в программе команды. Следующая команда прибавит содержимое регистра AX к содержимому регистра BX, в последнем получим 0290. Затем программа скопирует содержимое регистра BX в CX, вычтет AX из CX, и вычтет AX из него самого. После этой последней команды, флаг нуля изменит свое состояние с NZ (ненуль) на ZR (нуль), так как результатом этой команды является нуль (вычитание AX из самого себя очищает этот регистр в 0).

Можно ввести T для выполнения последних команд NOP и RET, но это мы сделаем позже. Для просмотра программы в машинных кодах в сегменте кодов введите D для дампа:

D CS:100

В результате отладчик выдаст на каждую строку экрана по 16 байт данных в шест. представлении (32 шест. цифры) и в символьном представлении в коде ASCII (один символ на каждую пару шест. цифр). Представление машинного кода в символах ASCII не имеет смысла и может быть игнорировано. В следующих разделах будет рассмотрен символьный дамп более подробно.

Первая строка дампа начинается с 00 и представляет содержимое ячеек от CS:100 до CS:10F. Вторая строка представляет содержимое ячеек от CS:110 до CS:11F. Несмотря на то, что ваша программа заканчивается по адресу CS:111, команда Dump автоматически выдаст на восьми строках экрана дамп с адреса CS:100 до адреса CS:170.

При необходимости повторить выполнение этих команд сбросьте содержимое регистра IP и повторите трассировку снова. Введите R IP, введите 100, а затем необходимое число команд T. После каждой команды нажимайте клавишу Return.

На рис.2.2 показан результат выполнения командыD CS:100. Обратите внимание на машинный код с CS:100 до 111 и вы обнаружите дамп вашей программы; следующие байты могут содержать любые данные.

Рис. 2.2. Дамп кодового сегмента.

Для завершения работы с программой DEBUG введите Q (Quit - выход). В результате произойдет возврат в DOS и на экране появится приглашение A> или C>. Если печатался протокол работы с отладчиком, то для прекращения печати снова нажмите Ctrl/PrtSc.

ПРИМЕР МАШИННЫХ КОДОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ

В предыдущем примере использовались непосредственные данные, описанные непосредственно в первых двух командах (MOV и ADD). Теперь рассмотрим аналогичный пример, в котором значения 0123 и 0025 определены в двух полях сигмента данных. Данный пример позволяет понять как компьютер обеспечивает доступ к данным посредством регистра DS и адресного смещения.

В настоящем примере определены области данных, содержащие соответственно следующие значения:

Адрес в DS Шест.знач. Номера байтов

0000 2301 0 и 1

0002 2500 2 и 3
0004 0000 4 и 5
0006 2A2A2A 6, 7 и 8

Вспомним, что шест. символ занимает половину байта, таким образом, например, 23 находится в байте 0 (в первом байте) сегмента данных, 01 - в байте 1 (т.е. во втором байте).

Ниже показаны команды машинного языка, которые обрабатыва ют эти данные:

Команда Назначение

A10000 Переслать слово (два байта), начинающее ся в DS по адресу 0000, в регистр AX.

03060200 Прибавить содержимое слова (двух байт), начинающегося в DS по адресу 0002, к регистру AX.

A30400 Переслать содержимое регистра AX в слово, начинающееся в DS по адресу 0004.

CB Вернуться в DOS.

Обратите внимание, что здесь имеются две команды MOV с различными машинными кодами: A1 и A3. Фактически машинный код зависит от регистров, на которые имеется ссылка, коли чества байтов (байт или слово), направления передачи данных (из регистра или в регистр) и от ссылки на непосредственные данные или на память.

Воспользуемся опять отладчиком DEBUG для ввода данной программы и анализа ее выполнения. Когда отладчик выдал свое дефисное приглашение, он готов к приему команд.

Сначала введите команды E (Enter) для сегмента данных:

E DS:00 23 01 25 00 00 00 (Нажмите Return)
E DS:06 2A 2A 2A (Нажмите Return)

Первая команда записывает три слова (шесть байтов) в начало сегмента данных, DS:00. Заметьте, что каждое слово вводилось в обратной последовательности, так что 0123 есть 2301, а 0025 есть 2500. Когда команда MOV будет обращаться к этим словам, нормальная последовательность будет восстанов лена и 2301 станет 0123, а 2500 - 0025.

Вторая команда записывает три звездочки (***) для того, чтобы их можно было видеть впоследствии по команде D (Dump) - другого назначения эти звездочки не имеют.

Введем теперь команды в сегмент кодов, опять начиная с адреса CS:100:

E CS:100 A1 00 00 03 06 02 00
E CS:107 A3 04 00 CB

Теперь команды находятся в ячейках памяти от CS:100 до CS:10A. Эти команды можно выполнить как это делалось ранее. На рис. 2.3 показаны все шаги, включая команды E. На экране дисплея должны появиться такие же результаты, хотя адреса CS и DS могут различаться. Для пересмотра информации в сегменте данных и в сегменте кодов введите команды D (Dump) соответственно:

для сегмента данных: D DS:000 (Return)
для сегмента кодов: D CS:100 (Return)

Сравните содержимое обоих сегментов с тем, что вводилось и с изображенным на рис. 2.3. Содержимое памяти от DS:00 до DS:08 и от CS:100 до CS:10A должно быть идентично рис. 2.3.

Теперь введите R для просмотра содержимого регистров и флагов и для отображения первой команды. Регистры содержат те же значения, как при старте первого примера. Команда ото- бразится в виде:

13C6:0100 A10000 MOV AX,[0000]

Так, как регистр CS содержит 13C6, то CS:100 содержит первую команду A10000. Отладчик интерпретирует эту команду как MOV и определяет ссылку к первому адресу [0000] в сегменте данных. Квадратные скобки необходимы для указания ссылки к адресу памяти, а не к непосредственным данным.

Рис. 2.3. Трассировка машинных команд

Если бы квадратных скобок не было, то команда

MOV AX,0000

обнулила бы регистр AX непосредственным значением 0000.

Теперь введем команду T. Команда MOV AX,[0000] перешлет содержимое слова, находящегося по нулевому смещению в сегменте данных, в регистр AX. Содержимое 2301 преобразуется командой в 0123 и помещается в регистр AX.

Следующую команду ADD можно выполнить, введя еще раз команду T. В результате содержимое слова в DS по смещению 0002 прибавится в регистр AX. Теперь регистр AX будет содержать сумму 0123 и 0025, т.е 0148.

Следующая команда MOV [0004],AX выполняется опять по вводу T. Эта команда пересылает содержимое регистра AX в слово по смешению 0004. Для просмотра изменений содержимого сегмента данных введите D DS:00. Первые девять байт будут следующими:

значение в сегменте данных: 23 01 25 00 48 01 2A 2A 2A
величина смещения: 00 01 02 03 04 05 06 07 08

Значение 0148, которое было занесено из регистра AX в сег мент данных по смещению 04 и 05, имеет обратное представле ние 4801. Заметьте что эти шест. значения представлены в правой части экрана их символами в коде ASCII. Например, шест.23 генерируется в символ #, а шест.25 - в символ %. Три байта с шест. значениями 2A высвечиваются в виде трех звездочек (***). Левая часть дампа показывает действительные машинные коды, которые находятся в памяти. Правая часть дампа только помогает проще локализовать символьные (сроч ные) данные.

Для просмотра содержимого сегмента кодов введите D DS:100 так, как показано на рис. 2.3. В заключении введите Q для завершения работы с программой.

МАШИННАЯ АДРЕСАЦИЯ

Для доступа к машинной команде процессор определяет ее адрес из содержимого регистра CS плюс смещение в регистре IP. Например, предположим, что регистр CS содержит шест. 04AF (действительный адрес 04AF0), а регистр IP содержит шест. 0023:

```
CS: 04AF0
IP: 0023
Адрес команды: 04B13
```

Если, например, по адресу 04B13 находится команда:

```
A11200 MOV AX,[0012]
|
Адрес 04B13
```

то в памяти по адресу 04B13 содержится первый байт команды. Процессор получает доступ к этому байту и по коду команды (A1) определяет длину команды - 3 байта.

Для доступа к данным по смещению [0012] процессор опреде ляет адрес, исходя из содержимого регистра DS (как правило) плюс смещение в операнде команды. Если DS содержит шест.04B1 (реальный адрес 04B10), то результирующий адрес данных определяется следующим образом:

```
DS: 04B10
Смещение: 0012
Адрес данных: 04B22
```

Предположим, что по адресам 04B22 и 04B23 содержатся следующие данные:

```
Содержимое: 24 01
| |
Адрес: 04B22 04B23
```

Процессор выбирает значение 24 из ячейки по адресу 04B22 и помещает его в регистр AL, и значение 01 по адресу 04B23 - в регистр AH. Регистр AX будет содержать в результате 0124. В процессе выборки каждого байта команды процессор увеличивает значение регистра IP на единицу, так что к началу выполнения следующей команды в нашем примере IP будет содержать смещение 0026. Таким образом процессор теперь готов для выполнения следующей команды, которую он получает по адресу из регистра CS (04AF0) плюс текущее смещение в регистре IP (0026), т.е 04B16.

Четная адресация

Процессор 8086, 80286 и 80386 действуют более эффективно, если в программе обеспечиваются доступ к словам, расположен ным по четным адресам. В предыдущем примере процессор может сделать одну выборку слова по адресу 4B22 для загрузки его непосредственно в регистр. Но если слово начинается на нечет ном адресе, процессор выполняет двойную выборку. Предполо жим, например, что команда должна выполнить выборку слова, начинающегося по адресу 04B23 и загрузить его в регистр AX:

Содержимое памяти: |xx|24|01|xx|
|
Адрес: 04B23

Сначала процессор получает доступ к байтам по адресам 4B22 и 4B23 и пересылает байт из ячейки 4B23 в регистр AL. Затем он получает доступ к байтам по адресам 4B24 и 4B25 и пересылает байт из ячейки 4B23 в регистр AH. В результате регистр AX будет содержать 0124.

Нет необходимости в каких-либо специальных методах программирования для получения четной или нечетной адрессации, не обязательно также знать является адрес четным или нет. Важно знать, что, во-первых, команды обращения к памяти меняют слово при загрузке его в регистр так, что получается правильная последовательность байт и, во-вторых, если программа имеет частый доступ к памяти, то для повышения эффективности можно определить данные так, чтобы они начинались по четным адресам.

Например, поскольку начало сегмента должно всегда находиться по четному адресу, первое поле данных начинается также по четному адресу и пока следующие поля определены как слова, имеющие четную длину, они все будут начинаться на четных адресах. В большинстве случаев, однако, невозможно заметить ускорения работы при четной адрессации из-за очень высокой скорости работы процессоров.

Ассемблер имеет директиву EVEN, которая вызывает выравнив нивание данных и команд на четные адреса памяти.

ПРИМЕР МАШИННЫХ КОДОВ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРА ПАМЯТИ

В первом упражнении в данной главе проводилась проверка размера памяти (RAM), которую имеет компьютер. BIOS (базовая система ввода/вывода) в ROM имеет подпрограмму, которая определяет размер памяти. Можно обратиться в BIOS по команде INT, в данном случае по прерыванию 12H. В результате BIOS возвращает в регистр AX размер памяти в килобайтах. Загрузите в память DEBUG и введите для INT 12H и RET следующие машинные коды:

```
E CS:100 CD 12 CB
```

Нажмите R (и Return) для отображения содержимого регистров и первой команды. Регистр IP содержит 0100, при этом высвечивается команда INT 12H. Теперь нажмите T (и Return) несколько раз и просмотрите выполняемые команды BIOS (отладчик показывает мнемокоды, хотя в действительности выполняются машинные коды):

```
STI
PUSH DS
MOV AX,0040
MOV DS,AX
MOV AX,[0013]
POP DS
IRET
```

В этот момент регистр AX содержит размер памяти в шестнадца тиричном формате. Теперь введите еще раз команду T для выхода из BIOS и возврата в вашу программу. На экране появится команда RET для машинного кода CB, который был введен вами.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ОТЛАДЧИКА

В операционной системе DOS версии 2.0 и старше можно использовать DEBUG для ввода команд ассемблера так же, как и команд машинного языка. На практике можно пользоваться обоими методами.

Команда A

Команда отладчика A (Assemble) переводит DEBUG в режим приема команд ассемблера и перевода их в машинные коды. Установим начальный адрес следующим образом:

```
A 100 [Return]
```

Отладчик выдаст значение адреса сегмента кодов и смещения в ввиде xxxx:0100. Теперь можно вводить каждую команду, завер шая клавишей Return. Когда вся программа будет введена, нажмите снова клавишу Return для выхода из режима ассембле ра. Введите следующую программу:

```
MOV AL,25 [Return]
MOV BL,32 [Return]
ADD AL,BL [Return]
RET [Return]
```

по завершению на экране будет следующая информация:

```
xxxx:0100 MOV AL,25
xxxx:0102 MOV BL,32
xxxx:0104 ADD AL,BL
xxxx:0106 RET
```

В этот момент отладчик готов к приему следующей команды. При нажатии Return операция будет прекращена.

Можно видеть, что отладчик определил стартовые адреса каждой команды. Прежде чем выполнить программу, проверим сгенерированные машинные коды.

Команда U

Команда отладчика U (Unassemble) показывает машинные коды для команд ассемблера. Необходимо сообщить отладчику адреса первой и последней команды, которые необходимо просмотреть (в данном случае 100 и 106). Введите:

```
U 100,106 [и Return]
```

и на экране появится

```
xxxx:0100 B025 MOV AL,25
xxxx:0102 B332 MOV BL,32
xxxx:0104 00D8 ADD AL,BL
xxxx:0106 C3 RET
```

Теперь проведем трассировку выполнения программы, начиная с команды R для вывода содержимого регистров и первой команды программы. С помощью команд T выполним последовательно все команды программы.

Теперь вы знаете, как вводить программу в машинном коде или на языке ассемблера. Обычно используется ввод на языке ассемблера, когда машинный код неизвестен, а ввод в машинном коде - для изменения программы во время выполнения. Однако в действительности программа DEBUG предназначена для отладки программ и в следующих главах основное внимание будет уделено использованию языка ассемблера.

Сохранение программы из отладчика

Можно использовать DEBUG для сохранения программ на диске в следующих случаях:

1. После загрузки программы в память машины и ее модификации необходимо сохранить измененный вариант. Для этого следует:
   ъ загрузить программу по ее имени:
   DEBUG n:имяфайла[Return]
   ъ просмотреть программу с помощью команды D и ввести изменения по команде E,
   ъ записать измененную программу: W [Return]
2. Необходимо с помощью DEBUG написать небольшую по объему программу и сохранить ее на диске. Для этого следует:
   ъ вызвать отладчик DEBUG,
   ъ с помощью команд A (assemble) и E (enter) написать программу,
   ъ присвоить программе имя: N имяфайла.COM [Return]. Тип программы должен быть COM (см. главу 6 для пояснений по COM-файлам).
   ъ Так как только программист знает, где действительно кончается его программа, указать отладчику длину программы в байтах. В последнем примере концом программы является команда

   xxxx:0106 C3 RET

   Эта команда однобайтовая и поэтому размер программы будет равен 106 (конец) минус 100 (начало), т.е. 6.
   ъ запросить регистр CX командой: R CX [Return]
   ъ отладчик выдаст на этот запрос CX 0000 (нулевое значение)
   ъ указать длину программы - 6,
   ъ записать измененную программу: W [Return]

В обоих случаях DEBUG выдает сообщение "Writing nnnn bytes." (Запись nnnn байтов). Если nnnn равно 0, то произошла ошибка при вводе длины программы, и необходимо повторить запись снова.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

Отладчик DOS DEBUG это достаточное мощное средство, полезное для отладки ассемблерных программ. Однако следует быть осторожным с ее использованием, особенно для команды E (ввод). Ввод данных в неправильные адреса памяти или ввод некорректных данных могут привести к непредсказуемым результатам. На экране в этом случае могут появиться "странные" символы, клавиатура заблокирована или даже DOS прервет DEBUG и перезагрузит себя с диска. Какие либо серьезные повреждения вряд ли произойдут, но возможны некоторые неожиданности, а также потеря данных, которые вводились при работе с отладчиком.

Если данные, введенные в сегмент данных или сегмент кодов, оказались некорректными, следует, вновь используя команду E, исправить их. Однако, можно не заметить ошибки и начать трассировку программы. Но и здесь возможно еще использовать команду E для изменений. Если необходимо начать выполнение с первой команды, то следует установить в регистре командного указателя (IP) значение 0100. Введите команду R (register) и требуемый регистр в следующем виде:

R IP [Return]

Отладчик выдаст на экран содержимое регистра IP и перей дет в ожидание ввода. Здесь следует ввести значение 0100 и нажать для проверки результата команду R (без IP). 0тладчик выдаст содержимое регистров, флагов и первую выполняемую команду. Теперь можно, используя команду T, вновь выполнить трассировку программы.

Если ваша программа выполняет какие-либо подсчеты, то возможно потребуется очистка некоторых облостей памяти и регистров. Но убедитесь в сохранении содержимого регистров CS, DS, SP и SS, которые имеют специфическое назначение.

Прочитайте в руководстве по DOS главу о программе DEBUG. В настоящий момент рекомендуется: вводный материал и следующие команды отладчика: дамп (D), ввод (E), шестнадцатиричный (H), имя (N), выход (Q), регистры (R), трассировка (T) и запись (W). Можно ознакомиться также и с другими командами и проверить как они работают.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

2.1. Напишите машинные команды для
   а) пересылки шест. значения 4629 в регистр AX;
   б) сложения шест. 036A с содержимым регистра AX.

2.2. Предположим, что была введена следующая e команда:

   E CS:100 B8 45 01 05 25 00

   Вместо шест.значения 45 предполагалось 54. Напишите команду E для корректировки только одного неправильно введенного байта, т.е. непосредственно замените 45 на 54.

2.3. Предположим, что введена следующая e команда:

   E CS:100 B8 04 30 05 00 30 CB

   а) Что представляют собой эти команды? (Сравните с первой программой в этой главе).
   б) После выполнения этой программы в регистре AX должно быть значение 0460, но в действительности оказалось 6004. В чем ошибка и как ее исправить?

в) После исправления команд необходимо снова выполнить программу с первой команды. Какие две команды отладчика потребуются?

2.4. Имеется следующая программа в машинных кодах:

B0 25 D0 E0 B3 15 F6 E3 CB

Программа выполняет следующее:
- пересылает шест.значение 25 в регистр AL;
- сдвигает содержимое регистра AL на один бит влево (в результате в AL будет 4A);
- пересылает шест.значение 15 в регистр BL;
- умножает содержимое регистра AL на содержимое регистра BL.

Используйте отладчик для ввода (E) этой программы по адресу CS:100. Не забывайте, что все значения представ лены в шестнадцатиричном виде. После ввода программы наберите D CS:100 для просмотра сегмента кода. Затем введите команду R и необходимое число команд T для пошагового выполнения программы до команды RET. Какое значение будет в регистре AX в результате выполнения программы?

2.5. Используйте отладчик для ввода (E) следующей программы в машинных кодах:

Данные: 25 15 00 00
Машинный код: A0 00 00 D0 E0 F6 26 01 00 A3 02 00 CB

Программа выполняет следующее:
- пересылает содержимое одного байта по адресу DS:00 (25) в регистр AL;
- сдвигает содержимое регистра AL влево на один бит (получая в результате 4A);
- умножает AL на содержимое одного байта по адресу DS:01 (15);
- пересылает результат из AX в слово, начинающееся по адресу DS:02.

После ввода программы используйте команды D для просмот ра сегмента данных и сегмента кода. Затем введите коман ду R и необходимое число команд T для достижения конца программы (RET). В этот момент регистр AX должен содер жать результат 0612. Еще раз используйте команду D DS:00 и заметьте, что по адресу DS:02 значение записано как 1206.

2.6. Для предыдущего задания (2.5) постройте команды для записи программы на диск под именем TRIAL.COM.

2.7. Используя команду A отладчика, введите следующую программу:

```
MOV BX,25
ADD BX,30
SHL BX,01
SUB BX,22
NOP
RET
```

сделайте ассемблирование и трассировку выполнения этой программы до команды NOP.

ГЛАВА 3. Требования языка ассемблер

Требования языка ассемблер
Цель: показать основные требования к программам на языке ассемблера и этапы ассемблирования, компановки и выполнения программы.
ВВЕДЕНИЕ

В главе 2 было показано как ввести и выполнить программу на машинном языке. Несомненно при этом ощутима трудность расшифровки машинного кода даже для очень небольшой программы. Сомнительно, чтобы кто-либо серьезно кодировал программы на машинном языке, за исключением разных "заплат" (корректировок) в программе на языках высокого уровня и прикладные программы. Более высоким уровнем кодирования является уровень ассемблера, на котором программист пользуется символическими мнемокодами вместо машинных команд и описательными именами для полей данных и адресов памяти.

Программа написанная символическими мнемокодами, которые используются в языке ассемблера, представляет собой исходный модуль. Для формирования исходного модуля применяют программу DOS EDLIN или любой другой подходящий экранный редактор. Затем с помощью программы ассемблерного транслято ра исходный текст транслируется в машинный код, известный как объектная программа. И наконец, программа DOS LINK определяет все адресные ссылки для объектной программы, генерируя загрузочный модуль.

В данной главе объясняются требования для простой програм мы на ассемблере и показаны этапы ассемблирования, компанов ки и выполнения.
КОММЕНТАРИИ В ПРОГРАММАХ НА АССЕМБЛЕРЕ

Использование комментариев в программе улучшает ее ясность, особенно там, где назначение набора команд непонятно. Комментарий всегда начинаются на любой строке исходного модуля с символа точка с запятой (;) и ассемблер полагает в этом случае, что все символы, находящиеся справа от ; являются комментарием. Комментарий может содержать любые печатные символы, включая пробел.

Комментарий может занимать всю строку или следовать за командой на той же строке, как это показано в двух следующих примерах:

```
1. ;Эта строка полностью является комментарием
2. ADD AX,BX ;Комментарий на одной строке с командой
```

Комментарии появляются только в листингах ассемблиро- вания исходного модуля и не приводят к генерации машинных кодов, поэтому можно включать любое количество комментариев, не оказывая влияния на эффективность выполнения программы. В данной книге команды ассемблера представлены заглавными буквами, а комментарии - строчными (только для удобочитае мости).

ФОРМАТ КОДИРОВАНИЯ

Основной формат кодирования команд ассемблера имеет следующий вид:

[метка] команда [операнд(ы)]

Метка (если имеется), команда и операнд (если имеется) разделяются по крайней мере одним пробелом или символом табуляции. Максимальная длина строки - 132 символа, однако, большинство предпочитают работать со строками в 80 символов (соответственно ширине экрана). Примеры кодирования:

```
Метка Команда Операнд
COUNT DB 1 ;Имя, команда, один операнд
MOV AX,0 ;Команда, два операнда
```

Метки

Метка в языке ассемблера может содержать следующие симво лы:
Буквы: от A до Z и от a до z
Цифры: от 0 до 9
Спецсимволы: знак вопроса (?)
точка (.) (только первый символ)
знак "коммерческое эт" (@)
подчеркивание (-)
доллар ($)

Первым символом в метке должна быть буква или спецсимвол. Ассемблер не делает различия между заглавными и строчными буквами. Максимальная длина метки - 31 символ. Примеры меток: COUNT, PAGE25, $E10. Рекомендуется использовать описательные и смысловые метки. Имена регистров, например, AX, DI или AL являются зарезервированными и используются только для указания соответствующих регистров. Например, в команде

```
ADD AX,BX
```

ассемблер "знает", что AX и BX относится к регистрам. Однако, в команде

```
MOV REGSAVE,AX
```

ассемблер воспримет имя REGSAVE только в том случае, если оно будет определено в сегменте данных. В приложении 3 приведен список всех зарезервированных слов ассемблера.

Команда

Мнемоническая команда указывает ассемблеру какое действие должен выполнить данный оператор. В сегменте данных команда (или директива) определяет поле, рабочую область или константу. В сегменте кода команда определяет действие, например, пересылка (MOV) или сложение (ADD).

Операнд

Если команда специфирует выполняемое действие, то операнд определяет а) начальное значение данных или б) элементы, над которыми выполняется действие по команде. В следующем примере байт COUNTER определен в сегменте данных и имеет нулевое значение:

```
Метка Команда Операнд
COUNTER DB 0 ;Определить байт (DB)
; с нулевым значением
```

Команда может иметь один или два операнда, или вообще быть без операндов. Рассмотрим следующие три примера:

```
Команда Операнд Комментарий
Нет операндов RET ;Вернуться
Один операнд INC CX ;Увеличить CX
Два операнда ADD AX,12 ;Прибавить 12 к AX
```

Метка, команда и операнд не обязательно должны начинаться с какой-либо определенной позиции в строке. Однако, рекомен дуется записывать их в колонку для большей удобочитаемости программы. Для этого, например, редактор DOS EDLIN обеспечи вает табуляцию чепез каждые восемь позиций.

ДИРЕКТИВЫ

Ассемблер имеет ряд операторов, которые позволяют управ лять процессом ассемблирования и формирования листинга. Эти операторы называются псевдокомандами или директивами. Они действуют только в процессе ассемблирования программы и не генерируют машинных кодов. Большинство директив показаны в следующих разделах. В главе 24 подробно описаны все директивы ассемблера и приведено более чем достаточно соответствующей информации. Главу 24 можно использовать в качестве справочника.

Директивы управления листингом: PAGE и TITLE

Ассемблер содержит ряд директив, управляющих форматом печати (или листинга). Обе директивы PAGE и TITLE можно использовать в любой программе.

Директива PAGE. В начале программы можно указать количест во строк, распечатываемых на одной странице, и максимальное количество символов на одной строке. Для этой цели служит директива PAGE. Следующей директивой устанавливается 60 строк на страницу и 132 символа в строке:

PAGE 60,132

Количество строк на странице межет быть в пределах от 10 до 255, а символов в строке - от 60 до 132. По умолчанию в ассемблере установлено PAGE 66,80.

Предположим, что счетчик строк установлен на 60. В этом случае ассемблер, распечатав 60 строк, выполняет прогон листа на начало следующей страницы и увеличивает номер страницы на единицу. Кроме того можно заставить ассемблер сделать прогон листа на конкретной строке, например, в конце сегмента. Для этого необходимо записать директиву PAGE без операндов. Ассемблер автоматически делает прогон листа при обработке директивы PAGE.

Директива TITLE. Для того, чтобы вверху каждой страницы листинга печатался заголовок (титул) программы, используется директива TITLE в следующем формате:

TITLE текст

Рекомендуется в качестве текста использовать имя програм мы, под которым она находится в каталоге на диске. Например, если программа называется ASMSORT, то можно использовать это имя и описательный комментарий общей длиной до 60 символов:

TITLE ASMSORT - Ассемблерная программа сортировки имен

В ассемблере также имеется директива подзаголовка SUBTTL, которая может оказаться полезной для очень больших программ, содержащих много подпрограмм.

Директива SEGMENT

Любые ассемблерные программы содержат по крайней мере один сегмент - сегмент кода. В некоторых программах используется сегмент для стековой памяти и сегмент данных для определения данных. Ассемблерная директива для описания сегмента SEGMENT имеет следующий формат:

```
Имя Директива Операнд
имя SEGMENT [параметры]
.
.
```

.
имя ENDS

Имя сегмента должно обязательно присутствовать, быть уникальным и соответствовать соглашениям для имен в ассемблере. Директива ENDS обозначает конец сегмента. Обе директивы SEGMENT и ENDS должны иметь одинаковые имена. Директива SEGMENT может содержать три типа параметров, определяющих выравнивание, объединение и класс. 1. Выравнивание. Данный параметр определяет границу начала
сегмента. Обычным значением является PARA, по которму
сегмент устанавливается на границу параграфа. В этом
случае начальный адрес делится на 16 без остатка, т.е.
имеет шест. адрес nnn0. В случае отсутствия этого
операнда ассемблер принимает по умолчанию PARA. 2. Объединение. Этот элемент определяет объединяется ли
данный сегмент с другими сегментами в процессе
компановки после ассемблирования (пояснения см. в
следующем разделе "Компановка программы"). Возможны
следующие типы объединений: STACK, COMMON, PUBLIC, AT
выражение и MEMORY. Сегмент стека определяется
следующим образом:

имя SEGMENT PARA STACK

Когда отдельно ассемблированные программы должны объеди
няться компановщиком, то можно использовать типы:
PUBLIC, COMMON и MEMORY. В случае, если программа не
должна об'единяться с другими программами, то данная
опция может быть опущена. 3. Класс. Данный элемент, заключенный в апострофы, исполь
зуется для группирования относительных сегментов при
компановке:

имя SEGMENT PARA STACK 'Stack'

Фрагмент программы на рис. 3.1. в следующем разделе иллюстрирует директиву SEGMENT и ее различные опции.

Директива PROC

Сегмент кода содержит выполняемые команды программы. Кроме того этот сегмент также включает в себя одну или несколько процедур, определенных директивой PROC. Сегмент, содержащий только одну процедуру имеет следующий вид:

имя-сегмента SEGMENT PARA
имя-процедуры PROC FAR Сегмент
. кода
. с

. одной
RET процедурой

имя-процедуры ENDP
имя-сегмента ENDS

Имя процедуры должно обязательно присутствовать, быть уникальным и удовлетворять соглашениям по именам в ассембле ре. Операнд FAR указывает загрузчику DOS, что начало данной процедуры является точкой входа для выполнения программы.

Директива ENDP определяет конец процедуры и имеет имя, аналогичное имени в директиве PROC. Команда RET завершает выполнение программы и в данном случае возвращает управление в DOS.

Сегмент может содержать несколько процедур (см. гл.7).

Директива ASSUME

Процессор использует регистр SS для адресации стека, ркгистр DS для адресации сегмента данных и регистр CS для адресации сегмента кода. Ассемблеру необходимо сообщить назначение каждого сегмента. Для этой цели служит директива ASSUME, кодируемая в сегменте кода следующим образом:

Директива Операнд
ASSUME SS:имя_стека,DS:имя_с_данных,CS:имя_с_кода

Например, SS:имя_стека указывает, что ассемблер должен ассоциировать имя сегмента стека с регистром SS. Операнды могут записываться в любой последовательности. Регистр ES также может присутствовать в числе операндов. Если программа не использует регистр ES, то его можно опустить или указать ES:NOTHING.

Директива END

Как уже показано, директива ENDS завершает сегмент, а директива ENDP завершает процедуру. Директива END в свою очередь полностью завершает всю программу:

Директива Операнд
END [имя_процедуры]

Операнд может быть опущен, если программа не предназначе на для выполнения, например, если ассемблируются только опре деления данных, или эта программа должна быть скомпанована с другим (главным) модулем. Для обычной программы с одним модулем операнд содержит имя, указанное в директиве PROC, которое было обозначено как FAR.

ПАМЯТЬ И РЕГИСТРЫ

Рассмотрим особенности использования в командах имен, имен в квадратных скобках и чисел. В следующих примерах положим, что WORDA определяет слово в памяти:

```
MOV AX,BX ;Переслать содержимое BX в регистр AX
MOV AX,WORDA ;Переслать содержимое WORDA в регистр AX
MOV AX,[BX] ;Переслать содержимое памяти по адресу
; в регистре BX в регистр AX
MOV AX,25 ;Переслать значение 25 в регистр AX
MOV AX,[25] ;Переслать содержимое по смещению 25
```

Новым здесь является использование квадратных скобок, что потребуется в следующих главах.

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ

Существует два основных типа загрузочных программ: EXE и COM. Рассмотрим требования к EXE-программам, а COM-программы будут представлены в главе 6. DOS имеет четыре требования для инициализации ассемблерной EXE-программы: 1) указать ассемблеру, какие сегментные регистры должны соответствовать сегментам, 2) сохранить в стеке адрес, находящийся в регист ре DS, когда программа начнет выполнение, 3) записать в стек нелевой адрес и 4) загрузить в регистр DS адрес сегмента данных.

Выход из программы и возврат в DOS сводится к использова нию команды RET. Рис.3.1 иллюстрирует требования к инициали зации и выходу из программы:

1. ASSUME - это ассемблерная директива, которая устанавли вает для ассемблера соответствие между конкретными сегментами и сегментными регистрами; в данном случае, CODESG - CS, DATASG - DS и STACKSG - SS. DATASG и STACKSG не определены в этом примере, но они будут представлены следующим образом:

   ```
   STACKSG SEGMENT PARA STACK Stack 'Stack'
   DATASG SEGMENT PARA 'Data'
   ```

   Ассоциируя сегменты с сегментными регистрами, ассемблер сможет определить смещения к отдельным областям в каждом сегменте. Например, каждая команда в сегменте кодов имеет определенную длину: первая команда имеет смещение 0, и если это двухбайтовая команда, то вторая команда будет иметь смещение 2 и т.д.
2. Загрузочному модулю в памяти непосредственно предшеству ет 256-байтовая (шест.100) область, называемая префик сом программного сегмента PSP. Программа загрузчика использует регистр DS для установки адреса начальной точки PSP. Пользовательская программа должна сохранить этот адрес, поместив его в стек. Позже, команда RET использует этот адрес для возврата в DOS.

3. В системе требуется, чтобы следующее значение в стеке являлось нулевым адресом (точнее, смещением). Для этого команда SUB очищает регистр AX, вычитая его из этого же регистра AX, а команда PUSH заносит это значение в стек.
4. Загрузчик DOS устанавливает правильные адреса стека в регистре SS и сегмента кодов в регистре CS. Поскольку программа загрузчика использует регистр DS для других целей, необходимо инициализировать регистр DS двумя командами MOV, как показано на рис.3.1. В следующем разделе этой главы "Исходная программа. Пример II" детально поясняется инициализация регистра DS.

Рис. 3.1. Инициализация EXE-программы.

5. Команда RET обеспечивает выход из пользовательской программы и возврат в DOS, используя для этого адрес, записанный в стек в начале программы командой PUSH DS. Другим обычно используемым выходом является команда INT 20H.

Теперь, даже если приведенная инициализация программы до конца не понятна - не отчаивайтесь. Каждая программа фактически имеет аналогичные шаги инициализации, так что их можно дублировать всякий раз при кодировании программ.

ПРИМЕР ИСХОДНОЙ ПРОГРАММЫ

Рис. 3.2. обобщает предыдущие сведения в простой исходной программе на ассемблере. Программа содержит сегмент стека - STACKSG и сегмент кода - CODESG.

STACKSG содержит один элемент DB (определить байт), который определяет 12 копий слова 'STACKSEG'. В последующих программах стек не определяется таким способом, но при использовании отладчика для просмотра ассемблированной программы на экране, данное определение помогает локализо вать стек.

CODESG содержит выполняемые команды программы, хотя первая директива ASSUME не генерирует кода. Директива ASSUME назначает регистр SS для STACKSG и регистр CS для CODESG. В действительности, эта директива сообщает ассемблеру, что для адресации в STACKSG необходимо использовать адрес в регистре SS и для адресации в CODESG - адрес в регистре CS. Системный загрузчик при загрузке программы с диска в память для выполнения устанавливает действительные адреса в регистрах SS и CS. Программа не имеет сегмента данных, так как в ней нет определения данных и, соответственно, в ASSUME нет необходимости ассигновать регистр DS.

Команды, следующие за ASSUME - PUSH, SUB и PUSH выполняют стандартные действия для инициализации стека текущим адресом в регистре DS и нулевым адресом. Поскольку, обычно, программа выполняется из DOS, то эти команды обеспечивают возврат в DOS после завершения программы. (Можно также выполнить программу из отладчика, хотя это особый случай).

Последующие команды выполняют те же действия, что показаны на рис.2.1 в предыдущей главе, когда рассматривался отладчик.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Не забывайте ставить символ "точка с запятой" перед комментариями.

ъ Завершайте каждый сегмент директивой ENDS, каждую процедуру - директивой ENDP, а программу - директивой END.

ъ В директиве ASSUME устанавливайте соответствия между сегментными регистрами и именами сегментов.

ъ Для EXE-программ (но не для COM-программ, см. гл.6) обеспечивайте не менее 32 слов для стека, соблюдайте соглашения по инициализации стека командами PUSH, SUB и PUSH и заносите в регистр DS адрес сегмента данных.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

3.1. Какие команды заставляют ассемблер печатать заголовок в начале каждой страницы листинга и делать прогон листа?

3.2. Какие из следующих имен неправильны: а) PC_AT, б) $50, в) @$_Z, г) 34B7, д) AX?

3.3. Какое назначение каждого из трех сегментов, описанных в этой главе?

3.4. Что конкретно подразумевает директива END, если она завершает а) программу, б) процедуру, в) сегмент?

3.5. Укажите различия между директивой и командой.

3.6. Укажите различия в назначении RET и END.

3.7. Для сегментов кода, данных и стека даны имена CDSEG, DATSEG и STKSEG соответственно. Сформируйте директиву ASSUME.

3.8. Напишите три команды для инициализации стека адресом в DS и нулевым адресом.

ГЛАВА 4. Ассемблирование и выполнение программ

Ассемблирование и выполнение программ
Цель: показать процессы ассемблирования, компановки и выполнения программ.
ВВЕДЕНИЕ

В данной главе объясняется, как ввести в компьютер исходный ассемблерный текст программы, как осуществить ассемблирование, компановку и выполнение программы. Кроме того, показана генерация таблицы перекрестных ссылок для целей отладки.
ВВОД ПРОГРАММЫ

На рис.3.2. был показан только исходный текст программы, предназначенный для ввода с помощью текстового редактора. Теперь можно использовать DOS EDLIN или другой текстовый редактор для ввода этой программы. Если вы никогда не пользовались программой EDLIN, то именно сейчас необходимо выполнить ряд упражнений из руководства по DOS. Для запуска программы EDLIN вставте дискету DOS в дисковод A и форматизованную дискету в дисковод B. Чтобы убедиться в наличии на дискете свободного места для исходного текста, введите CHKDSK B:. Для винчестера во всех следующих примерах следует использовать C: вместо B:. Для ввода исходной программы EXASM1, наберите команду

EDLIN B:EXASM1.ASM [Return]

В результате DOS загрузит EDLIN в памяти и появится сообщение "New file" и приглашение "*-". Введите команду I для ввода строк, и затем наберите каждую ассемблерную команду так, как они изображены на рис. 3.2. Хотя число пробелов в тексте для ассемблера не существенно, старайтесь записывать метки, команды, операнды и комментарии, выровнен ными в колонки, программа будет более удобочитаемая. Для этого в EDLIN используется табуляция через каждые восемь позиций.

После ввода программы убедитесь в ее правильности. Затем наберите E (и Return) для завершения EDLIN. Можно проверить наличие программы в каталоге на диске, введите

DIR B: (для всех файлов)
или DIR B:EXASM1.ASM (для одного файла)

Если предполагается ввод исходного текста большего объема, то лучшим применением будет полноэкранный редактор. Для получения распечатки программы включите принтер и установите в него бумагу. Вызовите программу PRINT (для DOS 2.0 и старше). DOS загрузит программу в память и распечатает текст на принтере:

PRINT B:EXASM1.ASM [Return]

Программа EXASM.ASM еще не может быть выполнена - прежде необходимо провести ее ассемблирование и компановку. В следующем разделе показана эта же программа после ассемблирования и пояснены этапы ассемблирования и получения листинга.

ПОДГОТОВКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

После ввода на диск исходной программы под именем EXASM1.ASM необходимо проделать два основных шага, прежде чем программу можно будет выполнить. Сначала необходимо ассемблировать программу, а затем выполнить компановку. Программисты на языке бейсик могут выполнить программу сразу после ввода исходного текста, в то время как для ассемблера и компиллярных языков нужны шаги трансляции и компановки.

Шаг ассемблирования включает в себя трансляцию исходного кода в машинный объектный код и генерацию OBJ-модуля. Вы уже встречали примеры машинного кода в главе 2 и примеры исходно го текста в этой главе.

OBJ-модуль уже более приближен к исполнительной форме, но еще не готов к выполнению. Шаг компановки включает преобразо вание OBJ-модуля в EXE (исполнимый) модуль, содержащий машинный код. Прогрпмма LINK, находящаяся на диске DOS, выполняет следующее:

1. Завершает формирование в OBJ-модуле адресов, которые остались неопределенными после ассемблирования. Во мно гих следующих программах такие адреса ассемблер отмеча ет как ----R. 2. Компанует, если необходимо, более одного отдельно ассем блированного модуля в одну загрузочную (выполнимую) про грамму; возможно две или более ассемблерных программ или ассемблерную программу с программами, написанными на языках высокого уровня, таких как Паскаль или Бейсик. 3. Инициализирует EXE-модуль командами загрузки для выполнения.

После компановки OBJ-модуля (одного или более) в EXE-модуль, можно выполнить EXE-модуль любое число раз. Но, если необходимо внести некоторые изменения в EXE-модуль, следует скорректировать исходную программу, ассемблировать ее в другой OBJ-модуль и выполнить компановку OBJ-модуля в

новый EXE-модуль. Даже, если эти шаги пока остаются непо нятными, вы обнаружите, что, получив немного навыка, весь процесс подготовки EXE-модуля будет доведен до автоматизма. Заметьте: определенные типы EXE-программ можно преобразовать в очень эффективные COM-программы. Предыдущие примеры, однако, не совсем подходят для этой цели. Данный вопрос рассматривается в главе 6.

АССЕМБЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ

Для того, чтобы выполнить исходную ассемблерную програм му, необходимо прежде провести ее ассемблирование и затем компановку. На дискете с ассемблерным пакетом имеются две версии ассемблера. ASM.EXE - сокращенная версия с отсутстви ем некоторых незначительных возможностей и MASM.EXE - полная версия. Если размеры памяти позволяют, то используйте версию MASM (подробности см. в соответствующем руководстве по ассемблеру).

Для ассемблирования, вставте ассемблерную дискету в дисковод A, а дискету с исходной программой в дисковод B. Кто имеет винчестер могут использовать в следующих примерах C вместо A и B. Простейший вариант вызова программы это ввод команды MASM (или ASM), что приведет к загрузке программы ассемблера с диска в память. На экране появится:

```
source filename [.ASM]:
object filename [filename.OBJ]:
source listing [NUL.LST]:
cross-reference [NUL.CRF]:
```

Курсор при этом расположится в конце первой строки, где необходимо указать имя файла. Введите номер дисковода (если он не определен умолчанием) и имя файла в следующем виде: B:EXASM1. Не следует набирать тип файла ASM, так как ассем блер подразумевает это.

Во-втором запросе предполагается аналогичное имя файла (но можно его заменить). Если необходимо, введите номер дисковода B:.

Третий запрос предполагает, что листинг ассемблирования программы не требуется. Для получения листинга на дисководе B наберите B: и нажмите Return.

Последний запрос предполагает, что листинг перекрестных ссылок не требуется. Для получения листинга на дисководе B, наберите B: и нажмите Return.

Если вы хотите оставить значения по умолчанию, то в трех последних запросах просто нажмите Return. Ниже приведен пример запросов и ответов, в результате которых ассемблер должен создать OBJ, LST и CRF-файлы. Введите ответы так, как показано, за исключением того, что номер дисковода может быть иной.

```
source filename [.ASM]:B:EXASM1 [Return]
```

```
object filename [filename.OBJ]:B: [Return]
source listing [NUL.LST]:B: [Return]
cross-reference [NUL.CRF]:B: [Return]
```

Всегда необходимо вводить имя исходного файла и, обычно, запрашивать OBJ-файл - это требуется для компановки программы в загрузочный файл. Возможно потребуется указание LST-файла, особенно, если необходимо проверить сгенерирован ный машинный код. CRF-файл полезен для очень больших программ, где необходимо видеть, какие команды ссылаются на какие поля данных. Кроме того, ассемблер генерирует в LST-файле номера строк, которые используются в CRF-файле.

В приложении 4 "Режимы ассемблирования и редактирования" перечислены режимы (опции) для ассемблера версий 1.0 и 2.0.

Ассемблер преобразует исходные команды в машинный код и выдает на экран сообщения о возможных ошибках. Типичными ошибками являются нарушения ассемблерных соглашений по именам, неправильное написание команд (например, MOVE вместо MOV), а также наличие в операндах неопределенных имен. Программа ASM вадает только коды ошибок, которые объяснены в руководстве по ассемблеру, в то время как программа MASM выдает и коды ошибок, и пояснения к ним. Всего имеется около 100 сообщений об ошибках.

Ассемблер делает попытки скорректировать некоторые ошибки, но в любом случае следует перезагрузить текстовый редактор, исправить исходную программу (EXASM1.ASM) и повторить ассемблирование.

На рис. 4.1. показан листинг, полученный в результате ассемблирования программы и записанный на диск под именем EXASM1.LST.

В начале листинга обратите внимание на реакцию ассемблера на директивы PAGE и TITLE. Никакие директивы, включая SEGMENT, PROC, ASSUME и END не генерируют машинных кодов.

Листинг содержит не только исходный текст, но также слева транслированный машинный код в шестнадцатиричном формате. В самой левой колонке находится шест.адреса команд и данных.

Сегмент стека начинается с относительного адреса 0000. В действительности он загружается в память в соответствии с адресом в регистре SS и нулевым смещением относительно этого адреса. Директива SEGMENT устанавливает 16-кратный адрес и указывает ассемблеру, что это есть начало стека. Сама директива не генерирует машинный код. Команда DB, также находится по адресу 0000, содержит 12 копий слова 'STACKSEG'; машинный код представлен шест.0C (десятичное 12) и шест. представлением ASCII символов. (В дальнейшем можно использовать отладчик для просмотра результатов в памяти). Сегмент стека заканчивается по адресу шест. 0060, который эквивалентен десятичному значению 96 (12x8).

Рис. 4.1. Листинг ассемблирования программы

Сегмент кода также начинается с относительного адреса 0000. Он загружается в память в соответствии с адресом в регистре CS и нулевым смещением относительно этого адреса. Поскольку ASSUME является директивой ассемблеру, то первая команда, которая генерирует действительный машинный код есть PUSH DS - однобайтовая команда (1E), находящаяся на нулевом смещении. Следующая команда SUB AX,AX генерирует двухбайто вый машинный код (2B C0), начинающийся с относительного адреса 0001. Пробел между байтами только для удобочитаемос ти. В данном примере встречаются одно-, двух- и трехбайтовые команды.

Последняя команда END содержит операнд BEGIN, который имеет отношение к имени команды PROC по смещению 0000. Это есть адрес сегмента кодов, с которого начинается выполнение после загрузки программы.

Листинг ассемблирования программы EXASM1.LST, имеет по директиве PAGE ширину 132 символа и может быть распечатан. Многие принтеры могут печатать текст сжатым шрифтом. Включите ваш принтер и введите команду

```
MODE LPT1:132,6
```

Таблица идентификаторов

За листингом ассемблирования программы следует таблица идентификаторов. Первая часть таблицы содержит определенные в программе сегменты и группы вместе с их размером в байтах, выравниванием и классом. Вторая часть содержит идентификато ры - имена полей данных в сегменте данных (в нашем примере их нет) и метки, назначенные командам в сегменте кодов (одна в нашем примере). Для того, чтобы ассемблер не создавал эту таблицу, следует указать параметр /N вслед за командой MASM, т.е. MASM/N.

Двухпроходный ассемблер

В процессе трансляции исходной программы ассемблер делает два просмотра исходного текста, или два прохода. Одной из основных причин этого являются ссылки вперед, что происходит в том случае, когда в некоторой команде кодирует ся метка, значение которой еще не определено ассемблером.

В первом проходе ассемблер просматривает всю исходную программу и строит таблицу идентификаторов, используемых в программе, т.е. имен полей данных и меток программы и их относительных адресов в программе. В первом проходе подчитывается объем объектного кода, но сам объектный код не генерируется.

Во втором проходе ассемблер использует таблицу идентифи каторов, построенную в первом проходе. Так как теперь уже известны длины и относительные адреса всех полей данных и команд, то ассемблер может сгенерировать объектный код для каждой команды. Ассемблер создает, если требуется, файлы: OBJ, LST и CRF.

КОМПАНОВКА ПРОГРАММЫ

Если в результате ассемблирования не обнаружено ошибок, то следующий шаг - компановка объектного модуля. Файл EXASM1.OBJ содержит только машинный код в шестнадцатеричной форме. Так как программа может загружаться почти в любое место памяти для выполнения, то ассемблер может не определить все машинные адреса. Кроме того, могут использоваться другие (под) программы для объединения с основной. Назначением программы LINK является завершение определения адресных ссылок и объединение (если требуется) нескольких программ.

Для компановки ассемблированной программы с дискеты, вставте дискету DOS в дисковод A, а дискету с программой в дисковод B. Пользователи винчестерского диска могут загрузить компановщик LINK прямо с дисковода C. Введите команду LINK и нажмите клавишу Return. После загрузки в память, компановщик выдает несколько запросов (аналогично MASM), на которые необходимо ответить:

Запрос компановщика Ответ Действие

Object Modules [.OBJ]: B:EXASM1 Компанует EXASM1.OBJ
Run file [EXASM1.EXE]: B: Создает EXASM1.EXE
List file [NUL.MAP]: CON Создает EXASM1.MAP
Libraries [.LIB]: [Return] По умолчанию

Первый запрос - запрос имен объектных модулей для компа новки, тип OBJ можно опустить.

Второй запрос - запрос имени исполнимого модуля (файла), (по умолчанию A:EXASM1.EXE). Ответ B: требует, чтобы компановщик создал файл на дисководе B. Практика сохранения одного имени (при разных типах) файла упрощает работу с программами.

Третий запрос предполагает, что LINK выбирает значение по умолчанию - NUL.MAP (т.е. MAP отсутствует). MAP-файл содержит таблицу имен и размеров сегментов и ошибки, которые обнаружит LINK. Типичной ошибкой является неправильное определение сегмента стека. Ответ CON предполагает, что таблица будет выведена на экран, вместо записи ее на диск. Это позволяет сэкономить место в дисковой памяти и сразу просмотреть таблицу непосредственно на экране. В нашем примере MAP-файл содержит следующую информацию:

Start Stop Length Name

00000H 00015H 0016H CODESG
00020H 0007FH 0060H STACKSG

Для ответа на четвертый запрос - нажмите Return, что укажет компановщику LINK принять остальные параметры по умолчанию. Описание библиотечных средств можно найти в руководстве по DOS.

На данном этапе единственной возможной ошибкой может быть указание неправильных имен файлов. Исправить это можно только перезапуском программы LINK. В приложении 4 перечис лен ряд режимов компановщика LINK.

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

После ассемблирования и компановки программы можно (наконец-то!) выполнить ее. На рис. 4.2 приведена схема команд и шагов для ассемблирования, компановки и выполнения программы EXASM1. Если EXE-файл находится на дисководе B, то выполнить ее можно командой:

B:EXASM1.EXE или B:EXASM1

DOS предполагает, что файл имеет тип EXE (или COM), и загружает файл для выполнения. Но так как наша программа не вырабатывает видимых результатов, выполним ее трассировкой под отладчиком DEBUG. Введите

DEBUG B:EXASM1.EXE

В результате DOS загрузит программу DEBUG, который, в свою очередь, загрузит требуемый EXE-модуль. После этого отладчик выдаст дефис (-) в качестве приглашения. Для просмотра сегмента стека введите

D SS:0

Эту область легко узнать по 12-кратному дублированию константы STACKSEG. Для просмотра сегмента кода введите

D CS:0

Сравните машинный код с листингом ассемблера:

1E2BC050B823010525008BD803 ...

Непосредственные операнды, приведенные в листинге ассемблирования как 0123 и 0025 в памяти представлены в виде 2301 и 2500 соответственно. В данном случае листинг ассемблирования не вполне соответствует машинному коду. Все двухбайтовые адреса (слова) и непосредственные операнды в машинном коде хранятся в обратном порядке.

Введите R для просмотра содержимого регистров и выполните программу с помощью команды T (трассировка). Обратите внимание на воздействие двух команд PUSH на стек - в вершине стека теперь находится содержимое регистра DS и нулевой адрес.

В процессе пошагового выполнения программы обратите внимание на содержимое регистров. Когда вы дойдете до команды RET, можно ввести Q (Quit - выход) для завершения работы отладчика.

Используя команду dir, можно проверить наличие ваших файлов на диске:

```
DIR B:EXASM1.*
```

Рис. 4.2. Схема ассемблирования, компановки
и выполнения программы.

В результате на экране появится следующие имена файлов: EXASM1.BAK (если для корректировки EXASM1.ASM использовался редактор EDLIN), EXASM1.ASM, EXASM1.OBJ, EXASM1.LST, EXASM1.EXE и EXASM1.CRF. Последовательность этих файлов может быть иной в зависимости от того, что уже находится на диске.

Очевидно, что разработка ряда программ приведет к занятию дискового пространства. Для проверки оставшегося свободного места на диске полезно использовать команду DOS CHKDSK. Для удаления OBJ-, CRF-, BAK- и LST-файлов с диска следует использовать команду ERASE (или DEL):

```
ERASE B:EXASM1.OBJ, ...
```

Следует оставить (сохранить) ASM-файл для последующих изменений и EXE-файл для выполнения.

В следующем разделе представлено определение данных в сегменте данных. Позже будет описана таблица перекрестных ссылок.

ПРИМЕР ИСХОДНОЙ ПРОГРАММЫ

Особенность программы, приведенной на рис. 4.1, состоит в том, что она не содержит определения данных. Обычно все программы имеют определенные константы, рабочие поля для арифметических вычислений и области для операций ввода-вывода.

В главе 2 (рис.2.3) была рассмотрена программа в машинных кодах, в которой были определены два поля данных. В этой главе на рис. 4.3 приводится аналогичная программа, но на этот раз написанная на языке ассемблера и для краткости уже ассемблированная. Эта программа знакомит с несколькими новыми особенностями.

Сегмент стека содержит директиву DW (Define Word - опреде лить слово), описывающая 32 слова, в которых генерируется неопределенное значение обозначенное знаком вопроса (?). Определение размера стека в 32 слова является наиболее реальным, так как в больших программах может потребоваться много "прерываний" для ввода-вывода и вызовов подпрограмм - все они используют стек. Определение стека дублированием константы 'STACKSEG' в примере на рис. 3.2 необходимо лишь для удобства при работе с отладчиком DEBUG.

Замечание: Определяйте размер стека не менее 32 слов. При малых размерах стека ни ассемблер, ни компановщик не смо- гут определить этого и выполнение программы может разрушить ся самым непредсказуемым образом.

В примере на рис. 4.3 определен сегмент данных DATASG, начинающийся по относительному адресу 0000. Этот сегмент содержит три значения в формате DW. Поле FLDA определяет слово (два байта), содержащее десятичное значение 250, которое ассемблер транслирует в шест. 00FA (см. на рисунке слева).

Поле FLDB определяет слово с десятичным значением 125, которое транслируется в шест. 007D. Действительные значения этих двух констант в памяти - FA00 и 7D00 соответственно, что можно проверить с помощью отладчика DEBUG.

Рис. 4.3. Листинг ассемблирования программы
с сегментом данных.

Поле FLDC определяет слово с неизвестным значением, обозначенным знаком вопроса (?).

Сегмент кода в данном примере имеет имя CODESG и отли- чается новыми особенностями, связанными с сегментом данных. Во-первых, директива ASSUME указывает на определние DATASG через регистр DS. Данной программе не требуется регистр ES, но некоторые программисты описывают его для стандартизации. Во-вторых, после команд PUSH, SUB и PUSH, которые инициали- зируют стек, следуют две команды, обеспечивающие адресацию сегмента данных:

```
0004 B8 ---- R MOV AX,DATASG
0007 8E D8 MOV DS,AX
```

Первая команда MOV загружает DATASG в регистр AX. Конечно, на самом деле команда не может загрузить сегмент в регистр - она загружает лишь адрес сегмента DATASG. Обратите внимание на машинный код слева:

```
B8 ---- R
```

Четыре дефиса говорят о том, что ассемблер не может опреде лить адрес DATASG; он определяется лишь когда объектная программа будет скомпанована и загружена для выполнения.

Поскольку загрузчик может расположить программу в любом месте памяти, ассемблер оставляет данный адрес открытым и показывает это символом R; компановщик должен будет подста вить в это место действительный адрес.

Вторая команда MOV пересылает содержимое регистра AX в регистр DS. Таким образом, данная программа имеет директиву ASSUME, которая соотносит регистр DS с сегментом данных, и команды, инициализирующие регистр DS относительным адресом DATASG.

Могут возникнуть два вопроса по поводу этой программы. Во-первых, почему не использовать одну команду для инициали зации регистра DS, например,

MOV DS,DATASG ?

Дело в том, что не существует команд для непосредственной пересылки данных из памяти в регистр DS. Следовательно, для инициализации DS необходимо кодировать две команды.

Во-вторых, почему программа инициализирует регистр DS, а регистры SS и CS нет? Оказывается, регистры SS и CS инициализируются автоматически при загрузке программы для выполнения, а ответственность за инициализацию регистра DS и, если требуется ES, лежит полностью на самой программе.

Пока все эти требования могут показаться весьма туман ными, но сейчас нет необходимости понимать их. Все последую щие программы используют аналогичную стандартную инициализа цию стека и сегмента данных. Поэтому можно просто копировать данные коды для каждой новой программы. Действительно, вы можете сохранить на диске стандартную часть программы и для каждой новой программы копировать эту часть с новым именем, и, используя затем редактор, записать дополнительные команды.

В качестве упражнения, создайте с помощью вашего редактора программу, приведенную на рис. 4.3, выполните ее ассемблирование и компановку. Затем с помощью отладчика DEBUG просмотрите сегмент кодов, сегмент данных, регистры и проделайте пошаговое выполнение программы.

ФАЙЛ ПЕРЕКРЕСТНЫХ ССЫЛОК

В процессе трансляции ассемблер создает таблицу идентификаторов (CRF), которая может быть представлена в виде листинга перекрестных ссылок на метки, идентификаторы и переменные в программе. Для получения данного фала, необходимо на четвертый запрос ассемблера, ответить B:, полагая, что файл должен быть создан на диске B:

cross-reference [NUL.CRF]:B: [Return]

Далее необходимо преобразовать полученный CRF-файл в отсортированную таблицу перекрестных ссылок. Для этого на ассемблерном диске имеется соответствующая программа. После успешного ассемблирования введите команду CREF. На экране появится два запроса:

Cref filename [.CRF]:
List filename [cross-ref.REF]:

На первый запрос введите имя CRF-файла, т.е. B:EXASM1. На второй запрос можно ввести только номер дисковода и получить имя по умолчанию. Такой выбор приведет к записи CRF в файл перекрестных ссылок по имени EXASM1.REF на дисководе B.

Для распечатки файла перекрестных ссылок используйте команду DOS PRINT. В приложении 4 приведен ряд режимов программы CREF.

Рис. 4.4. Таблица перекрестных ссылок

На рис. 4.4 показана таблица перекрестных ссылок для программы, приведенной на рис. 4.3. Все идентификаторы в таблице представлены в алфавитном порядке и для каждого из них указаны номера строк в исходной программе, где они определены и имеют ссылки. Имена сегментов и элементов данных представлены в алфавитном порядке. Первое число справа в формате n# указывает на номер строки в LST-файле, где определен соответствующий идентификатор. Еще правее находятся числа, указывающие на номера строк, где имеются ссылки на этот идентификатор. Например, CODESG определен в строке 17 и имеет ссылки на строках 19 и 32.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Ассемблер преобразует исходную программу в OBJ-файл, а
компановщик - OBJ-файл в загрузочный EXE-файл. ъ Внимательно проверяйте запросы и ответы на них для
программ (M)ASM, LINK и CREF прежде чем нажать клавишу
Return. Будьте особенно внимательны при указании диско
вода. ъ Программа CREF создает распечатку перекрестных ссылок. ъ Удаляйте ненужные файлы с вашего диска. Регулярно
пользуйтесь программой CHKDSK для проверки свободного
места на диске. Кроме того периодически создавайте
резервные копии вашей программы, храните резервную
дискету и копируйте ее заново для последующего
программирования.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

4.1. Введите команду MASM и ответьте на запросы для ассемблирования программы по имени TEMPY.ASM с получением файлов LST, OBJ и CRF, полагая, что дискета с программой находится на дисководе B.

4.2. Введите команды для программы TEMPY (из вопроса 4.1) а) для выполнения через отладчик DEBUG, б) для непосредст венного выполнения из DOS.

4.3. Объясните назначение каждого из следующих файлов: а) file.BAK, б) file.ASM, в) file.LST, г) file.CRF, д) file.OBJ, е) file.EXE, ж) file.MAP.

4.4. Напишите две команды для инициализации регистра DS, полагая, что имя сегмента данных - DATSEG.

4.5. Составте ассемблерную программу для:

- пересылки шест. 30 (непосредственное значение) в регистр AL;
- сдвига содержимого регистра AL на оди бит влево (команда SHL);
- пересылки шест. 18 (непосредственное значение) в регистр BL;
- умножения регистра AL на BL (команда MUL BL).

Не забывайте команду RET. В программе нет необходимости определять и инициализировать сегмент данных. Не забы вайте также копировать стандартную часть программы (ос нову программы) и использовать редактор для ее разви тия. Выполните ассемблирование и компановку. Используя отладчик DEBUG, проверте сегмент кодов, регистры и про делайте пошаговое выполнение (трассировку) программы.

4.6. Модифицируйте программу из вопроса 4.5 для:

- определения однобайтовых элементов (директива DB) по имени FLDA, содержащего шест. 28, и по имени FLDB, содержащего шест. 14;
- определения двухбайтового элемента (директива DW) по имени FLDC, не имеющего значения;
- пересылки содержимого поля FLDA в регистр AL и сдвига на один бит;
- умножения содержимого регистра AL на значение в поле FLDB (MUL FLDB);
- пересылки результата из регистра AX в поле FLDC.

Для данной программы необходим сегмент данных. Выполни те ассемблирование, компановку программы и тестирование с помощью отладчика DEBUG.

ГЛАВА 5. Определение Данных

Определение Данных
Цель: Показать методам определения констант и рабочих полей в ассемблерной программе.
ВВЕДЕНИЕ

Сегмент данных предназначен для определения констант, рабочих полей и областей для вводв-вывода. В соответствии с имеющимися директивами в ассемблере разрешено определение данных различной длины: например, директива DB определяет байт, а директива DW определяет слово. Элемент данных может содержать непосредственное значение или константу, определен ную как символьная строка или как числовое значение.

Другим способом определения константы является непосред ственное значение, т.е. указанное прямо в ассемблерной команде, например:

```
MOV AL,20H
```

В этом случае шестнадцатеричное число 20 становится частью ма шинного объектного кода. Непосредственное значение ограничено одним байтом или одним словом, но там, где оно может быть применено, оно является более эффективным, чем использование константы.
ДИРЕКТИВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДАННЫХ

Ассемблер обеспечивает два способа определения данных: во-первых, через указание длины данных и, во-вторых, по их содержимому. Рассмотрим основной формат определения данных:

```
[имя] Dn выражение
ъ Имя элемента данных не обязательно (это указывается
    квадратными скобками), но если в программе имеются
    ссылки на некоторый элемент, то это делается
    посредством имени. Правила написания имен приведены в
    разделе "Формат кодирования" в главе 3. ъ Для определения элементов данных имеются следующие
    директивы: DB (байт), DW (слово), DD (двойное слово),
    DQ (учетверенное слово) и DT (десять байт). ъ Выражение может содержать константу, например:
```

```
FLD1 DB 25
```

или знак вопроса для неопределенного значения, например

```
FLDB DB ?
```

Выражение может содержать несколько констант, разделенных запятыми и ограниченными только длиной строки:

```
FLD3 DB 11, 12, 13, 14, 15, 16, ...
```

Ассемблер определяет эти константы в виде последовательности смежных байт. Ссылка по имени FLD3 указывает на первую константу, 11, по FLD3+1 - на вторую, 12. (FLD3 можно представить как FLD3+0). Например команда

```
MOV AL,FLD3+3
```

загружает в регистр AL значение 14 (шест. 0E). Выражение допускает также повторение константы в следующем формате:

[имя] Dn число-повторений DUP (выражение) ...

Следующие три примера иллюстрируют повторение:

```
DW 10 DUP(?) ;Десять неопределенных слов
DB 5 DUP(14) ;Пять байт, содержащих шест.14
DB 3 DUP(4 DUP(8));Двенадцать восмерок
```

В третьем примере сначала генерируется четыре копии десятич ной 8 (8888), и затем это значение повторяется три раза, давая в результате двенадцать восмерок.

Выражение может содержать символьную строку или числовую константу.

Символьные строки

Символьная строка используются для описания данных, таких как, например, имена людей или заголовки страниц. Содержимое строки отмечается одиночными кавычками, например, 'PC' или двойными кавычками - "PC". Ассемблер переводит символьные строки в объектный код в обычном формате ASCII.

Символьная строка определяется только директивой DB, в которой указывается более двух символов в нормальной последо вательности слева направо. Следовательно, директива DB представляет единственно возможный формат для определения символьных данных. На рис. 5.1 приведен ряд примеров.

Рис. 5.1. Определение символьных строк и числовых величин.

Числовые константы

Числовые константы используются для арифметических величин и для адресов памяти. Для описания константы кавычки не ставятся. Ассемблер преобразует все числовые константы в шестнадцитеричные и записывает байты в объектном коде в обратной последовательности - справа налево. Ниже показаны различные числовые форматы.

Десятичный формат. Десятичный формат допускает десятичные цифры от 0 до 9 и обозначается последней буквой D, которую можно не указывать, например, 125 или 125D. Несмотря на то, что ассемблер позволяет кодирование в десятичном формате, он преобразует эти значения в шест. объектный код. Например, десятичное число 125 преобразуется в шест. 7D.

Шестнадцатиричный формат. Шест. формат допускает шест. цифры от 0 до F и обозначается последней буквой H. Так как ассемблер полагает, что с буквы начинаются идентификаторы, то первой цифрой шест. константы должна быть цифра от 0 до 9. Например, 2EH или 0FFFH, которые ассемблер преобразует соответственно в 2E и FF0F (байты во втором примере записы ваются в объектный код в обратной последовательности).

Двоичный формат. Двоичный формат допускает двоичные цифры 0 и 1 и обозначается последней буквой B. Двоичный формат обычно используется для более четкого представления битовых значений в логических командах AND, OR, XOR и TEST. Десятичное 12, шест. C и двоичное 1100B все генерируют один и тот же код: шест. 0C или двоичное 0000 1100 в зависимости от того, как вы рассматриваете содержимое байта.

Восмеричный формат. Восмеричный формат допускает восмерич ные цифры от 0 до 7 и обозначается последней буквой Q или O, например, 253Q. На сегодня восмеричный формат используется весьма редко.

Десятичный формат с плавающей точкой. Этот формат поддер живается только ассемблером MASM.

При записи символьных и числовых констант следует помнить, что, например, символьная константа, определенная как DB '12', представляет символы ASCII и генерирует шест. 3132, а числовая константа, определенная как DB 12, представ ляет двоичное число и генерирует шест. 0C.

Рис. 5.1 иллюстрирует директивы для определения различных символьных строк и числовых констант. Сегмент данных был ассемблирован для того, чтобы показать сгенерированный объектный код (слева).

ДИРЕКТИВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БАЙТА (DB)

Из различных директив, определяющих элементы данных, наиболее полезной является DB (определить байт). Символьное выражение в директиве DB может содержать строку символов любой длины, вплоть до конца строки (см. FLD2DB и FLD7DB на рис. 5.1). Обратите внимание, что константа FLD2DB содержит символьную строку 'Personal Computer'. Объектный код показывает символы кода ASCII для каждого байта. Шест. 20 представляет символ пробела.

Числовое выражение в директиве DB может содержать одну или более однобайтовых констант. Один байт выражается двумя шест. цифрами. Наибольшее положительное шест. число в одном байте это 7F, все "большие" числа от 80 до FF представляют отрицательные значения. В десятичном исчислении эти пределы выражаются числами +127 и -128.

В примере на рис. 5.1 числовыми константами являются FLD3DB, FLD4DB, FLD5DB и FLD8DB. Поле FLD6DB представляет смесь из числовых и строковых констант, используемых для построения таблицы.

ДИРЕКТИВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЛОВА (DW)

Директива DW определяет элементы, которые имеют длину в одно слово (два байта). Символьное выражение в DW ограничено двумя символами, которые ассемблер представляет в объектном коде так, что, например, 'PC' становится 'CP'. Для определения символьных строк директива DW имеет ограниченное применение.

Числовое выражение в DW может содержать одно или более двухбайтовых констант. Два байта представляются четырьмя шест. цифрами. Наибольшее положительное шест. число в двух байтах это 7FFF; все "большие" числа от 8000 до FFFF представляют отрицательные значения. В десятичном исчислении эти пределы выражаются числами +32767 и -32768.

В примере на рис. 5.1 поля FLD1DW и FLD2DW определяют числовые константы. Поле FLD3DW определяет адрес - в данном случае смещение на адрес FLD7DB. В результате генерируется объектный код 0021 (R обозначает перемещаемость). Проверяя выше по рисунку, видно, что относительный адрес поля FLD7DB действительно 0021.

Поле FLD4DW определяет таблицу из пяти числовых констант. Заметим, что объектный код для каждой константы имеет длину в одно слово (два байта).

Для форматов директив DW, DD и DQ ассемблер преобразует константы в шест. объектный код, но записывает его в обратной последовательности. Таким образом десятичное значение 12345 преобразуется в шест.3039, но записывается в объектном коде как 3930.

ДИРЕКТИВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДВОЙНОГО СЛОВА (DD)

Директива DD определяет элементы, которые имеют длину в два слова (четыре байта). Числовое выражение может содержать одну или более констант, каждая из которых имеет максимум четыре байта (восемь шест. цифр). Наибольшее положительное шест. число в четырех байтых это 7FFFFFFF; все "большие" числа от 80000000 до FFFFFFFF представляют отрицательные значения. В десятичном исчислении эти пределы выражаются числами +2147483647 и -2147483648.

В примере на рис. 5.1 поле FLD3DD определяет числовую константу. В поле FLD4DD генерируется разница между двумя адресами, в данном случае результатом является длина поля FLD2DB. Поле FLD5DD определяет две числовые константы.

Ассемблер преобразует все числовые константы в директиве DD в шест. представление, но записывает объектный код в обратной последовательности. Таким образом десятичное значение 12345 преобразуется в шест. 00003039, но записывается в объектном коде как 39300000.

Символьное выражение директивы DD ограничено двумя символами. Ассемблер преобразует символы и выравнивает их слева в четырехбайтовом двойном слове, как показано в поле FLD2DD в объектном коде.

ДИРЕКТИВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЧЕТВЕРЕННОГО СЛОВА (DQ)

Директива DQ определяет элементы, имеющие длину четыре слова (восемь байт). Числовое выражение может содержать одну или более констант, каждая из которых имеет максимум восемь байт или 16 шест.цифр. Наибольшее положительное шест. число - это семерка и 15 цифр F. Для получения представления о величине этого числа, покажем, что шест. 1 и 15 нулей эквивалентен следующему десятичному числу:

1152921504606846976

В примере на рис. 5.1 поля FLD2DQ и FLD3DQ иллюстрируют числовые значения. Ассемблер преобразует все числовые кон станты в директиве DQ в шест. представление, но записывает объектный код в обратной последовательности, как и в дирек- тивах DD и DW.

Обработка ассемблером символьных строк в директиве DQ аналогично директивам DD и DW.

ДИРЕКТИВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕСЯТИ БАЙТ (DT)

Директива DT определяет элементы данных, имеющие длину в десять байт. Назначение этой директивы связано с "упакованными десятичными" числовыми величинами (см. гл.13). По директиве DT генерируются различные константы, в зависимости от версии ассемблера; для практического применения ознакомьтесь с руководством по вашему ассемблера.

На рис. 5.1 приведены примеры директивы DT для неопределенного элемента и для двухсимвольной константы.

Программа на рис.5.1 содержит только сегмент данных. Хотя ассемблер не выдает сообщений об ошибках, в таблице LINK MAP появится предупреждение: "Warning: No STACK Segment", а компановщик LINK выдаст "There were 1 errors detected" (Обнаружена 1 ошибка). Несмотря на это предупреждение можно использовать отладчик DEBUG для просмотра объектного кода, как показано на рис. 5.2.

Правая сторона дампа отчетливо показывает символьные данные, как, например, "Personal Computer".

НЕПОСРЕДСТВЕННЫЕ ОПЕРАНДЫ

На рис. 2.1 в главе 2 было показано использование непосредственных операндов. Команда

MOV AX,0123H

пересылает непосредственную шест. константу 0123 в регистр AX. Трехбайтный объектный код для этой команды есть B82301, где B8 обозначает "переслать непосредственное значение в регистр AX", а следующие два байта содержат само значение. Многие команды имеют два операнда: первый может быть регистр или адрес памяти, а второй - непосредственная константа.

Рис. 5.2. Дамп сегмента данных.

Использование непосредственного операнда более эффектив но, чем определение числовой константы в сегменте данных и организация ссылки на нее в операнде команды MOV, например,

Сегмент данных: AMT1 DW 0123H
Сегмент кодов: MOV AX,AMT1

Длина непосредственных операндов

Длина непосредственной константы зависит от длины первого операнда. Например, следующий непосредственный операнд является двухбайтовым, но регистр AL имеет только один байт:

MOV AL,0123H (ошибка)

однако, если непосредственный операнд короче, чем получающий операнд, как в следующем примере

ADD AX,25H (нет ошибки)

то ассемблер расширяет непосредственный операнд до двух байт, 0025 и записывает объектный код в виде 2500.

Непосредственные форматы

Непосредственная константа может быть шестнадцатиричной, например, 0123H; десятичной, например, 291 (которую ассемблер конвертирует в шест.0123); или двоичной, например, 100100011B (которая преобразуется в шест. 0123).

Ниже приведен список команд, которые допускают непосредственные операнды:

Команды пересылки и сравнения: MOV, CMP.
Арифметические команды: ADC, ADD, SBB, SUB.
Команды сдвига: RCL, RCR, ROL, ROR, SHL, SAR, SHR.
Логические команды: AND, OR, TEST, XOR.

На рис. 5.3 приведены примеры допустимых команд с непосредственными операндами. В последующих главах будут объяснены команды арифметического переноса, сдвига и логические команды. Поскольку сейчас данные примеры не предназначены для выполнения, в них опущено определение стека и инициализация сегментных регистров.

Для создания элементов, длинее чем два байта, можно использовать цикл (см. гл.7) или строковые команды (см. гл.11).

Рис. 5.3. Команды с непосредственными данными.

ДИРЕКТИВА EQU

Директива EQU не определяет элемент данных, но определяет значение, которое может быть использовано для постановки в других командах. Предположим, что в сегменте данных закодирована следующая директива EQU:

```
TIMES EQU 10
```

Имя, в данном случае TIMES, может быть представлено любым допустимым в ассемблере именем. Теперь, в какой-бы команде или директиве не использовалось слово TIMES ассемблер подставит значение 10. Например, ассемблер преобразует директиву

```
FIELDA DB TIMES DUP (?) в
FIELDA DB 10 DUP (?)
```

Имя, связанное с некоторым значением с помощью директивы EQU, может использоваться в командах, например:

```
COUNTR EQU 05
```

```
...
MOV CX,COUNTR
```

Ассемблер заменяет имя COUNTR в команде MOV на значение 05, создавая операнд с непосредственным значением, как если бы было закодировано

```
MOV CX,05 ;Ассемблер подставляет 05
```

Здесь приемущество директивы EQU заключается в том, что многие команды могут использовать значение, определенное по имени COUNTR. Если это значение должно быть изменено, то изменению подлежит лишь одна директива EQU. Естественно, что использование директивы EQU разумно лишь там, где подстановка имеет смысл для ассемблера. В директиве EQU можно использовать символические имена:

```
1. TP EQU TOTALPAY
2. MPY EQU MUL
```

Первый пример предполагает, что в сегменте данных программы определено имя TOTALPAY. Для любой команды, содержащей операнд TP, ассемблер заменит его на адрес TOTALPAY. Второй пример показывает возможность использования в программе слова MPY вместо обычного мнемокода MUL.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Имена элементов данных в программе должны быть уникальны и по возможности наглядны. Например, элемент для зарплаты служащего может иметь имя EMPWAGE.

ъ Для определения символьных строк используйте директиву DB, так как ее формат допускает строки длиннее двух байт и формирует их в нормальной последовательности (слева-направо).

ъ Будьте внимательны при указании десятичных и шест. значений. Сравните, например, сложение содержимого регистра AX с десятичным 25 и с шест. 25:

```
ADD AX,25 ;Прибавить 25
ADD AX,25H ;Прибавить 37
```

ъ Помните, что директивы DW, DD и DQ записывают числовое значение в объектном коде в обратной последовательности байт.

ъ Используйте элементы DB для операций с полурегистрами (AL, AH, BL и т.д.) и DW для операций с полными регистрами (AX, BX, CX и т.д.). Числовые элементы, определенные директивами DD и DQ имеют специальное применение.
ъ Следите за соответствием непосредственных операндов размеру регистра: однобайтовая константа - однобайтовый регистр (AL, BH), двухбайтовая константа - полный регистр (AX, BX).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

5.1. Какова длина в байтах для элементов данных, определен ных директивами: а) DW, б) DD, в) DT, г) DB, д) DQ?
5.2. Определите символьную строку по имени TITLE1, содержащую константу RGB Electronics.
5.3. Определите следующие числовые значения в элементах данных с именами от FLDA до FLDE:
а) четырехбайтовый элемент, содержащтй шест. эквивалент десятичного числа 115;
b) однобайтовый элемент, содержащий шест. эквивалент десятичного числа 25;
c) двухбайтовый элемент, содержащий неопределенное значение;
d) однобайтовый элемент, содержащий двоичной эквивалент десятичного числа 25;
е) директиву DW, содержащую последовательные значения 16, 19, 20, 27, 30.
5.4. Покажите сгенерированный шест. объектный код для а) DB '26' и б) DB 26.
5.5. Определите ассемблерный шест. объектный код для а) DB 26H, б) DW 2645H, в) DD 25733AH, г) DQ 25733AH.
5.6. Закодируйте следующие команды с непосредственными операндами:
а) загрузить 320 в регистр AX;
б) сравнить поле FLDB с нулем;
в) прибавить шест. 40 к содержимому регистра BX;
г) вычесть шест. 40 из регистра CX;
д) сдвинуть содержимое поля FLDB на один бит влево;
е) сдвинуть содержимое регистра CH на один бит вправо.
5.7. Введите и ассемблируйте элементы данных и команды из вопросов 5.2, 5.3 и 5.6. Стек для этого упражнения не требуется. Также не следует выполнять компановку. Для проверки ассемблированного кода используйте отладчик DEBUG. Распечатайте LST-файл (листинг), если в результа

те ассемблирования не будет сообщений об ошибках. Не забудте команду MODE LPT1:132,6 для установки ширины печати.

ГЛАВА 6. Программы в COM-файлах

Программы в COM-файлах
Цель: Объяснить назначение и использование COM-файлов и перевод ассемблерных программ в формат COM-файлов.
ВВЕДЕНИЕ

До сих пор вы писали, ассемблировали и выполняли програм мы в EXE-формате. Компановщик LINK автоматически генерирует особый формат для EXE-файлов, в котором присутствует специальный начальный блок (заголовок) размером не менее 512 байт. (В главе 22 рассматривается содержимое начальных блоков).

Для выполнения можно также создавать COM-файлы. Примером часто используемого COM-файла является COMMAND.COM. Програм ма EXE2BIN.COM в оперативной системе DOS преобразует EXE- файлы в COM-файлы. Фактически эта программа создает BIN (двоичный) файл, поэтому она и называется "преобразователь EXE в Bin (EXE-to-BIN)". Выходной Bin-файл можно переимено вать в COM-файл.
РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ ПРОГРАММАМИ В EXE и COM-файлах

Несмотря на то, что EXE2BIN преобразует EXE-файл в COM-файл, существуют определенные различия между программой, выполняемой как EXE-файл и программой, выполняемой как COM-файл.

Размер программы. EXE-программа может иметь любой размер, в то время как COM-файл ограничен размером одного сегмента и не превышает 64K. COM-файл всегда меньше, чем соответствую щий EXE-файл; одна из причин этого - отсутствие в COM-файле 512-байтового начального блока EXE-файла.

Сегмент стека. В EXE-программе определяется сегмент сте ка, в то время как COM-программа генерирует стек автоматичес ки. Таким образом при создании ассемблерной программы, которая будет преобразована в COM-файл, стек должен быть опущен.

Сегмент данных. В EXE программе обычно определяется сег мент данных, а регистр DS инициализируется адресом этого сегмента. В COM-программе все данные должны быть определены в сегменте кода. Ниже будет показан простой способ решения этого вопроса.

Инициализация. EXE-программа записывает нулевое слово в стек и инициализирует регистр DS. Так как COM-программа не имеет ни стека, ни сегмента данных, то эти шаги отсутствуют. Когда COM-программа начинает работать, все сегментные ре гистры содержат адрес префикса программного сегмента (PSP), - 256-байтового (шест. 100) блока, который резервируется операционной системой DOS непосредственно перед COM или EXE программой в памяти. Так как адресация начинается с шест. смещения 100 от начала PSP, то в программе после оператора SEGMENT кодируется директива ORG 100H.

Обработка. Для программ в EXE и COM форматах выполняется ассемблирование для получения OBJ-файла, и компановка для получения EXE-файла. Если программа создается для выполнения как EXE-файл, то ее уже можно выполнить. Если же программа создается для выполнения как COM-файл, то компановщиком будет выдано сообщение:

Warning: No STACK Segment
(Предупреждение: Сегмент стека не определен)
Это сообщение можно игнорировать, так как определение стека в программе не предполагалось. Для преобразования EXE-файла в COM-файл используется программа EXE2BIN. Предположим, что EXE2BIN имеется на дисководе A, а скомпанованный файл по имени CALC.EXE - на дисководе B. Введите

EXE2BIN B:CALC,B:CALC.COM
Так как первый операнд всегда предполагает EXE файл, то можно не кодировать тип EXE. Второй операнд может иметь другое имя (не CALC.COM). Если не указывать тип COM, то EXE2BIN примет по умолчанию тип BIN, который впоследствии можно переименовать в COM. После того как преобразование будет выполнено можно удалить OBJ- и EXE-файлы.

Если исходная программа написана для EXE-формата, то мож но, используя редактор, заменить команды в исходном тексте для COM файла.

ПРИМЕР COM-ПРОГРАММЫ

Программа EXCOM1, приведенная на рис. 6.1, аналогична программе на рис. 4.3, но изменена согласно требований COM- формата. Обратите внимание на следующие изменения в этой COM-программе: ъ Стек и сегмент данных отсутствует. ъ Оператор ASSUME указывает ассемблеру установить относи
тельные адреса с начала сегмента кодов. Регистр CS
также содержит этот адрес, являющийся к тому же адресом
префикса программного сегмента (PSP). Директива ORG
служит для резервирования 100 (шест.) байт от начально
го адреса под PSP.

ъ Директива ORG 100H устанавливает относительный адрес
для начала выполнения программы. Программный загрузчик
использует этот адрес для командного указателя. ъ Команда JMP используется для обхода данных, определен
ных в программе.

Ниже показаны шаги для обработки и выполнения этой программы:

MASM [ответы на запросы обычные]
LINK [ответы на запросы обычные]
EXE2BIN B:EXCOM1,B:EXCOM1.COM
DEL B:EXCOM1.OBJ,B:EXCOM1.EXE (удаление OBJ и EXE-файлов)

Размеры EXE- и COM-программ - 788 и 20 байт соответствен но. Учитывая такую эффективность COM-файлов, рекомендуется все небольшие программы создавать для COM-формата. Для трассировки выполнения программы от начала (но не включая) команды RET введите DEBUG B:EXCOM1.COM.

Некоторые программисты кодируют элементы данных после команд так, что первая команда JMP не требуется. Кодирование элементов данных перед командами позволяет ускорить процесс ассемблирования и является методикой, рекомендуемой в руководстве по ассемблеру.

Рис. 6.1. Пример COM-программы.

СТЕК ДЛЯ COM-ПРОГРАММЫ

Для COM-файла DOS автоматически определяет стек и устанав ливает одинаковый общий сегментный адрес во всех четырех сегментных регистрах. Если для программы размер сегмента в 64К является достаточным, то DOS устанавливает в регистре SP адрес конца сегмента - шест.FFFE. Это будет верх стека. Если 64К байтовый сегмент не имеет достаточно места для стека, то DOS устанавливает стек в конце памяти. В обоих случаях DOS записывает затем в стек нулевое слово.

Возможность использования стека зависит от размера про граммы и ограниченности памяти. С помощью команды DIR можно определить размер файла и вычислить необходимое пространство для стека.

Все небольшие программы в этой книге в основном расчитаны на COM-формат.

ОСОБЕННОСТЬ ОТЛАДКИ

Несоблюдение хотя бы одного требования COM-формата может послужить причиной неправильной работы программы. Если EXE2BIN обнаруживает ошибку, то выдается сообщение о

невозможности преобразования файла без указания конкретной причины. Необходимо проверить в этом случае директивы SEGMENT, ASSUME и END. Если опущен ORG 100H, то на данные в префиксе программного сегмента будут установлены неправиль ные ссылки с непредсказуемым результатом при выполнении.

При выполнении COM-программы под управлением отладчика DEBUG необходимо использовать команду D CS:100 для просмотра данных и команд. Не следует выполнять в отладчике команду RET; предпочтительнее использовать команду Q отладчика. Некоторые программисты используют INT 20H вместо команды RET.

Попытка выполнить EXE-модуль программы, написанной для COM-формата, не имеет успеха.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Объем COM-файла ограничен 64К.
ъ COM-файл меньше, чем соответствующий EXE-файл.
ъ Программа, написанная для выполнения в COM-формате не содержит стека и сегмента данных и не требует инициали зации регистра DS.
ъ Программа, написанная для выполнения в COM-формате использует директиву ORG 100H после директивы SEGMENT для выполнения с адреса после префикса программного сегмента.
ъ Программа EXE2BIN преобразует EXE-файл в COM-файл, обусловленный указанием типа COM во втором операнде.
ъ Операционная система DOS определяет стек для COM-прог раммы или в конце программы, если позволяет размер, или в конце памяти.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

6.1. Каков максимальный размер COM-файла?
6.2. Какие сегменты можно определить в программе, которая будет преобразована в COM-файл?
6.3. Как обходится COM-файл при выполнении с фактом отсут ствия определения стека?
6.4. Программа в результате компановки получала имя SAMPLE.EXE. Напишите команду DOS для преобразования ее в COM-файл.

6.5. Измените программу из вопроса 4.6 для COM-формата, обра
ботайте ее и выполните под управлением отладчика DEBUG.

ГЛАВА 7. Логика и Организация Программы

Логика и Организация Программы
Цель: Раскрыть механизм передачи управления в программе (циклы и переходы) для логических сравнений и программной организации.
ВВЕДЕНИЕ

До этой главы примеры выполнялись последовательно команда за командой. Однако, программируемые задачи редко бывают так просты. Большинство программ содержат ряд циклов, в которых несколько команд повторяются до достижения определенного требования, и различные проверки, определяюшие какие из нескольких действий следует выполнять. Обычным требованием является проверка - должна ли программа завершить выполнение.

Эти требования включают передачу управления по адресу команды, которая не находится непосредственно за выполняемой в текущий момент командой. Передача управления может осущест вляться вперед для выполнения новой группы команд или назад для повторения уже выполненных команд.

Некоторые команды могут передавать управление, изменяя нормальную последовательность шагов непосредственной модификацией значения смещения в командном указателе. Ниже приведены четыре способа передачи управления (все будут рассмотрены в этой главе):

Безусловный переход: JMP
Цикл: LOOP
Условный переход: Jnnn (больше,меньше,равно)
Вызов процедуры: CALL

Заметим, что имеется три типа адресов: SHORT, NEAR и FAR. Адресация SHORT используется при циклах, условных переходах и некоторых безусловных переходах. Адресация NEAR и FAR используется для вызовов процедур (CALL) и безусловных переходов, которые не квалифицируются , как SHORT. Все три типа передачи управления воздействуют на содержимое регистра IP; тип FAR также изменяет регистр CS.
КОМАНДА JMP

Одной из команд обычно используемых для передачи управле ния является команда JMP. Эта команда выполняет безусловный переход, т.е. обеспечивает передачу управления при любых обстоятельствах.

В COM-программе на рис. 7.1 используется команда JMP. В регистры AX, BX, и CX загружается значение 1, и затем в цикле выполняются следующие операции:

прибавить 1 к регистру AX,
прибавить AX к BX,
удвоить значение в регистре CX.

Повторение цикла приводит к увеличению содержимого регистра AX: 1,2,3,4..., регистра BX: 1,3,6,10..., и регистра CX: 1,2,4,8... Начало цикла имеет метку, в данном случае, A20: - двоетичие обозначает, что метка находится внутри процедуры (в данном случае BEGIN) в сегменте кода. В конце цикла находится команда

JMP A20

которая указывает на то, что управление должно быть передано команде с меткой A20. Обратите внимание, что адресная метка в операнде команды указывается без двоеточия. Данный цикл не имеет выхода и приводит к бесконечному выполнению - такие циклы обычно не используются.

Рис.7.1. Использование команды JMP.

Метку можно кодировать на одной строке с командой:

A20: ADD AX,01

или на отдельной строке:

A20:
ADD AX,01

В обоих случаях адрес A20 указывает на первый байт команды ADD. Двоеточие в метке A20 указывает на тип метки - NEAR. Запомните: отсутствие двоеточия в метке является частой ошибкой. В нашем примере A20 соответствует -9 байтам от команды JMP, в чем можно убедиться по объектному коду команды - EBF7. EB представляет собой машинный код для короткого перехода JMP, а F7 - отрицательное значение смещения (-9). Команда JMP прибавляет F7 к командному указателю (IP), который содержит адрес команды после JMP (0112):

Дес. Шест.
Командный указатель: 274 112
Адрес в команде JMP: -9 F7 (двоичное дополнение)
Адрес перехода: 265 109

В результате сложения получается адрес перехода - шест. 109. Проверьте по листингу программы, что относительный адрес метки действительно соответствует шест.109. Соответственно операнд в команде JMP для перехода вперед имеет положитель ное значение.

Команда JMP для перехода в пределах -128 до +127 байт имеет тип SHORT. Ассемблер генерирует в этом случае однобайтовый операнд в пределах от 00 до FF. Команда JMP, превосходящая эти пределы, получает тип FAR, для которого генерируется другой машинный код и двухбайтовый операнд. Ассемблер в первом просмотре исходной программы определяет длину каждой команды. Однако, команда JMP может быть длиной два или три байта. Если к моменту просмотра команды JMP ассемблер уже вычислил значение операнда (при переходе назад):

```
A50:
...
JMP A50
```

то он генерирует двухбайтовую команду. Если ассемблер еще не вычислил значение операнда (при переходе вперед)

```
JMP A90
...
A90:
```

то он не знает тип перехода NEAR или FAR, и автоматически генерирует 3-х байтовую команду. Для того, чтобы указать ассемблеру на необходимость генерации двухбайтовой команды, следует использовать оператор SHORT:

```
JMP SHORT A90
...
A90:
```

В качестве полезного упражнения, введите программу, проассемблируйте ее, скомпануйте и переведите в COM-формат. Определение данных не требуется, поскольку непосредственные операнды генерируют все необходимые данные. Используйте отладчик DEBUG для пошагового выполнения COM-модуля и просмотрите несколько повторений цикла. Когда регистр AX будет содержать 08, BX и CX увеличатся до шест. 24 (дес. 36) и шест. 80 (дес. 128), соответственно. Для выхода из отладчика используйте команду Q.

КОМАНДА LOOP

Команда JMP в примере на рис. 7.1 реализует бесконечный цикл. Но более вероятно подпрограмма должна выполнять определенное число циклов. Команда LOOP, которая служит для этой цели, использует начальное значение в регистре CX. В каждом цикле команда LOOP автоматически уменьшает содержимое

регистра CX на 1. Пока значение в CX не равно нулю, управление передается по адресу, указанному в операнде, и если в CX будет 0, управление переходит на слудующую после LOOP команду.

Программа на рис. 7.2, иллюстрирующая использование коман ды LOOP, выполняет действия, аналогичные примеру на рис. 7.1 за исключением того, что после десяти циклов программа завершается. Команда MOV инициализирует регистр CX значением 10. Так как команда LOOP использует регистр CX, то в программе для удвоения начального значения 1 вместо регистра CX используется DX. Команда JMP A20 заменена командой LOOP и для эффективности команда ADD AX,01 заменена командой INC AX (увеличение AX на 1).

Аналогично команде JMP, операнд команды LOOP определяет расстояние от конца команды LOOP до адреса метки A20, кото рое прибавляется к содержимому командного указателя. Для команды LOOP это расстояние должно быть в пределах от -128 до +127 байт. Если операнд превышает эти границы, то ассемб лер выдаст сообщение "Relative jump out of range" (превышены границы перехода).

Для проверки команды LOOP рекомендуется изменить соответствующим образом программу, приведенную на рис.7.1, выполнить ее ассемблирование, компановку и преобразование в COM-файл. Для трассировки всех десяти циклов используйте отладчик DEBUG. Когда в значение регистре CX уменьшится до нуля, содержимое регистров AX, BX и DX будет соответственно шест. 000B, 0042 и 0400. Для выхода из отладчика введите команду Q.

Дополнительно существует две разновидности команды LOOP - это LOOPE (или LOOPZ) и LOOPNE (или LOOPNZ). Обе команды также уменьшают значение регистра CX на 1. Команда LOOPE передает управление по адресу операнда, если регистр CX имеет ненулевое значение и флаг нуля установлен (ZF=1). Команда LOOPNE передает управление по адресу операнда, если регистр CX имеет ненулевое значение и флаг нуля сброшен (ZF=0).

Рис. 7.2. Использование команды LOOP.

ФЛАГОВЫЙ РЕГИСТР

Следующий материал данной главы требует более детального ознакомления с флаговым регистром. Этот регистр содержит 16 бит флагов, которые управляются различными командами для индикации состояния операции. Во всех случаях флаги сохраня ют свое значение до тех пор, пока другая команда не изменит его. Флаговый регистр содержит следующие девять используемых бит (звездочками отмечены неиспользуемые биты):

Номер бита: 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

Флаг: * * * * O D I T S Z * A * P * C
Рассмотрим эти флаги в последовательности справа налево.

CF (Carry Flag) - флаг переноса. Содержит значение "переносов" (0 или 1) из старшего разряда при арифметичес ких операциях и некоторых операциях сдвига и циклического сдвига (см. гл.12).

PF (Parity Flag) - флаг четности. Проверяет младшие восемь бит результатов операций над данными. Нечетное число бит приводит к установке этого флага в 0, а четное - в 1. Не следует путать флаг четности с битом контроля на четность.

AF (Auxiliary Carry Flag) - дополнительный флаг переноса. Устанавливается в 1, если арифметическая операция приводит к переносу четвертого справа бита (бит номер 3) в регистро вой однобайтовой команде. Данный флаг имеет отношение к арифметическим операциям над символами кода ASCII и к десятичным упакованным полям.

ZF (Zero Flag) - флаг нуля. Устанавливается в качестве результата арифметических команд и команд сравнения. Как это ни странно, ненулевой результат приводит к установке нулевого значения этого флага, а нулевой - к установке единичного значения. Кажущееся несоответствие является, однако, логически правильным, так как 0 обозначает "нет" (т.е. результат не равен нулю), а единица обозначает "да" (т.е. результат равен нулю). Команды условного перехода JE и JZ проверяют этот флаг.

SF (SIgn Flag) - знаковый флаг. Устанавливается в соответ ствии со знаком результата (старшего бита) после арифмети ческих операций: положительный результат устанавливает 0, а отрицательный - 1. Команды условного перехода JG и JL проверяют этот флаг.

TF (Trap Flag) - флаг пошагового выполнения. Этот флаг вам уже приходилось устанавливать, когда использовалась ко манда T в отладчике DEBUG. Если этот флаг установлен в еди ничное состояние, то процессор переходит в режим пошагового выполнения команд, т.е. в каждый момент выполняется одна команда под пользовательским управлением.

IF (Interrupt Flag) - флаг прерывания. При нулевом состоя нии этого флага прерывания запрещены, при единичном - разрешены.

DF (DIrection Flag) - флаг направления. Используется в строковых операциях для определения направления передачи данных. При нулевом состоянии команда увеличивает содержимое

регистров SI и DI, вызывая передачу данных слева направо, при нулевом - уменьшает содержимое этих регистров, вызывая передачу данных справа налево (см. гл.11).

OF (Overflow Flag) - флаг переполнения. Фиксирует арифме тическое переполнение, т.е. перенос в/из старшего (знаково го) бита при знаковых арифметических операциях.

В качестве примера: команда CMP сравнивает два операнда и воздействуте на флаги AF, CF, OF, PF, SF, ZF. Однако, нет необходимости проверять все эти флаги по отдельности. В сле- дующем примере проверяется содержит ли регистр BX нулевое значение:

```
CMP BX,00 ;Сравнение BX с нулем
JZ B50 ;Переход на B50 если нуль
. (действия при ненуле)
.
B50: ... ;Точка перехода при BX=0
```

Если BX содержит нулевое значение, команда CMP устанавливает флаг нуля ZF в единичное состояние, и возможно изменяет (или нет) другие флаги. Команда JZ (перехлд если нуль) проверяет только флаг ZF. При единичном значении ZF, обозначающее нулевой признак, команда передает управление на адрес, указанный в ее операнде, т.е. на метку B50.

КОМАНДЫ УСЛОВНОГО ПЕРЕХОДА

В предыдущих примерах было показано, что команда LOOP уменьшает на единицу содержимое регистра CX и проверяет его: если не ноль, то управление передается по адресу, указанному в операнде. Таким образом, передача управления зависит от конкретного состояния. Ассемблер поддерживает большое количество команд условного перехода, которые осуществляют передачу управления в зависимости от состояний флагового регистра. Например, при сравнении содержимого двух полей последующий переход зависит от значения флага.

Команду LOOP в программе на рис.7.2 можно заменить на две команды: одна уменьшает содержимое регистра CX, а другая выполняет условный переход:

Использование LOOP Использование условного перехода

LOOP A20 DEC CX

JNZ A20 Команды DEC и JNZ действуют аналогично команде LOOP: уменьшают содержимое регистра CX на 1 и выполняет переход на метку A20, если в CX не ноль. Команда DEC кроме того устанавливает флаг нуля во флаговом регистре в состояние 0 или 1. Команда JNZ затем проверяет эту установку. В рассмот ренном примере команда LOOP хотя и имеет огпаниченное исполь зование, но более эффективна, чем две команды: DEC и JNZ.

Аналогично командам JMP и LOOP операнд в команде JNZ содержит значение расстояния между концом команды JNZ и адресом A20, которое прибавляется к командному указателю. Это расстояние должно быть в пределах от -128 до +127 байт. В случае перехода за эти границы ассемблер выдаст сообщение "Relative jump out of range" (превышены относительные грани цы перехода).

Знаковые и беззнаковые данные.

Рассматривая назначение команд условного перехода следует пояснить характер их использования. Типы данных, над которы ми выполняются арифметические операции и операции сравнения определяют какими командами пользоваться: беззнаковыми или знаковыми. Беззнаковые данные используют все биты как биты данных; характерным примером являются символьные строки: имена, адреса и натуральные числа. В знаковых данных самый левый бит представляет собой знак, причем если его значение равно нулю, то число положительное, и если единице, то отрицательное. Многие числовые значения могут быть как положительными так и отрицательными.

В качестве примера предположим, что регистр AX содержит 11000110, а BX - 00010110. Команда

CMP AX,BX

сравнивает содержимое регистров AX и BX. Если данные беззнаковые, то значение в AX больше, а если знаковые - то меньше.

Переходы для беззнаковых данных.

Мнемоника Описание Проверяемые флаги

JE/JZ Переход, если равно/нуль ZF JNE/JNZ Переход, если не равно/не нуль ZF JA/JNBE Переход, если выше/не ниже или равно ZF,CF JAE/JNB Переход, если выше или равно/не ниже CF JB/JNAE Переход, если ниже/не выше или равно CF JBE/JNA Переход, если ниже или равно/не выше CF,AF

Любую проверку можно кодировать одним из двух мнемоничес ких кодов. Например, JB и JNAE генерирует один и тот же объектный код, хотя положительную проверку JB легче понять, чем отрицательную JNAE.

Переходыдля знаковых данных

Мнемоника Описание Проверяемые флаги

JE/JZ Переход, если равно/нуль ZF JNE/JNZ Переход, если не равно/не нуль ZF JG/JNLE Переход, если больше/не меньше или равно ZF,SF,OF

JGE/JNL Переход, если больше или равно/не меньше SF,OF JL/JNGE Переход, если меньше/не больше или равно SF,OF JLE/JNG Переход, если меньше или равно/не больше ZF,SF,OF

Команды перехода для условия равно или ноль (JE/JZ) и не равно или не ноль (JNE/JNZ) присутствуют в обоих списках для беззнаковых и знаковых данных. Состояние равно/нуль происходит вне зависимости от наличия знака.

Специальныеарифметическиепроверки
Мнемоника Описание Проверяемые флаги

JS Переход, если есть знак (отрицательно) SF
JNS Переход, если нет знака(положительно) SF
JC Переход, если есть перенос (аналогично JB) CF
JNC Переход, если нет переноса CF
JO Переход, если есть переполнение OF
JNO Переход, если нет переполнения OF
JP/JPE Переход, если паритет четный PF
JNP/JP Переход, если паритет нечетный PF

Еще одна команда условного перехода проверяет равно ли содержимое регистра CX нулю. Эта команда необязательно должна располагаться непосредственно за командой арифметики или сравнения. Одним из мест для команды JCXZ может быть начало цикла, где она проверяет содержит ли регистр CX ненулевое значение.

Не спешите пока заучивать эти команды наизусть. Запомните только, что для беззнаковых данных есть переходы по состоя ниям равно, выше или ниже, а для беззнаковых - равно, больше или меньше. Переходы по проверкам флагов переноса, переполнения и паритета имеют особое назначение. Ассемблер транслирует мнемонические коды в объектный код независимо от того, какую из двух команд вы применили. Однако, команды JAE и JGE являясь явно одинаковыми, проверяют различные флаги.

ПРОЦЕДУРЫ И ОПЕРАТОР CALL

В предыдущих главах примеры содержали в кодовом сегменте только одну процедуру, оформленную следующим образом:

```
BEGIN PROC FAR
.
.
BEGIN ENDP
```

Операнд FAR информирует систему о том, что данный адрес явля ется точкой входа для выполнения, а директива ENDP определя ет конец процедуры. Кодовый сегмент, однако, может содержать

любое количество процедур, которые разделяются директивами PROC и ENDP. Типичная организация многопроцедурной программы приведена на рис. 7.3.

Обратите внимание на следующие особенности:

ъ директивы PROC по меткам B10 и C10 имеют операнд NEAR для указания того, что эти процедуры находятся в теку щем кодовом сегменте. Во многих последующих примерах этот операнд опущен, так как по умолчанию ассемблер принимает тип NEAR.

ъ Каждая процедура имеет уникальное имя и содержит соб ственную директиву ENDP для указания конца процедуры.

ъ Для передачи управления в процедуре BEGIN имеются две команды: CALL B10 и CALL C10. В результате первой коман ды CALL управление передается процедуре B10 и начинает ся ее выполнение. Достигнув команды RET, управление возвращается на команду непосредственно следующую за CALL B10. Вторая команда CALL действует аналогично - передает управление в процедуру C10, выполняет ее команды и возвращает управление по команде RET.

Рис. 7.3. Вызов процедур.

ъ Команда RET всегда выполняет возврат в вызывающую про грамму. Программа BEGIN вызывает процедуры B10 и C10, которые возвращают управление обратно в BEGIN. Для выполнения самой программы BEGIN операционная система DOS вызывает ее и в конце выполнения команда RET возвра щает управление в DOS. Если процедура B10 не содержит завершающей команды RET, то выполнение команд продолжит ся из B10 непосредственно в процедуре C10. Если процедура C10 не содержит команды RET, то будут выпол няться команды, оказавшиеся за процедурой C10 с непред сказуемым результатом.

Использование процедур дает хорошую возможность организо вать логическую структуру программы. Кроме того, операнды для команды CALL могут иметь значения, выходящие за границу от -128 до +127 байт.

Технически управление в процедуру типа NEAR может быть передано с помощью команд перехода или даже обычным построч ным кодированием. Но в большенстве случаев рекомендуется использовать команду CALL для передачи управления в проце дуру и команду RET для возврата.

СЕГМЕНТ СТЕКА

До этого раздела в приводимых примерах встретились только две команды, использующих стек, - это команды PUSH в начале сегмента кодов, которые обеспечивают возврат в DOS, когда EXE-программа завершается. Естественно для этих программ требуется стек очень малого размера. Однако, команда CALL автоматически записывает в стек относительный адрес команды, следующей непосредственно за командой CALL, и увеличивает после этого указатель вершины стека. В вызываемой процедуре команда RET использует этот адрес для возврата в вызывающую процедуру и при этом автоматически уменьшается указатель вершины стека.

Таким образом, команды PUSH записывают в стек двухбайто вые адреса или другие значения. Команды POP обычно выбирают из стека записанные в него слова. Эти операции изменяют отно сительный адрес в регистре SP (т.е. в указатели стека) для доступа к следующему слову. Данное свойство стека требует чтобы команды RET и CALL соответствовали друг другу. Кроме того, вызванная процедура может вызвать с помощью команды CALL другую процедуру, а та в свою очередь - следующую. Стек должен иметь достаточные размеры для того, чтобы хранить все записываемые в него адреса. Для большенства примеров в дан ной книге стек объемом в 32 слова является достаточным.

Команды PUSH, PUSHF, CALL, INT, и INTO заносят в стек адрес возврата или содержимое флагового регистра. Команды POP, POPF, RET и IRET извлекают эти адреса или флаги из стека.

При передаче управления в EXE-программу система устанавли вает в регистрах следующие значения:

DS и ES: Адрес префикса программного сегмента - область в 256 (шест. 100) байт, которая предшествует выполняемому программному модулю в памяти.

CS: Адрес точки входа в программу (адрес первой выполняемой команды).

IP: Нуль.

SS: Адрес сегмента стека.

SP: Относительный адрес, указывающий на вершину стека. Например, для стека в 32 слова (64 байта), определенного как

```
DW 32 DUP(?)
```

SP содержит 64, или шест. 40.

Выполним трассировку простой EXE-программы, приведенной на рис.7.4. На практике вызываемые процедуры содержат любое число команд.

Текущая доступная ячейка стека для занесения или извлечения слова является вершина стека. Первая команда PUSH уменьшает значение SP на 2 и заносит содержимое регистра

DS (в данном примере 049f) в вершину стека, т.е. по адресу 4B00+3E. Вторая команда PUSH также уменьшает значение SP на 2 и записывает содержимое регистра AX (0000) по адресу 4B00+3C. Команда CALL B10 уменьшает значение SP и записывает относительный адрес следующей команды (0007) в стек по адресу 4B00+3A. Команда CALL C10 уменьшает значение SP и записывает относительный адрес следующей команды (000B) в стек по адресу 4B00+38.

При возврате из процедуры C10 команда RET извлекает 000B из стека (4B00+38), помещает его в указатель команд IP и увеличивает значение SP на 2. При этом происходит автомати ческий возврат по относительному адресу 000B в кодовом сегменте, т.е. в процедуру B10.

Рис. 7.4. Воздействие выполнения программы на стек.

Команда RET в конце процедуры B10 извлекает адрес 0007 из стека (4B00+3A), помещают его в IP и увеличивает значение SP на 2. При этом происходит автоматический возврат по относи тельному адресу 0007 в кодовом сегменте. Команда RET по адресу 0007 завершает выполнение программы, осуществляя возврат типа FAR.

Ниже показано воздействие на стек при выполнении каждой команды. Для трассировки программы можно использовать отладчик DEBUG. Приведено только содержимое памяти с адреса 0034 до 003F и содержимое регистра SP:

Команда Стек SP
Начальное значение: xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx 0040 PUSH DS (запись 049F) xxxx xxxx xxxx xxxx xxxx 049F 003E PUSH AX (запись 0000) xxxx xxxx xxxx xxxx 0000 049F 003C CALL B10 (запись 0007) xxxx xxxx xxxx 0700 0000 049F 003A CALL C10 (запись 000B) xxxx xxxx 0B00 0700 0000 049F 0038 RET (выборка 000B) xxxx xxxx xxxx 0700 0000 049F 003A RET (выборка 0007) xxxx xxxx xxxx xxxx 0000 049F 003C
| | | | | | Смещение в стеке: 0034 0036 0038 003A 003C 003E

Обратите внимание на два момента. Во-первых, слова в памя ти содержат байты в обратной последовательности, так 0007 записывается в виде 0700. Во-вторых, отладчик DEBUG при использовании его для просмотра стека заносит в стек другие значения, включая содержимое IP, для собственных нужд.

ПРОГРАММА: РАСШИРЕННЫЕ ОПЕРАЦИИ ПЕРЕСЫЛКИ

В предыдущих программах были показаны команды пересылки непосредственных данных в регистр, пересылки данных из памяти в регистр, пересылки содержимого регистра в память и

пересылки содержимого одного регистра в другой. Во всех случаях длина данных была ограничена одним или двумя байтами и не предусмотрена пересылка данных из одной области памяти непосредственно другую область. В данном разделе объясняется процесс пересылки данных, которые имееют длину более двух байт. В главе 11 будет показано использование операций над строками для пересылки данных из одной области памяти непосредственно в другую область.

В EXE-программе, приведенной на рис. 7.5, сегмент данных содержит три девятибайтовых поля, NAME1, NAME2, NAME3. Цель программы - переслать данные из поля NAME1 в поле NAME2 и переслать данные из поля NAME2 в поле NAME3. Так как эти поля имеют длину девять байт каждая, то для пересылки данных кроме простой команды MOV потребуются еще другие команды. Программа содержит несколько новых особенностей.

Процедура BEGIN инициализирует сегментные регистры и затем вызывает процедуры B10MOVE и C10MOVE. Процедура B10MOVE пересылает содержимое поля NAME1 в поле NAME2. Так как каждый раз пересылается только один байт, то процедура начинает с самого левого байта в поле NAME1 и в цикле пересы лает затем второй байт, третий и т.д.:

Рис. 7.5. Расширенные операции пересылки.

```
NAME1: A B C D E F G H I
       | | | | | | | | |
NAME2: J K L M N O P Q R
```

Для продвижения в полях NAME1 и NAME2 в регистр CX заносится значение 9, а регистры SI и DI используются в качестве индексных. Две команды LEA загружают относительные адреса полей NAME1 и NAME2 в регистры SI и DI:

```
LEA SI,NAME1 ;Загрузка относительных адресов
LEA DI,NAME2 ; NAME1 и NAME2
```

Для пересылки содержимого первого байта из поля NAME1 в первый байт поля NAME2 используются адреса в регистрах SI и DI. kвадратные скобки в командах MOV обозначают, что для доступа к памяти используется адрес в регистре, указанном в квадратных скобках. Таким образом, команда

```
MOV AL,[SI]
```

означает: использовать адрес в регистре SI (т.е.NAME1) для пересылки соответствующего байта в регистр AL. А команда

```
MOV [DI],AL
```

означает: пересылать содержимое регистра AL по адресу, лежащему в регистре DI (т.е. NAME2).

Следующие команды увеличивают значения регистров SI и DI и уменьшают значение в регистре SH. Если в регистре CX не нулевое значение, управление передается на следующий цикл (на метку B20).T ак как содержимое регистров SI и DI было увеличено на 1, то следующие команды MOV будут иметь дело с адресами NAME1+1 и NAME2+1. Цикл продолжается таким образом, пока не будет передано содержимое NAME1+8 и NAME2+8.

Процедура C10MOVE аналогична процедуре B10MOVE с двумя исключениями: она пересылает данные из поля NAME2 в поле NAME3 и использует команду LOOP вместо DEC и JNZ.

Задание: Введите программу, приведенную на рис.7.5, выполните ее ассемблирование, компановку и трассировку с помощью отладчика DEBUG. Обратите внимание на изменения в регистрах, командном указателе и в стеке. Для просмотра изменений в полях NAME2 и NAME3 используйте команду D DS:0.

КОМАНДЫ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ: AND, OR, XOR, TEST, NOT

Логические операции являются важным элементом в проектировании микросхем и имеют много общего в логике программирования. Команды AND, OR, XOR и TEST - являются командами логических операций. Эти команды используются для сброса и установки бит и для арифметических операций в коде ASCII (см.гл.13). Все эти команды обрабатывают один байт или одно слово в регистре или в памяти, и устанавливают флаги CF, OF, PF, SF, ZF.

AND: Если оба из сравниваемых битов равны 1, то результат равен 1; во всех остальных случаях результат - 0.

OR: Если хотя бы один из сравниваемых битов равен 1, то результат равен 1; если сравниваемые биты равны 0, то результат - 0.

XOR: Если один из сравниваемых битов равен 0, а другой равен 1, то результат равен 1; если сравниваемые биты одинаковы (оба - 0 или оба - 1) то результат - 0.

TEST: действует как AND-устанавливает флаги, но не изменяет биты.

Первый операнд в логических командах указывает на один байт или слово в регистре или в памяти и является единствен ным значением, которое может изменятся после выполнения команд. В следующих командах AND, OR и XOR используются одинаковые битовые значения:

AND OR XOR
0101 0101 0101
0011 0011 0011
Результат: 0001 0111 0110

Для следующих несвязанных примеров, предположим, что AL содержит 1100 0101, а BH содержит 0101 1100:

```
1. AND AL,BH ;Устанавливает в AL 0100 0100
2. OR BH,AL ;Устанавливает в BH 1101 1101
3. XOR AL,AL ;Устанавливает в AL 0000 0000
4. AND AL,00 ;Устанавливает в AL 0000 0000
5. AND AL,0FH ;Устанавливает в AL 0000 0101
6. OR CL,CL ;Устанавливает флаги SF и ZF
```

Примеры 3 и 4 демонстрируют способ очистки регистра. В примере 5 обнуляются левые четыре бита регистра AL. Хотя команды сравнения CMP могут быть понятнее, можно применить команду OR для следующих целей:

```
1. OR CX,CX ;Проверка CX на нуль
JZ ... ;Переход, если нуль
2. OR CX,CX ;Проверка знака в CX
JS ... ;Переход, если отрицательно
```

Команда TEST действует аналогично команде AND, но устанавливает только флаги, а операнд не изменяется. Ниже придено несколько примеров:

```
1. TEST BL,11110000B ;Любой из левых бит в BL
JNZ ... ; равен единице?
2. TEST AL,00000001B ;Регистр AL содержит
JNZ ... ; нечетное значение?
3. TEST DX,OFFH ;Регистр DX содержит
JZ ... ; нулевое значение?
```

Еще одна логическая команда NOT устанавливает обратное значе ние бит в байте или в слове, в регистре или в памяти: нули становятся единицами, а единицы - нулями. Если, например, регистр AL содержит 1100 0101, то команда NOT AL изменяет это значение на 0011 1010. Флаги не меняются. Команда NOT не эквивалентна команде NEG, которая меняет значение с положительного на отрицательное и наоборот, посредством замены бит на противоположное значение и прибавления единицы (см."Отрицательные числа" в гл.1.).

ПРОГРАММА: ИЗМЕНЕНИЕ СТРОЧНЫХ БУКВ НА ЗАГЛАВНЫЕ

Существуют различные причины для преобразований между строчными и заглавными буквами. Например, вы могли получить файл данных, созданный на компьютере, который работает только с заглавными буквами. Или некая программа должна позволить пользователям вводить команды как заглавными, так и строчными буквами (например, YES или yes) и преобразовать их в заглавные для проверки. Заглавные буквы от A до Z имеют

шест.коды от 41 до 5A, а строчные буквы от a до z имеют шест.коды от 61 до 7A. Единственная разница в том, что пятый бит равен 0 для заглавных букв и 1 для строчных:

Биты: 76543210 Биты: 76543210
Буква A: 01000001 Буква a: 01100001
Буква Z: 01011010 Буква z: 01111010

COM-программа, приведенная на рис. 7.6, преобразует данные в поле TITLEX из строчных букв в прописные, начиная с адреса TITLEX+1. Программа инициализирует регистр BX адресом TITLEX+1 и использует его для пересылки символов в регистр AH, начиная с TITLEX+1. Если полученное значение лежит в пределах от шест.61 и до 7A, то команда AND устанавливает бит 5 в 0:

AND AH,11011111B

Все символы, отличные от строчных букв (от a до z), не изменяются. Измененные символы засылаются обратно в область TITLEX, значение в регистре BX увеличивается для очередного символа и осуществляется переход на следующий цикл.

Используемый таким образом регистр BX действует как индексный регистр для адресации в памяти. Для этих целей можно использовать также регистры SI и DI.

Рис. 7.6. Изменение строчных букв на прописные.

КОМАНДЫ СДВИГА И ЦИКЛИЧЕСКОГО СДВИГА

Команды сдвига и циклического сдвига, которые представля ют собой часть логических возможностей компьютера, имеют следующие свойства:

- обрабатывают байт или слово;
- имеют доступ к регистру или к памяти;
- сдвигают влево или вправо;
- сдвигают на величину до 8 бит (для байта) и 16 бит (для слова);
- сдвигают логически (без знака) или арифметически (со знаком).

Значение сдвига на 1 может быть закодировано как непосред ственный операнд, значение больше 1 должно находиться в регистре CL.

Команды сдвига

При выполнении команд сдвига флаг CF всегда содержит зна чение последнего выдвинутого бита. Существуют следующие команды сдвига:

```
SHR ;Логический (беззнаковый) сдвиг вправо
SHL ;Логический (беззнаковый) сдвиг влево
SAR ;Арифметический сдвиг вправо
SAL ;Арифметический сдвиг влево
```

Следующий фрагмент иллюстрирует выполнение команды SHR:

```
MOV CL,03 ; AX:
MOV AX,10110111B ; 10110111
SHR AX,1 ; 01011011 ;Сдвиг вправо на 1
SHR AX,CL ; 00001011 ;Сдвиг вправо на 3
```

Первая команда SHR сдвигает содержимое регистра AX вправо на 1 бит. Выдвинутый в результате один бит попадает в флаг CF, а самый левый бит регистра AX заполняется нулем. Вторая команда сдвигает содержимое регистра AX еще на три бита. При этом флаг CF последовательно принимает значения 1, 1, 0, а в три левых бита в регистре AX заносятся нули.

Рассмотрим действие команд арифметического вправо SAR:

```
MOV CL,03 ; AX:
MOV AX,10110111B ; 10110111
SAR AX,1 ; 11011011 ;Сдвиг вправо на 1
SAR AX,CL ; 11111011 ;Сдвиг вправо на 3
```

Команда SAR имеет важное отличие от команды SHR: для заполне ния левого бита используется знаковый бит. Таким образом, положительные и отрицательные величины сохраняют свой знак. В приведенном примере знаковый бит содержит единицу.

При сдвигах влево правые биты заполняются нулями. Таким образом, результат команд сдвига SHL и SAL индентичен.

Сдвиг влево часто используется для удваивания чисел, а сдвиг вправо - для деления на 2. Эти операции осуществляются значительно быстрее, чем команды умножения или деления. Деление пополам нечетных чисел (например, 5 или 7) образует меньшие значения (2 или 3, соответственно) и устанавливаеют флаг CF в 1. Кроме того, если необходимо выполнить сдвиг на 2 бита, то использование двух команд сдвига более эффектив но, чем использование одной команды с загрузкой регистра CL значением 2.

Для проверки бита, занесенного в флаг CF используется команда JC (переход, если есть перенос).

Команды циклического сдвига

Циклический сдвиг представляет собой операцию сдвига, при которой выдвинутый бит занимает освободившийся разряд. Существуют следующие команды циклического сдвига:

```
ROR ;Циклический сдвиг вправо
ROL ;Циклический сдвиг влево
RCR ;Циклический сдвиг вправо с переносом
RCL ;Циклический сдвиг влево с переносом
```

Следующая последовательность команд иллюстрирует операцию циклического сдвига ROR:

```
MOV CL,03 ; BX:
MOV BX,10110111B ; 10110111
ROR BX,1 ; 11011011 ;Сдвиг вправо на 1
ROR BX,CL ; 01111011 ;Сдвиг вправо на 3
```

Первая команда ROR при выполнении циклического сдвига переносит правый единичный бит регистра BX в освободившуюся левую позицию. Вторая команда ROR переносит таким образом три правых бита.

В командах RCR и RCL в сдвиге участвует флаг CF. Выдвигае мый из регистра бит заносится в флаг CF, а значение CF при этом поступает в освободившуюся позицию.

Рассмотрим пример, в котором используются команды циклического и простого сдвига. Предположим, что 32-битовое значение находится в регистрах DX:AX так, что левые 16 бит лежат в регистре DX, а правые - в AX. Для умножения на 2 этого значения возможны следующие две команды:

```
SHL AX,1 ;Умножение пары регистров
RCL DX,1 ; DX:AX на 2
```

Здесь команда SHL сдвигает все биты регистра AX влево, причем самый левый бит попадает в флаг CF. Затем команда RCL сдвигает все биты регистра DX влево и в освободившийся правый бит заносит значение из флага CF.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОГРАММ

Ниже даны основные рекомендации для написания ассемблер ных программ:

1. Четко представляйте себе задачу, которую должна решить
   программа
2. Сделайте эскиз задачи в общих чертах и спланируйте
   общую логику программы. Например, если необходимо прове
   рить операции пересылки нескольких байт (как в примере
   на рис.7.5), начните с определения полей с пересылаемы
   ми данными. Затем спланируйте общую стратегию для
   инициализации, условного перехода и команды LOOP.
   Приведем основную логику, которую используют многие
   программисты в таком случае:
   инициализация стека и сегментных регистров
   вызов подпрограммы цикла
   возврат
   Подпрограмма цикла может быть спланирована следующим
   образом:
   инициализация регистров значениями адресов

```
    и числа циклов
    Метка: пересылка одного байта
    увеличение адресов на 1
    уменьшение счетчика на 1:
    если счетчик не ноль, то идти на метку
    если ноль, возврат
```

3. Представьте программу в виде логических блоков, следую щих друг за другом. Процедуры не превышающие 25 строк (размер экрана) удобнее для отладки.
4. Пользуйтесь тестовыми примерами программ. Попытки запом нить все технические детали и программирование сложных программ "из головы" часто приводят к многочисленным ошибкам.
5. Используйте комментарии для описания того, что должна делать процедура, какие арифметические действия или операции сравнения будут выполняться и что делают редко используемые команды. (Например, команда XLAT, не имеющая операндов).
6. Для кодирования программы используйте заготовку програм мы, скопированной в файл с новым именем.

В следующих программах данной книги важным является использование команды LEA, индексных регистров SI и DI, вызываемых процедур. Получив теперь базовые знания по ассемблеру, можем перейти к более развитому и полезному программированию.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Метки процедур (например, B20:) должны завершаться двое точием для указания типа NEAR. Отсутствие двоеточия приводит к ассемблерной ошибке.

ъ Метки для команд условного перехода и LOOP должны лежать в границах -128 до +127 байт. Операнд таких команд генерирует один байт объектного кода. Шест. от 01 до 7F соответствует десятичным значениям от +1 до +127, а шест. от FF до 80 покрывает значения от -1 до +128. Так как длина машинной команды может быть от 1 до 4 байт, то соблюдать границы не просто. Практически можно ориентироваться на размер в два экрана исходного текста (примерно 50 строк).

ъ При использовании команды LOOP, инициализируйте регистр CX положительным числом. Команда LOOP контролирует только нулевое значение, при отрицательном программа будет продолжать циклиться.

ъ Если некоторая команда устанавливает флаг, то данный флаг сохраняет это значение, пока другая команда его не изменит. Например, если за арифметической командой, которая устанавливает флаги, следуют команды MOV, то они не изменят флаги. Однако, для минимизации числа возможных ошибок, следует кодировать команды условного перехода непосредственно после команд, устанавливающих проверяемые флаги.

ъ Выбирайте команды условного перехода соответственно операциям над знаковыми или беззнаковыми данными.

ъ Для вызова процедуры используйте команду CALL, а для возврата из процедуры - команду RET. Вызываемая процеду ра может, в свою очередь, вызвать другую процедуру, и если следовать существующим соглашениям, то команда RET всегда будет выбирать из стека правильный адрес возвра та. Единственные примеры в этой книге, где используется переход в процедуру вместо ее вызова - в начале COM-программ.

ъ Будьте внимательны при использовании индексных операн дов. Сравните:

```
MOV AX,SI
MOV AX,[SI]
```

Первая команда MOV пересылает в регистр AX содержимое регистра SI. Вторая команда MOV для доступа к пересылае мому слову в памяти использует относительный адрес в регистре SI.

ъ Используйте команды сдвига для удванивания значений и для деления пополам, но при этом внимательно выбирайте соответствующие команды для знаковых и беззнаковых данных.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

7.1. Какое максимальное количество байт могут обойти коман ды короткий JMP, LOOP и относительный переход? Какой машинный код операнда при этом генерируется? 7.2. Команда JMP начинается на шест. 0624. Определите адрес перехода, если шест. объектный код для операнда команды JMP: а) 27, б) 6B, в) C6. 7.3. Напишите программу вычисления 12 чисел Фибоначи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13,... (каждое число в последовательности представляет собой сумму двух предыдущих чисел). Для организации цикла используйте команду LOOP. Выполните ассемблирование, компановку и с помощью отладчика DEBUG трассировку программы.

7.4. Предположим, что регистры AX и BX содержат знаковые данные, а CX и DX - беззнаковые. Определите команды CMP (где необходимо) и команды безусловного перехода для следующих проверок:

а) значение в DX больше, чем в CX?

б) значение в BX больше, чем в AX?

в) CX содержит нуль?

г) было ли переполнение?

д) значение в BX равно или меньше, чем в AX?

е) значение в DX равно или меньше, чем в CX? 7.5. На какие флаги воздействуют следующие события и какое значение этих флагов?

а) произошло переполнение;

б) результат отрицательный;

в) результат нулевой;

г) обработка в одношаговом режиме;

д) передача данных должна быть справа налево. 7.6. Что произойдет при выполнении программы , приведенной на рис.7.4, если в процедуре BEGIN будет отсутствовать команда RET? 7.7. Какая разница между кодированием в директиве PROC операнда с типом FAR и с типом NEAR? 7.8. Каким образом может программа начать выполнение процедуры? 7.9. В EXE-программе процедура A10 вызывает B10, B10 вызывает C10, а C10 вызывает D10. Сколько адресов, кроме начальных адресов возврата в DOS, содержит стек? 7.10. Предположим , что регистр BL содержит 11100011 и поле по имени BOONO содержит 01111001. Определите воздейст вие на регистр BL для следующих команд: а) XOR BL,BOONO; б) AND BL,BOONO; в) OR BL,BOONO; г) XOR BL,11111111B; д) AND BL,00000000B. 7.11. Измените программу на рис.7.6 для: а) определения содержимого TITLEX заглавными буквами; б) преобразова ние заглавных букв в строчные. 7.12. Предположим, что регистр DX содержит 10111001 10111001, а регистр CL - 03. Определите содержимое регистра DX после следующих несвязанных команд: а) SHR DX,1; б) SHR DX,CL; в) SHL DX,CL; г) SHL DL,1; д) ROR DX,CL; е) ROR DL,CL; ж) SAL DH,1. 7.13. Используя команды сдвига, пересылки и сложения, умножьте содержимое регистра AX на 10. 7.14. Пример программы, приведенной в конце раздела "сдвиг и циклический сдвиг", умножает содержимое пары регистров DX:AX на 2. Измените программу для: а) умножения на 4; б) деления на 4; в) умножения 48 бит в регистрах DX:AX:BX на 2.

ГЛАВА 8. Экранные операции I: Основные свойства

Экранные операции I: Основные свойства
Цель: Объяснить требования для вывода информации на экран, а также для ввода данных с клавиатуры.
ВВЕДЕНИЕ

В предыдущих главах мы имели дело с программами, в котор ых данные определялись в операндах команд (непосредственные данные) или инициализировались в конкретных полях программы. Число практических применений таких программ в действитель ности мало. Большинство программ требуют ввода данных с клавиатуры, диска или модема и обеспечивают вывод данных в удобном формате на экран, принтер или диск. Данные, предназначенные для вывода на экран и ввода с клавиатуры, имеют ASCII формат.

Для выполнения ввода и вывода используется команда INT (прерывание). Существуют различные требования для указания системе какое действие (ввод или вывод) и на каком устройстве необходимо выполнить. Данная глава раскрывает основные требования для вывода информации на экран и ввода данных с клавиатуры.

Все необходимые экранные и клавиатурные операции можно выполнить используя команду INT 10H, которая передает управление непосредственно в BIOS. Для выполнения некоторых более сложных операций существует прерывание более высокого уровня INT 21H, которое сначала передает управление в DOS. Например, при вводе с клавиатуры может потребоваться подсчет введенных символов, проверку на максимальное число символов и проверку на символ Return. Прерывание DOS INT 21H выполняет многие из этих дополнительных вычислений и затем автоматически передает управление в BIOS.

Материал данной главы подходит как для монохромных (черно-белых, BW), так и для цветных видеоммониторов. В главах 9 и 10 приведен материал для управления более совершенными экранами и для использоваения цвета.
КОМАНДА ПРЕРЫВАНИЯ: INT

Команда INT прерывает обработку программы, передает управление в DOS или BIOS для определенного действия и затем возвращает управление в прерванную программу для продолжения обработки. Наиболее часто прерывание используется для выполнения операций ввода или вывода. Для выхода из программы на обработку прерывания и для последующего возврата команда INT выполняет следующие действия:

ъ уменьшает указатель стека на 2 и заносит в вершину
стека содержимое флагового регистра; ъ очищает флаги TF и IF; ъ уменьшает указатель стека на 2 и заносит содержимое
регистра CS в стек; ъ уменьшает указатель стека на 2 и заносит в стек
значение командного указателя; ъ обеспечивает выполнение необходимых ддействий; ъ восстанавливает из стека значение регистра и возвращает
управление в прерванную программу на команду, следующую
после INT.

Этот процесс выполняется полностью автоматически. Необхо димо лишь определить сегмент стека достаточно большим для записи в него значений регистров.

В данной главе рассмотрим два типа прерываний: команду BIOS INT 10H и команду DOS INT 21H для вывода на экран и ввода с клавиатуры. В последующих примерах в зависимости от требований используются как INT 10H так и INT 21H.

УСТАНОВКА КУРСОРА

Экран можно представить в виде двумерного пространства с адресуемыми позициями в любую из которых может быть установ лен курсор. Обычный видеомонитор, например, имеет 25 строк (нумеруемых от 0 до 24) и 80 столбцов (нумеруемых от 0 до 79). В следующей таблице приведены некоторые примеры положений курсора на экране:

Дес. формат	Шест.формат		
Положение	строка	столбец	строка столбец
Верхний левый угол	00	00	00 00
Верхний правый угол	00	79	00 4F
Центр экрана	12	39/40	00 27/28
Нижний левый угол	24	00	18 00
Нижний правый угол	24	79	18 4F

Команда INT 10H включает в себя установку курсора в любую позицию и очистку экрана. Ниже приведен пример установки курсора на 5-ую строку и 12-ый столбец:

```
MOV AH,02 ;Запрос на установку курсора
MOV BH,00 ;Экран 0
MOV DH,05 ;Строка 05
MOV DL,12 ;Столбец 12
INT 10H ;Передача управления в BIOS
```

Значение 02 в регистре AH указывает команде INT 10H на выпол нение операции установки курсора. Значение строки и столбца должны быть в регистре DX, а номер экрана (или страницы) в регистре BH (обычно 0). Содержимое других регистров несущест венно. Для установки строки и столбца можно также использо вать одну команду MOV с непосредственным шест. значением:

```
MOV DX,050CH ;Строка 5, столбец 12
```

ОЧИСТКА ЭКРАНА

Запросы и команды остаются на экране пока не будут смеще ны в результате прокручивания ("скролинга") или переписаны на этом же месте другими запросами или командами. Когда программа начинает свое выполнение, экран может быть очищен. Очищаемая область экрана может начинаться в любой позиции и заканчиваться в любой другой позиции с большим номером. Начальное значение строки и столбца заносится в регистр DX, значение 07 - в регистр BH и 0600H в AX. В следующем примере выполняется очистка всего экрана:

```
MOV AX,0600H ;AH 06 (прокрутка)
;AL 00 (весь экран)
MOV BH,07 ;Нормальный атрибут (черно/белый)
MOV CX,0000 ;Верхняя левая позиция
MOV DX,184FH ;Нижняя правая позиция
INT 10H ;Передача управления в BIOS
```

Значение 06 в регистре AH указывает команде INT 10H на выполнение опарации очистки экрана. Эта операция очищает экран пробелами; в следующей главе скролинг (прокрутка) будет пассмотрен подробнее. Если вы по ошибке установили нижнюю правую позицию больше, чем шест. 184F, то очистка перейдет вновь к началу экрана и вторично заполнит некоторые позиции прробелами. Для монохромных экранов это не вызывает каких-либо неприятностей, но для некоторых цветных мониторов могут возникнуть серьезные ошибки.

ЭКРАННЫЕ И КЛАВИАТУРНЫЕ ОПЕРАЦИИ: БАЗОВАЯ ВЕРСИЯ DOS

Обычно программы должны выдать на экран сообщение о завер шении или об обнаружении ошибки, отобразить запрос для ввода данных или для получения указания пользователя. Рассмотрим сначала методы, применяемые в базовой версии DOS, в последую щих разделах будут показаны расширенные методы, введенные в DOS версии 2.0. Операции из базовой DOS работают во всех версиях, хотя в руководстве по DOS рекомендуется применять расширенные возможности для новых разработок. В базовой версии DOS команды вывода на экран более сложны, но команды ввода с клавиатуры проще в использовании, благодаря встроен ным проверкам.

ВЫВОД НА ЭКРАН: БАЗОВАЯ ВЕРСИЯ DOS

Вывод на экран в базовой версии DOS требует определения текстового сообщения в области данных, установки в регистре AH значения 09 (вызов функциии DOS) и указания команды DOS INT 21H. В процессе выполнения операции конец сообщения определяется по ограничителю ($), как это показано ниже:

```
NAMPRMP DB 'Имя покупателя?','$'
.
.
MOV AH,09 ;Запрос вывода на экран
LEA DX,NAMPRMP ;Загрузка адреса сообщ.
INT 21H ;Вызов DOS
```

Знак ограничителя "$" можно кодировать непосредственно после символьной строки (как показано в примере), внутри строки: 'Имя покупателя?$', или в следующем операторе DB '$'. Используя данную операцию, нельзя вывести на экран символ доллара "$". Кроме того, если знак доллара будет отсутство вать в коце строки, то на экран будут выводиться все последующие символы, пока знак "$" не встретиться в памяти.

Команда LEA загружает адрес области NAMPRMP в регистр DX для передачи в DOS адреса выводимой информации. Адрес поля NAMPRMP, загружаемый в DX по команде LEA, является относи тельным, поэтому для вычисления абсолютного адреса данных DOS складывает значения регистров DS и DX (DS:DX).

ПРОГРАММА: ВЫВОД НА ЭКРАН НАБОРА СИМВОЛОВ КОДА ASCII

Большинство из 256 кодов ASCII имеют символьное представ ление, и могут быть выведены на экран. Шест. коды 00 и FF не имеют символов и выводятся на экран в виде пробелов, хотя символ пробела имеет в ASCII шест. код 20.

На рис. 8.1 показана COM-программа, которая выводит на экран полный набор символов кода ASCII. Программа вызывает три процедуры; B10CLR, C10SET и D10DISP. Процедура B10CLR очищает экран, а процедура C10SET устанавливает курсор в положение 00,00. Процедура D10DISP выводит содержимое поля CTR, которое в начале инициализировано значением 00 и затем увеличивается на 1 при каждом выводе на экран, пока не достигнет шест. значения FF.

Рис. 8.1. Вывод на экран набора символов кода ASCII

Так как символ доллара не выводится на экран и кроме того коды от шест. 08 до шест. 0D являются специальными управляющими символами, то это приводит к перемещению

курсора и другим управляющим воздействиям. Задание: введите программу (рис.8.1), выполните ассемблирование, компановку и преобразование в COM-файл. Для запуска программы введите ее имя, например, B:ASCII.COM.

Первая выведенная строка начинается с пробельного символа (шест.00), двух "улыбающихся лиц" (шест. 01 и 02) и трех карточных символов (шест.03, 04 и 05). Код 07 выдает звуко вой сигнал. Код 06 должен отобразиться карточным символом "пики", но управляющие символы от шест.08 до 0D сотрут его. Код 0D является "возвратом каретки" и приводит к переходу на новую (следующую)строку. Код шест.0E - представляется в виде музыкальной ноты. Символы после шест. 7F являются графически ми.

Можно изменить программу для обхода управляющих символов. Ниже приведен пример фрагмента программы, позволяющий обойти все символы между шест. 08 и 0D. Вы можете поэкспериментировать, обходя только, скажем, шест. 08 (возврат на символ) и 0D (возврат каретки):

```
    CMP CTR,08H ;Меньше чем 08?
    JB D30 ; да - принять
    CMP CTR,0DH ; Меньше/равно 0D?
    JBE D40 ; да - обойти
    D30:
    MOV AH,40H ;Вывод символов < 08
    ... ; и > 0D
    INT 21H
    D40:
    INC CTR
```

ВВОД ДАННЫХ С КЛАВИАТУРЫ: БАЗОВАЯ ВЕРСИЯ DOS

Процедура ввода данных с клавиатуры проще, чем вывод на экран. Для ввода, использующего базовую DOS, область ввода требует наличия списка параметров, содержащего поля, которые необходимы при выполнении команды INT. Во-первых, должна быть определена максимальная длина вводимого текста. Это необходимо для предупреждения пользователя звуковым сигна лом, если набран слишком длинный текст; символы, превышающие максимальную длину не принимаются. Во-вторых, в списке параметров должно быть определенное поле, куда команда возвращает действительную длину введенного текста в байтах.

Ниже приведен пример, в котором определен список парамет ров для области ввода. LABEL представляет собой директиву с атрибутом BYTE. Первый байт содержит максимальную длину вводимых данных. Так как это однобайтовое поле, то возможное максимальное значение его - шест. FF или 255. Второй байт необходим DOS для занесения в него действительного числа введенных символов. Третьим байтом начинается поле, которое будет содержать введенные символы.

```
    NAMEPAR LABEL BYTE ;Список параметров:
```

```
MAXLEN DB 20 ; Максимальная длина
ACTLEN DB ? ; Реальная длина
NAMEFLD DB 20 DUP (' ') ; Введенные символы
```

Так как в списке параметров директива LABEL не занимает места, то NAMEPAR и MAXLEN указывают на один и тот же адрес памяти. В трансляторе MASM для определения списка параметров в виде структуры может использоваться также директива STRUC. Однако, в связи с тем, что ссылки на имена, определенные внутри, требуют специальной адресации, воздержимся сейчас от рассмотрения данной темы до главы 24 "Директивы ассемблера".

Для запроса на ввод необходимо поместить в регистр AH номер функции - 10 (шест. 0AH), загрузить адрес списка пара метров (NAMEPAR в нашем примере) в регистр DX и выполнить INT 21H:

```
MOV AH,0AH ;Запрос функции ввода
LEA DX,NAMEPAR ;Загрузить адреса списка параметров
INT 21H ;Вызвать DOS
```

Команда INT ожидает пока пользователь не введет с клавиа туры текст, проверяя при этом, чтобы число введенных симво лов не превышало максимального значения, указанного в списке параметров (20 в нашем примере). Для указания конца ввода пользователь нажимает клавишу Return. Код этой клавиши (шест. 0D) также заносится в поле ввода (NAMEFLD в нашем примере). Если, например, пользователь ввел имя BROWN (Return), то список параметров будет содержать информацию:

```
дес.: |20| 5| B| R| O| W| N| #| | | | ...
шест.: |14|05|42|52|4F|57|4E|0D|20|20|20|20| ...
```

Во второй байт списка параметров (ACTLEN в нашем примере) команда заносит длину введенного имени - 05. Код Return находится по адресу NAMEFLD +5. Символ # использован здесь для индикации конца данных, так как шест. 0D не имеет отображаемого символа. Поскольку максимальная длина в 20 символов включает шест.0D, то действительная длина вводимого текста может быть только 19 символов.

ПРОГРАММА: ВВОД И ВЫВОД ИМЕН

EXE-программа, приведенная на рис. 8.2, запрашивает ввод имени, затем отображает в середине экрана введенное имя и включает звуковой сигнал. Программа продолжает запрашивать и отображать имена, пока пользователь не нажмет Return в ответ на очередной запрос. Рассмотрим ситуацию, когда пользователь ввел имя TED SMITH:

Рис. 8.2. Ввод и отображение имен

1. Разделим длину 09 на 2 получим 4, и
2. Вычтем это значение из 40, получим 36

Команда SHR в процедуре E10CENT сдвигает длину 09 на один бит вправо, выполняя таким образом деление на 2. Значение бит 00001001 переходит в 00000100. Команда NEG меняет знак +4 На -4. Команда ADD прибавляет значение 40, получая в регистре DL номер начального столбца - 36. При установке курсора на строку 12 и столбец 36 имя будет выведено на экран в следующем виде:

Строка 12: TED SMITH
| |
Столбец: 36 40

В процедуре E10CODE имеется команда, которая устанавлива ет символ звукового сигнала (07) в области ввода непосред ственно после имени:

MOV NAMEFLD[BX],07

Предшествующая команда устанавливает в регистре BX значение длины, и команда MOV затем, комбинируя длину в регистре BX и адрес поля NAMEFLD, пересылает код 07. Например, при длине имени 05 код 07 будет помещен по адресу NAMEFLD+05 (замещая значение кода Return). Последняя команда в процедуре E10CODE устанавливает ограничитель "$" после кода 07. Таким образом, когда процедура F10CENT выводит на экран имя, то генерирует ся также звуковой сигнал.

Ввод единственного символа Return

При вводе имени, превышающего по длине максимальное значение, указанное в списке параметров, возникает звуковой сигнал и система ожидает ввода только символа Return. Если вообще не вводить имя, а только нажать клавишу Return, то система примет ее и установит в списке параметров нулевую длину следующим образом:

Список параметров (шест.): |14|00|0D|...

Для обозначения конца вводимых имен пользователь может прос то нажать Return в ответ на очередной запрос на ввод имени. Программа определяет конец ввода по нулевой длине.

Замена символа Return

Вводимые значения можно использовать для самых разных целей, например: для печати сообщений, сохранения в таблице, записи на диск. При этом, возможно, появится необходимость замены символа Return (шест.0D) в области NAMEFLD на символ пробела (шест.20). Поле NAMELEN содержит

действительную длину или относительный адрес кода 0D. Если, например, NAMELEN содержит длину 05, то адрес кода 0D равен NAMEFLD+5. Можно занести эту длину в регистр BX для индексной адресации в поле NAMEFLD:

```
MOV BH,00 ;Установить в регистре BX
MOV BL,NAMELEN ; значение 0005
MOV NAMEFLD[BX],20H ;Заменить 0D на пробел
```

Третья команда MOV заносит символ пробела (шест.20) по адресу, определенному первым операндом: адрес поля NAMEFLD плюс содержимое регистра BX, т.е. NAMEFLD+5.

Очистка области ввода

Вводимые символы заменяют предыдущее содержимое области ввода и остаются там, пока другие символы не заменят их. Рассмотрим следующие три успешных ввода имен:

```
Ввод NAMEPAR (шест.)
1. BROWN |14|05|42|52|4F|57|4E|0D|20|20|20| ... |20|
2. HAMILTON |14|08|48|41|4D|49|4C|54|4F|4E|0D| ... |20|
3. ADAMS |14|05|41|44|41|4D|53|0D|4F|4E|0D| ... |20|
```

Имя HAMILTON заменяет более короткое имя BROWN. Но, так как имя ADAMS короче имени HAMILTON, то оно заменяет только HAMIL. Код Return заменяет символ T. Остальные буквы - ON остаются после имени ADAMS. Для очистки поля NAMEFLD до ввода очередного имени может служить следующая программа:

```
MOV CX,20 ;Установить 20 циклов
MOV SI,0000 ;Начальная позиция поля
B30:
MOV NAMEFLD[si],20H ;Переслать один пробел
INC SI ;Следующая позиция поля
LOOP B30 ;20 циклов
```

Вместо регистра SI можно использовать DI или BX. Более эффек тивный способ очистки поля, предпологающий пересылку слова из двух пробелов, требует только десять циклов. Однако, ввиду того что поле NAMEFLD определено как DB (байтовое), необходимо изменить длину в команде пересылки, посредством операнда WORD, а также воспользоваться операндом PTR (указатель), как показано ниже:

```
MOV CX,10 ;Установить 10 циклов
LEA SI,NAMEFLD ;Начальный адрес
B30:
MOV WORD PTR[SI],2020H ;Переслать два пробела
INC SI ;Получить адрес
INC SI ; следующего слова
LOOP B30 ;10 циклов
```

Команда MOV по метке B30 обозначает пересылку слова из двух пробелов по адресу, находящемуся в регистре SI. В последнем примере используется команда LEA для инициализации регистра SI и несколько иной способ в команде MOV по метке B30, так как нельзя закодировать, например, следующую команду:

```
MOV WORD PTR[NAMEFLD],2020H ;Неправильно
```

Очистка входной области решает проблему ввода коротких имен, за которыми следуют предыдущие данные. Еще более эффек тивный способ предполагает очистку только тех байт, которые расположены после введенного имени.

ЭКРАННЫЕ И КЛАВИАТУРНЫЕ ОПЕРАЦИИ: РАСШИРЕННАЯ ВЕРСИЯ DOS

Рассмотрим теперь расширенные возможности, введенные в DOS 2.0 (реализованные в стиле операционной системы UNIX). Если вы используете более младшую версию DOS, то не сможете выполнить примеры из данного раздела. Расширенные возможнос ти включают файловый номер (file handle), который устанав ливается в регистре BX, когда требуется выполнить операцию ввода/вывода. Существуют следующие стандартные файловые номера:

0 Ввод (обычно с клавиатуры) CON
1 Вывод (обычно на экран) CON
2 Вывод по ошибке (на экран) CON
3 Ввод/вывод на внешнее устройство AUX
4 Вывод на печать LPT1 или PRN

Прерывание DOS для ввода/вывода - INT 21H, необходимая функция запрашивается через регистр AH: шест.3F - для ввода, шест.40 - для вывода. В регистр CX заносится число байт для ввода/вывода, а в регистр DX - адрес области ввода/вывода.

В результате успешного выполнения операции ввода/вывода очищается флаг переноса (CF) и в регистр AX устанавливается действительное число байт, участвующих в операции. При неуспешной операции устанавливается флаг CF, а код ошибки (в данном случае 6) заносится в регистр AX. Поскольку регистр AX может содержать как длину данных, так и код ошибки, то единственный способ определить наличие ошибки - проверить флаг CF, хотя ошибки чтения с клавиатуры и вывода на экран - явления крайне редкие. Аналогичным образом используются файловые номера для дисковых файлов, здесь ошибки ввода/вывода встречаются чаще.

Можно использовать эти функции для перенаправления ввода- вывода на другие устройства, однако эта особенность здесь не рассматривается.

ВЫВОД НА ЭКРАН: РАСШИРЕННАЯ ВЕРСИЯ DOS

Следующие команды иллюстрируют операцию вывода на экран в расширенной версии DOS:

```
DISAREA DB 20 DUP(' ') ;Область данных
...
MOV AH,40H ;Запрос на вывод
MOV BX,01 ;Выводное устройство
MOV CX,20 ;Максимальное число байт
LEA DX,DISAREA ;Адрес области данных
INT 21H ;Вызов DOS
```

Команда LEA загружает в регистр DX адрес DISAREA для возможности DOS локализовать информацию, предназначенную для вывода. В результате успешной операции флаг переноса очищает ся (это можно проверить), а в регистре AX устанавливается число выведенных символов. Ошибка в данной операции может произойти, если установлен неправильный файловый номер. В этом случае будет установлен флаг CF и код ошибки (в данном случае 6) в регистре AX. Поскольку регистр AX может содержать или длину, или код ошибки, то единственный способ определить состояние ошибки - проверить флаг CF.

Упражнение: Вывод на экран

Воспользуемся отладчиком DEBUG для проверки внутренних эффектов прерывания. Загрузите DEBUG и после вывода на экран приглашения введите A 100 для ввода ассемблерных команд (не машинных коман) по адресу 100. Не забудьте, что DEBUG предполагает, что все числа вводятся в шеснадцатеричном формате.

```
100 MOV AH,40
102 MOV BX,01
105 MOV CX,xx (введите длину вашего имени)
108 MOV DX,10E
10B INT 21
10D RET
10E DB 'Ваше имя'
```

программа устанавливает в регистре AH запрос на вывод и устанавливает шест. значение 10F в регистре DX - адрес DB, содержащей ваше имя в конце программы.

Когда вы наберете все команды, нажмите еще раз Return. С помощью команды U (U 100,10D) дисассемблируйте программу для проверки. Затем используйте команды R и T для трассиров ки выполнения. При выполнении команды INT 21H отладчик перейдет в BIOS, поэтому при достижении адреса 10B введите команду GO (G 10D) для перехода к команде RET. Ваше имя будет выведено на экран. С помощью команды Q вернитесь в DOS.

Ниже приведены команды, иллюстрирующие использование функции ввода с клавиатуры в расширенной версии DOS:

```
INAREA DB 20 DUP (' ') ;Область ввода
MOV AH,3FH ;Запрос на ввод
MOV BX,00 ;Номер для клавиатуры
MOV CX,20 ;Максимум байт для ввода
LEA DX,INAREA ;Адрес области ввода
INT 21H ;Вызов DOS
```

Команда LEA загружает относительный адрес INAREA в регистр DX. Команда INT ожидает, пока пользователь не введет символы с клавиатуры, но не проверяет превышает ли число введенных символов максимальное значение в регистре CX (20 в приведенном примере). Нажатие клавиши Return (код шест. 0D) указывает на завершение ввода. Например, после ввода текста "PC Users Group" INAREA будет содержать:

PC Users Group, шест.0D, шест.0A

После введенного текста непосредственно следует символ воз врата коретки (шест. 0D), который был введен, и символ конца строки (шест. 0A), который не был введен. В силу данной особенности максимальное число символов и размер области ввода должны предусматривать место для двух символов. Если будет введено символов меньше максимальнооого значения, то область памяти за введенными символами сохранит прежнее значение.

В результате успешной операции будет очищен флаг CF (что можно проверить) и в регистре AX будет установлено число байт, введенных с клавиатуры. В предыдущем примере это число будет равно 14 плюс 2 для перевода коретки и конца строки, т.е.16. Соответствующим образом программа может определить действительное число введенных символов. Хотя данное свой ство весьма тривиально для ответов типа YES или NO, оно может быть полезно для ответов с переменной длиной, таких, например, как имена.

Ошибка ввода может возникнуть, если определен неправиль ный номер файла. В этом случае будет установлен флаг CF и в регистр AX будет помещен код ошибки (6 в данном случае). Так как регистр AX может содержать или длину введенных данных, или код ошибки, то единственный способ определения наличия ошибки - проверка флага CF.

Если вводить текст, который превышает максимальную длину, установленную в регистре CX, то будут приниматься все символы. Рассмотрим ситуацию, когда регистр CX содержит 08,а пользователь введет символы "PC Exchange". В результате первые восемь символов "PC Excha" попадут в область ввода без кодов возврата каретки и конца строки. В регистре AX будет установлена длина 08. Следующая команда INT будет принимать данные не с клавиатуры, а из собственного буфера, поскольку там еще остались предыдущие данные. Таким образом,

в область ввода будут приняты символы "nge", символ перевода коретки и символ новой строки, в регистре AX будет установ лено значение 05. Обе операции ввода являются вполне нормаль ными и флаг CF будет очищен.

```
Первый INT: PC Excha AX = 08
Второй INT: nge,0D,0A AX = 05
```

Программа может определить факт ввода законченного текста, если а) в регистре AX получится значение меньше, чем в регистре CX или б) если содержимые AX и CX равны, но последние два символа в области ввода - 0D и 0A.

Встроенные в DOS проверки по функции 0AH для ввода с клавиатуры имеют более мощные средства. Их выбор для исполь зования в программах является предпочтительным.

Упражнение: Ввод данных

Выполним упражнение в котором можно проследить операцию ввода с клавиатурры с помощью отладчика DEBUG. Предполагае мая программа позволяет вводить до 12 символов, включая символы конца каретки и конца строки. Загрузите DEBUG и после вывода на экран приглашения введите A 100 для ввода ассемблерных команд, начиная с адреса 100. Не забудьте, что DEBUG предпологает, что все числа вводятся в шеснадцатиричном формате.

```
100 MOV AH,3F
102 MOV BX,00
105 MOV CX,0C
108 MOV DX,10F
10B INT 21
10D JMP 100
10F DB ' '
```

Программа устанавливает регистры AH и BX для запроса на ввод с клавиатуры, заносит максимальную длину ввода в ре гистр CX и загружает в регистр DX значение 10F - область DB в конце программы. В эту область будут помещаться вводимые символы.

Когда вы наберете все команды, нажмите еще раз Return. С помощью команды U 100,108 выполните дисассемблирование программы для проверки. Затем используйте команды R и T для трассировки четырех команд MOV. Остановившись по адресу 10B, введите G 10D для выполнения команды INT (входить в BIOS не следует). Теперь отладчик позволит ввести данные, завершаемые клавишей Return. Проверьте содержимое регистра AX, состояние флага CF и используя команду D 10F, просмот рите введенные данные в памяти. Для завершения работы введите команду Q.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИМВОЛОВ ВОЗВРАТА КАРЕТКИ, КОНЦА СТРОКИ И ТАБУЛЯЦИИ ДЛЯ ВЫВОДА НА ЭКРАН

ГЛАВА 9. Экранные операции II: Расширенные возможности

Экранные операции II: Расширенные возможности
Цель: Показать более развитые возможности управления экраном, включая прокрутку, инвертирование, мигание, а также использование скэн-кодов для ввода с клавиатуры.
ВВЕДЕНИЕ

В главе 8 были показаны основные возможности системы для управления выводом на экран и ввода с клавиатуры. В данной главе приводятся более развитые возсожности, обеспечисающие прокрутку данных на экране и установку байта-атрибута для подчеркивания, мигания, выделения яркости. Материал первого раздела этой главы (по прерыванию BIOS 10) подходит, как для монохромных, так и для цветных дисплеев. Другие расширенные возможности включают использование скэн-кодов для определения нажатой клавиши или комбинации клавишей на клавиатуре.

Монохромный дисплей

Для работы монохромного дисплея имеется память объемом 4К, начинающаяся по адресу шест. B0000 (дисплейный буфер). Эта память обеспечивает:
- 2К для символов на экране(25 строк x 80 столбцов);
- 2К для байтов-атрибутов, обеспечивающих инвертирование, мигание, выделение яркостью и подчеркивание.

Цветной/графический дисплей

Для работы стандартного цветного графического дисплея имеется 16 Кбайт памяти (дисплейный буфер), начинающийся по адресу шест.B8000. Такой дисплей может являться текстовым (для нормального ASCII-кода) или графическим и работать как в цветном, так и в черно-белом (BW) режиме. Дисплейный буфер обеспечивает экранные страницы, пронумерованные от 0 до 3 для экрана на 80 столбцов и от 0 до 7 для экрана на 40 столбцов. Номер страницы по умолчанию - 0. В следующей главе будет подробно рассмотрено управление цветом и графикой.
БАЙТ АТРИБУТОВ

Байт атрибутов, как для монохромного, так и для графичес кого дисплея в текстовом (не графическом) режиме определяет характеристики каждого отображаемого символа. Байт-атрибут имеет следующие 8 бит:

Фон Текст
Атрибут: BL R G B I R G B
Номер битов: 7 6 5 4 3 2 1 0

Буквы RGB представляют битовые позиции, управляющие красным (red), зеленым (green) и синим (blue) лучем в цветном мономоре. Бит 7 (BL) устанавливает мигание, а бит 3 (I) - уровень яркости. На монохромных мониторах текст высвечивается зеленым или оранжевым на темном фоне, хотя в данной главе такое изображение называется черно-белым (BW).

Для модификации атрибутов можно комбинировать биты следующим образом:

Эффект выделения Фон Текст
RGB RGB
Неотображаемый (черный по черному) 000 000
Подчеркивание (не для цвета) 000 001
Нормальный (белый по черному) 000 111
Инвертированный (черный по белому) 111 000

Цветные мониторы не обеспечивают подчеркивания; вместо этого установка бит подчеркивания выбирает синий цвет для текста и получается отображение синим по черному. Ниже приведены некоторые атрибуты, основанные на комбинации битов фона, текста, мигания и выделения яркостью:

Двоичный Шест. Эффект выделения
код код
0000 0000 00 Неотображаемый (для паролей)
0000 0111 07 Белый по черному (нормальный)
1000 0111 87 Белый по черному (мигание)
0000 1111 0F Белый по черному (яркий)
0111 0000 70 Черный по белому (инвертированый)
1111 0000 F0 Черный по белому (инверт. мигающий)

Эти атрибуты подходят для текстового режима, как для моно хромных, так и для цветных дисплеев. В следующей главе будет показано, как выбирать конкретные цвета. Для генерации атри бута можно использовать команду INT 10H. При этом регистр BL должен содержать значение байта-атрибута, а регистр AH один из следующих кодов: 06 (прокрутка вверх), 07 (прокрутка вниз), 08 (ввод атрибута или символа), 09 (вывод атрибута или символа). Если программа установила некоторый атрибут, то он остается таким, пока программа его не изменит. Если установить значение байта атрибута равным шест.00, то символ вообще не будет отображен.

ПРЕРЫВАНИЕ BIOS INT 10H

Прерывание INT 10H обеспечивает управление всем экраном. В регистре AH устанавливается код, определяющий функцию прерывания. Команда сохраняет содержимое регитров BX, CX, DX, SI и BP. Ниже описывается все возможные функции.

AH=00: Установка режима. Данная функция позволяет пере ключать цветной монитор в текстовый или графический режим. Установка режима для выполняемой в текущий момент программы осуществляется с помощью INT 10H. При установке происходит очистка экрана. Содержимое регистра AL может быть следующим:

00 40 x 25 черно-белый текстовый режим
01 40 x 25 стандартный i6-цветовой текстовый режим
02 80 x 25 черно-белый текстовый режим
03 80 x 25 стандартный 16-цветовой текстовый режим
04 320 x 200 стандартный 4-цветовой графический режим
05 320 x 200 черно-белый графический режим
06 640 x 200 черно-белый графический режим
07 80 x 25 черно-белый стандартный монохромный
08 - 0A форматы для модели PCjr
0D 320 x 200 16-цветовой графический режим (EGA)
0E 640 x 200 16-цветовой графический режим (EGA)
0F 640 x 350 черно-белый графический режим (EGA)
10 640 x 350 64-цветовой графический режим (EGA)

EGA (Enhanced Graphics Adapter) - обозначает усовершенст вованный графический адаптер. Следующий пример показывает установку стандартного 16-цветового текстового режима

```
MOV AH,00 ;Функция установки режима
MOV AL,03 ;Стандартный цветной текст 80 x 25
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Для определения типа адаптера, установленного в системе, служит прерывание BIOS INT 11H. Данная команда возвращает в регистре AX значение, в котором биты 5 и 4 указывают на видео режим:

01 40 x 25 черно-белый режим в цветном адаптере
10 80 x 25 черно-белый режим в цветном адаптере
11 80 x 25 черно-белый режим в черно-белом адаптере

Программа, работающая с неизвестным типом монитора, может проверить тип по регистру AX после INT 11H и затем устано вить необходимый режим.

AH=01: Установка размера курсора. Курсор не является символом из набора ASCII-кодов. Компьютер имеет собственное аппаратное обеспечение для управления видом курсора. Для этого имеется специальная обработка по INT прерыванию. Обычно символ курсора похож на символ подчеркивания. Используя INT 10H, можно управлять вертикальным размером курсора: биты 4-0 в регистре CH для верхней линии

сканирования, а биты 4-0 в регистре CL - для нижней. Можно установить любой размер курсора по вертикали: от 0 до 13 для монохромных и EGA мониторов и от 0 до 7 для большинства цветных мониторов. Приведем пример для увеличения размера курсора от его верхней до нижней линии сканирования:

```
MOV AH,01 ;Установить размер курсора
MOV CH,00 ;Верхняя линия сканирования
MOV CL,13 ;Нижняя линия сканирования
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

В результате выполнения этих команд курсор превратится в сплошной мигающий прямоугольник. Можно установить любой размер курсора между верхней и нижней границами, например, 04/08, 03/10 и т.д. Курсор сохраняет свой вид, пока программа не изменит его. Использование размеров 12/13 (для моно) и 6/7 (для цвета) переводит курсор в его нормальный вид.

AH=02: Установка позиции курсора. Эта функция устанавлива ет курсор в любую позицию на экране в соответствии с коорди натами строки и столбца. Номер страницы обычно равен 0, но может иметь значение от 0 до 3 при 80 столбцах на экране. Для установки позиции курсора необходимо занести в регистр AH значение 02, в регистр BH номер страницы и в регистр DX координаты строки и столбца:

```
MOV AH,02 ;Установить положение курсора
MOV BH,00 ;Страница 0
MOV DH,строка ;Строка
MOV DL,столбец ;Столбец
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

AH=03: Чтение текущего положения курсора. Программа может определить положение курсора на экране (строку и столбец), а также размер курсора, следующим образом:

```
MOV AH,03 ;Определить положение курсора
MOV BH,00 ;Установить страницу 0
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

После возврата регистр DH будет содержать номер строки, а регистр DL - номер столбца. В регистре CH будет верхняя линия сканирования, а в регистре CL - нижняя.

AH=04: Чтение положения светового пера. Данная функция используется в графическом режиме для определения положения светового пера.

AH=05: Выбор активной страницы. Новая страница устанавли вается для цветных текстовых режимов от 0 до 3. Для режима 40 x 25 возможно устанавливать до 8 страниц (от 0 до 7), а для режима 80 x 25 - до 4 страниц (от 0 до 3).

```
MOV AH,05 ;Установить активную страницу
MOV AL,страница ;Номер страницы
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

AH=06: Прокрутка экрана вверх. Когда программа пытается выдать текст на строку ниже последней на экране, то происхо дит переход на верхнюю строку. Даже если с помощью прерыва ния будет специфирован нулевой столбец, все равно предпола гается новая строка, и нижние строки на экране будут испорчены. Для решения этой проблемы используется прокрутка экрана.

Ранее код 06 использовался для очистки экрана. В тексто вом режиме установка в регистре AL значения 00 приводит к полной прокрутке вверх всего экрана, очищая его пробелами. Установка ненулевого значения в регистре AL определяет количество строк прокрутки экрана вверх. Верхние строки уходят с экрана, а чистые строки вводятся снизу. Следующие команды выполняют прокрутку всего экрана на одну строку:

```
MOV AX,0601H ;Прокрутить на одну строку вверх
MOV BH,07 ;Атрибут: нормальный, черно-белый
MOV CX,0000 ;Координаты от 00,00
MOV DX,184FH ; до 24,79 (полный экран)
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Для прокрутки любого количества строк необходимо устано вить соответствующее значение в регистре AL. Регистр BH содержит атрибут для нормального или инвертированного отобра жения, мигания, установки цвета и т.д. Значения в регистрах CX и DX позволяют прокручивать любую часть экрана. Ниже объясняется стандартный подход к прокрутке:

1. Определить в элементе ROW (строка) значение 0 для
установки строки положения курсора.
2. Выдать текст и продвинуть курсор на следующую строку.
3. Проверить, находится ли курсор на последней строке
(CMP ROW,22).
4. Если да, то увеличить элемент ROW (INC ROW) и выйти.
5. Если нет, то прокрутить экран на одну строку и, исполь
зуя ROW переустановить курсор.

AH=07: Прокрутка экрана вниз. Для текстового режима прокрутка экрана вниз обозначает удаление нижних строк и вставка чистых строк сверху. Регистр AH должен содержать 07, значения остальных регистров аналогичны функции 06 для прокрутки вверх.

AH=08: Чтение атрибута/символа в текущей позиции курсора. Для чтения символа и байта атрибута из дисплейного буфера, как в текстовом, так и в графическом режиме используются следующие команды:

```
MOV AH,08 ;Запрос на чтение атр./симв.
MOV BH,00 ;Страница 0 (для текстового реж.)
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Данная функция возвращает в регистре AL значение символа, а в AH - его атрибут. В графическом режиме функция возвращает шест. 00 для не ASCII-кодов. Так как эта функция читает только один символ, то для символьной строки необходима организация цикла.

AH=09: Вывод атрибута/символа в текущую позицию курсора. Для вывода на экран символов в текстовом или графическом режиме с установкой мигания, инвертирования и т.д. можно воспользоваться следующими командами:

```
MOV AH,09 ;Функция вывода
MOV AL,символ ;Выводимый символ
MOV BH,страница ;Номер страницы (текст.реж.)
MOV BL,атрибут ;Атрибут или цвет
MOV CX,повторение ;Число повторений символа
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

В регистр AL должен быть помещен выводимый на экран символ. Значение в регистре CX определяет число повторений символа на экране. Вывод на экран последовательности различных симво лов требует организации цикла. Данная функция не перемещает курсор. В следующем примере на экран выводится пять мигающих "сердечек" в инвертированном виде:

```
MOV AH,09 ;Функция вывода
MOV AL,03H ;Черви (карточная масть)
MOV BH,00 ;Страница 0 (текст. режим)
MOV BL,0F0H ;Мигание, инверсия
MOV CX,05 ;Пять раз
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

В текстовом (но не в графическом) режиме символы автомати чески выводятся на экран и переходят с одной строки на другую. Для вывода на экран текста запроса или сообщения необходимо составить программу, которая устанавливает в регистре CX значение 01 и в цикле загружает в регистр AL из памяти выводимые символы текста. Так как регистр CX в данном случае занят, то нельзя использовать команду LOOP. Кроме того, при выводе каждого символа необходимо дополнительно продвигать курсор в следующий столбец (функция 02).

В графическом режиме регистр BL используется для определе ния цвета графики. Если бит 7 равен 0, то заданный цвет заме няет текущий цвет точки, если бит 7 равен 1, то происходит комбинация цветов с помощью команды XOR.

AH=0A: Вывод символа в текущую позицию курсора. Единствен ная разница между функциями 0A и 09 состоит в том, что функция 0A не устанавливает атрибут:

```
MOV AH,0AH ;Функция вывода
MOV AL,символ ;Выводимый символ
MOV BH,страница ;Номер страницы (для текста)
MOV CX,повторение ;Число повторений символа
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Для большинства применений команда прерывания DOS INT 21H более удобна.

AH=0E: Вывод в режиме телетайпа. Данная функция позволяет использовать монитор, как простой терминал. Для выполнения этой функции необходимо установить в регистре AH шест. значение 0E, в регистр AL поместить выводимый символ, цвет текста (в графическом режиме) занести в регистр BL и номер страницы для текстового режима - в регистр BH. Звуковой сигнал (код 07H), возврат на одну позицию (08H), конец строки (0AH) и возврат каретки (0DH) действуют, как команды для форматизации экрана. Данная функция автоматически продви гает курсор, переводит символы на следующую строку, выполня ет прокрутку экрана и сохраняет текущие атрибуты экрана.

AH=0F: Получение текущего видео режима. Данная функция возвращает в регистре AL текущий видео режим (см.функцию AH=00), в регистре AH - число символов в строке (20, 40 или 80), в регистре BH - номер страницы.

AH=13: Вывод символьной строки (только для AT). Данная функция позволяет на компьютерах типа AT выводить на экран символьные строки с установкой атрибутов и перемещением курсора:

```
MOV AH,13H ;Функция вывода на экран
MOV AL,сервис ;0, 1, 2 или 3
MOV BH,страница ;
LEA BP,адрес ;Адрес строки в ES:BP
MOV CX,длина ;Длина строки
MOV DX,экран ;Координаты на экране
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Возможен следующий дополнительный сервис:
0 - использовать атрибут и не перемещать курсор;
1 - использовать атрибут и переместить курсор;
2 - вывести символ, затем атрибут и не перемещать курсор;
3 - вывести символ, затем атрибут и переместить курсор.

ПРОГРАММА: МИГАНИЕ, ИНВЕРСИЯ И ПРОКРУТКА

Программа, приведенная на рис. 9.1, принимает ввод имен с клавиатуры и выводит их на экран. Запрос выдается в инвертированном отображении, имена принимаются в нормальном отображении, а вывод имен осуществляется с 40 столбца в той же строке с миганием и инвертированием:

Name? Francis Bacon Francis Bacon [мигание]
| |
Столбец 0 Столбец 40

Для управления положением курсора в программе определены переменные ROW (вертикальное перемещение вниз) и COL (гори зонтальное перемещение вправо). Команда INT 10H не перемеща ет курсор автоматически. Программа выводит имена сверху вниз, пока не достигнет 20-й строки. После этого выполняется прокрутка экрана вверх на одну строку для каждого нового запроса.

Для ввода имен в процедуре D10INPT используется команда DOS INT 21H. Для замены на BIOS INT 10H необходимо:

1. Инициализировать счетчик для адреса области ввода и счетчик для длины имени. 2. Выполнить INT 10H (функция 08) с 08 в регистре AH и 00 в BH. Функция возвращает каждый символ в регистре AL. 3. Если регистр AL не содержит символа RETURN и счетчик длины достиг максимального значения, выдать звуковой сигнал и выйти из процедуры. 4. Переслать содержимое AL в область ввода имени. 5. Если регистр AL содержит символ RETURN, выйти из процедуры. 6. Увеличить счетчик длины и адрес области ввода имени. 7. Переместить курсор на один столбец. 8. Перейти на пункт 2.

При выходе из процедуры область ввода содержит имя и символ RETURN, а счетчик - число введенных символов.

РАСШИРЕННЫЙ ASCII КОД

ASCII-коды от 128 до 255 (шест. 80-FF) представляют собой ряд специальных символов полезных при формировании запросов, меню, специальных значков с экранными атрибутами. Например, используя следующие символы можно нарисовать прямоугольник:

Шест. Символ

DA Верхний левый угол
BF Верхний правый угол
C0 Нижний левый угол
D9 Нижний правый угол
C4 Горизонтальная линия
B3 Вертикальная линия

Следующие команды с помощью INT 10H выводят горизонталь ную линию на 25 позиций в длину:

```
MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
MOV AL,0C4H ;Горизонтальная линия
MOV BH,00 ;Страница 0
MOV BL,0FH ;Выделение яркостью
MOV CX,25 ;25 повторений
MOV 10H ;Вызвать BIOS
```

Напомним, что курсор не перемещается. Вывод вертикальной линии включает цикл, в котором курсор перемещается вниз на одну строку и выводится символ шест. B3. Для штриховки может быть полезен символ с точками внутри:

Шест. Символ

B0 Одна четверть точек (светлая штриховка)
B1 Половина точек (средняя штриховка)
B2 Три четверти точек (темная штриховка)

Рис. 9.1. Мигание, инвертирование и прокрутка

Можно извлечь много полезных идей, изучая программное обеспечение с профессионально организованным выводом, или самому изобрести оригинальные идеи для отображения информации.

ДРУГИЕ ОПЕРАЦИИ ВВОДА/ВЫВОДА В DOS

Ниже перечислены другие функции DOS, которые могут оказаться полезными в работе. Код функции устанавливается в регистре AH и, затем, выдается команда INT 21H.

AH=01: Ввод с клавиатуры с эхо отображением. Данная функ ция возвращает значение в регистре AL. Если содержимое AL не равно нулю, то оно представляет собой стандартный ASCII- символ, например, букву или цифру. Нулевое значение в регист ре AL свидетельствует о том, что на клавиатуре была нажата специальная функциональная клавиша, например, Home, F1 или PgUp. Для определения скэн-кода клавиш, необходимо повторить вызов функции (см. "Дополнительные функциональные клавиши" в последующих разделах). Данная функция реагирует на запрос Ctrl/Break.

AH=02: Вывод символа. Для вывода символа на экран в текущую позицию курсора необходимо поместить код данного символа в регистр DL. Коды табуляции, возврата каретки и конца строки действуют обычным образом.

AH=07: Прямой ввод с клавиатуры без эхо отображения. Дан ная функция работает аналогично функции 01 с двумя отличия ми: введенный символ не отображается на экране, т.е. нет эхо, и отсутствует реакция на запрос Ctrl/Break.

AH=08: Ввод с клавиатуры без эхо отображения. Данная функ ция действует аналогично функции 01 с одним отличием: введенный символ не отображается на экран, т.е. нет эхо.

AH=0B: Проверка состояния клавиатуры. Данная функция возвращает шест.FF в регистре AL, если ввод с клавиатуры возможен, в противном случае - 00. Это средство связано с функциями 01, 07 и 08, которые не ожидают ввода с клавиатуры.

ВВОД С КЛАВИАТУРЫ ПО КОМАНДЕ BIOS INT 16H

Команда BIOS INT 16H выполняет специальную операцию, которая в соответствии с кодом в регистре AH обеспечивает следующие три функции ввода с клавиатуры.

AH=00: Чтение символа. Данная функция помещает в регистр AL очередной ASCII символ, введенный с клавиатуры, и устанавливает скэн код в регистре AH. (Скэн-коды объясняются в следующем разделе). Если на клавиатуре нажата одна из специальных клавишей, например, Home или F1, то в регистр AL заносится 00. Автоматическое эхо символа на экран по этой функции не происходит.

AH=01: Определение наличия введенного символа. Данная функция сбрасывает флаг нуля (ZF=0), если имеется символ для чтения с клавиатуры; очередной символ и скэн-код будут помещены в регистры AL и AH соответственно и данный элемент останется в буфере.

AH=02: Определение текущего состояния клавиатуры. Данная функция возвращает в регистре AL состояние клавиатуры из адреса памяти шест. 417:

Бит
7 Состояние вставки активно (Ins)
6 Состояние фиксации верхнего регистра (Caps Lock)
переключено
5 Состояние фиксации цифровой клавиатуры (Num Lock)
переключено
4 Состояние фиксации прокрутки (Scroll Lock)
переключено
3 Нажата комбинация клавишей Alt/Shift
2 Нажата комбинация клавишей Ctrl/Shift
1 Нажата левая клавиша Shift
0 Нажата правая клавиша Shift

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КЛАВИШИ

Клавиатура располагает тремя основными типами клавишей:
1. Символьные (алфавитно-цифровые) клавиши: буквы от a до z, цифры от 0 до 9, символы %, $, # и т.д.
2. Функциональные клавиши: Home, End, Возврат на позицию, стрелки, Return, Del, Ins, PgUp, PgDn и программно-функциональные клавиши.
3. Управляющие клавиши: Alt, Ctrl и Shift, которые работают совместно с другими клавишами.

Функциональная клавиша не вырабатывает какой-либо символ, но чаще формирует запрос на некоторые действия. Аппаратная реализация не требует от функциональных клавишей выполнения каких-либо специфических действий. Задачей программиста является определить, например, что нажатие клавиши Home должно присести к установке курсора в верхний левый угол экрана, или нажатие клавиши End должно установить курсор в конец текста на экране. Можно легко запрограммировать функциональные клавиши для выполнения самых различных действий.

Каждая клавиша имеет собственный скэн-код от 1 (Esc) до 83 (Del) или от шест.01 до шест.53. Посредством этих скэн- кодов программа может определить нажатие любой клавиши. Нпример, запрос на ввод одного символа с клавиатуры включает загрузку 00 в регистр AH и обращение к BIOS через INT 16H:

```
MOV AH,00 ;Функция ввода с клавиатуры
INT 16H ;Вызвать BIOS
```

Данная операция имеет два типа ответов в зависимости от того, нажата символьная клавиша или функциональная. Для символа (например, буква A) клавиатура посылает в компьютер два элемента информации:
1. ASCII-код символа A (шест.41) в регистре AL; 2. Скэн-код для клавиши A (шест.1E) в регистре AH.

Если нажата функциональная клавиша (например, Ins) клавиатура также передает два элемента:
1. Нуль в регистре AL; 2. Сскэн-код для клавиши Ins (шест.52) в регистре AH.

Таким образом, после выполнения команы INT 16H необходимо прежде проверить содержимое регистра AL. Если AL содержит нуль, то была нажата функциональная клавиша, если не нуль, то получен код символьной клавиши. Ниже приведен пример такой проверки:

```
MOV AH,00 ;Функция ввода
INT 16H ;Вызвать BIOS
CMP AL,00 ;Функциональная клавиша?
JZ exit ; да - выйти
```

Скэн-Коды

На рис. 9.2 приведены скэн-коды для некоторых функциональ ных клавишей.

Клавиатура имеет по две клавиши для таких символов как *, + и -. Нажатие "звездочки", например, устанавливает код символа шест.2A в регистре AL и один из двух скэн-кодов в регистре AH в зависимости от того, какая из клавишей была нажата: шест.09 для звездочки над цифрой 8 или шест.29 для звездочки на клавише PrtSc.

Ниже приведена логика проверки скэн-кода для звездочки:

```
CMP AL,2AH ;Звездочка?
JNE EXIT1 ; нет - выйти
CMP AH,09H ;Какой скэн-код?
JE EXIT2
```

Функциональные клавиши	Скэн-коды
Alt/A - Alt/Z	1E - 2C
F1 - F10	3B - 44
Home	47
Стрелка вверх	48
PgUp	49
Стрелка влево	4B
Стрелка вправо	4D
End	4F
Стрелка вниз	50
PgDn	51
Ins	52
Del	53

Рис. 9.2. Скэн-коды некоторых функциональных клавишей

Приведем пример программы для установки курсора в строку 0 и столбец 0 при нажатии клавиши Home (скэн-код 47):

```
MOV AH,00 ;Выполнить ввод с клавиатуры
INT 16H ;
```

```
CMP AL,00 ;Функциональная клавиша?
JNE EXIT1 ; нет -- выйти
CMP AH,47H ;Скэн-код для клавиши Home?
```

```
    JNE EXIT2 ; нет -- выйти
    MOV AH,02 ;
    MOV BH,00 ;Установить курсор
    MOV DX,00 ; по координатам 0,0
    INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Функциональные клавиши F1 - F10 генерируют скэн-коды от шест.3B до шест.44. Следующий пример выполняет проверку на функциональную клавишу F10:

```
    CMP AH,44H ;Клавиша F10?
    JE EXIT1 ; Да
```

По адресу EXIT1 программа может выполнить любое необходимое действие.

Полный список скэн-кодов приводится в руководстве по языку BASIC. Техническое описание IBM PC содержит подробное описание всех скэн-кодов, а также описание использования клавишей Alt, Ctrl и Shift.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Монохромный дисплей использует 4К байт памяти, 2К байт на символы и 2К байт на атрибуты для каждого символа. ъ Цветной дисплей использует 16К байт памяти и может работать в цветном или черно-белом (BW) режимах. Возможно использование, как текстового режима для отображения ASCII-символов, так и графического режима для любых изображений. ъ Байт-атрибут используется и для монохромных дисплеев и для цветных в текстовом режиме. Атрибут обеспечивает мигание, инвертирование и выделение яркостью. Для цветных дисплеев в текстовом режиме биты RGB позволяют выбирать цвета, но не имеют режима подчеркивания. ъ Команда BIOS INT 10H обеспечивает полную экранную обработку: установку режимов, установку положения курсора, прокрутку экрана, чтение с клавиатуры и вывод на экран. ъ Если ваша программа выводит вниз экрана, то не забывайте выполнять прокрутку прежде, чем курсор выйдет из последней строки. ъ При использовании атрибутов для мигания и инвертирования, не забывайте сбрасывать их в отключенное состояние. ъ Для функций по команде INT 10H, выплняющих чтение и вывод на экран, помните о перемещении курсора. ъ Команда BIOS INT 16H обеспечивает прием и распознавание функциональных клавишей. ъ Функциональные клавиши предполагают запрограммированный вызов некоторых действий.

ъ Каждая клавиша на клавиатуре имеет конкретный скэн-код, пронумерованный от 1 (Esc) до 83 (Del), или от шест.01 до шест.53. ъ Нажатие символьной клавиши на клавиатуре передает код символа в регистр AL и скэн-код клавиши в регистр AH. ъ Нажатие функциональной клавиши на клавиатуре передает нуль в регистр AL и скэн-код клавиши в регистр AH.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

9.1. Определите атрибуты экрана для а) мигания с подчеркива нием, б) нормальной яркости, в) инвертирования с выделением яркостью.

9.2. Составте процедуры для а) установки режима экрана BW (черно-белый) на 80 столбцов, б) установки вида курсо ра, начинающегося на 5 линии сканирования и заканчиваю щегося на 12 линии, в) прокрутки экрана на 10 строк, г) вывода десяти мигающих символов штриховки с половиной точек (шест. B1).

9.3. Напишите скэн-коды для следующих функциональных клавишей: а) стрелка вверх, б) клавиша F3, в) Home, г) PgUp.

9.4. Используя отладчик DEBUG, проверте воздействие на содер жимое регистра AX при нажатии клавишей на клавиатуре. Для ввода ассемблерных команд используйте команду A 100 (Return). Ведите следующие команды:

```
MOV AH,00
INT 16H
JMP 100
```

Используя команду U 100,104, дисассемблируйте программу и с помощью G 104 выполните команды MOV и INT. На команде INT выполнение программы остановиться и система перейдет в ожидание вашего ввода. Для проверки регистра AH нажмите любую клавишу. Продолжая вводить команду G 104, и, нажимая различные клавиши, проверьте работу программы. Для выхода введите команду Q.

9.5. Составте команды для определения нажатия клавиши: если нажата клавиша PgDn, то необходимо установить курсор по координатам - строка 24 и столбец 0.

ГЛАВА 10. Экранные операции III: Цвет и графика

Экранные операции III: Цвет и графика
Цель: Показать расширенные возможности компьютера, связанные с использованием цвета и графики на экране.
ВВЕДЕНИЕ

Данная глава знакомит с использованием цвета для текстово го и графического режимов. Существуют следующие три типа видео мониторов, используемые для изображения цветной графики (в порядке возрастания стоимости и качества):

1. Немодифицированный цветной телевизионный приемник (обычный домашний телевизор), применяемый многими для своих компьютеров.
2. Комбинированный видеомонитор, принимающий цветовой сигнал без радиочастотной модуляции, и используемый для передачи по радиоволнам. Обеспечивает высокое качество изображения.
3. RGB-монитор, посылающий входные сигналы на три раздель ные электронные пушки - красную, зеленую и синию для каждого из трех основных цветов. Являясь наиболее дорогим, RGB-монитор обеспечивает наилучшее качество изображения.

Стандартный адаптер для цветного графического монитора (CGA - Color/Graphics Adapter) использует 16К байт памяти, начинающейся по адресу шест.B8000, 8К байт - для символов и 8К байт для их атрибутов. При работе в формате 80x25 адаптер может хранить четыре страницы (0-3) дисплейного буфера по 4К байт каждая. При работе в формате 40x25 адаптер может хранить восемь страниц (0-7) по 2К байт каждая. По умолчанию используется нулевая страница (в начале дисплейной памяти). Программа может вывести на экран любую страницу и в это время формировать другую страницу в памяти для последующего вывода на экран.

Усовершенствованный графический адаптер (EGA - Enhanced Graphics Adapter) обеспечивает более высокую разрешающую способность, по сравнению со стандартным цветным адаптером (CGA) и в большинстве случаев является совместимым с ним. Разрешающая способность обеспечивает 320x200, 640x200 и 640x350 точек на экране.

Цветные адаптеры имеют два основных режима работы: текстовой (алфовитно-цифровой) и графический, и возможны также дополнительные режимы между двумя основными. По умолчанию используется текстовой режим. Установка режима описана в главе 9 в разделе "Прерывание BIOS INT 10H"

(AH=0). Для установки графического режима или возврата в текстовой режим используется прерывание BIOS INT 10H, как это показано в двух следующих примерах:

```
    MOV AH,00 ;Режим MOV AH,00 ;Режим
    MOV AL,03 ;Цвет+текст MOV AL,04 ;Графика среднего
    INT 10H INT 10H ; разрешения
```

ТЕКСТОВЫЙ (АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОЙ) РЕЖИМ

Текстовой режим предназначен для обычных вычислений с вы водом букв и цифр на экран. Данный режим одинаков для черно- белых (BW) и для цветных мониторов за исключением того, что цветные мониторы не поддерживают атрибут подчеркивания. Текстовой режим обеспечивает работу с полным набором ASCII кодов (256 символов), как для черно-белых (BW), так и для цветных мониторов. Каждый символ на экране может отображать ся в одном из 16 цветов на одном из восьми цветов фона. Бордюр экрана может иметь также один из 16 цветов.

Цвета

Тремя основными цветами являются красный, зеленый и синий. Комбинируя основные цвета, друг с другом, можно получить восемь цветов, включая черный и белый. Используя два уровня яркости для каждого цвета, получим всего 16 цветов:

```
I R G B I R G B
Черный 0 0 0 0 Серый 1 0 0 0
Синий 0 0 0 1 Ярко-синий 1 0 0 1
Зеленый 0 0 1 0 Ярко-зеленый 1 0 1 0
Голубой 0 0 1 1 Ярко-голубой 1 0 1 1
Красный 0 1 0 0 Ярко-красный 1 1 0 0
Сиреневый 0 1 0 1 Ярко-сиреневый 1 1 0 1
Коричневый 0 1 1 0 Желтый 1 1 1 0
Белый 0 1 1 0 Ярко-белый 1 1 1 1
```

Таким образом любые символы могут быть отображены на экране в одном из 16 цветов. Фон любого символа может иметь один из первых восьми цветов. Если фон и текст имеют один и тот же цвет, то текст получается невидимым. Используя байт атрибута, можно получить также мигающие символы.

Байт-атрибут

Текстовой режим допускает использование байта атрибута, рассмотренного в главе 9. В приведенной ниже таблице, атрибут BL обозначает мигание (BLinking), RGB - соответствен но красный, зеленый и синий цвет, I - выделение яркостью:

Фон Текст

Атрибут: BL R G B I R G B
Номера битов: 7 6 5 4 3 2 1 0

Мигание и выделение яркостью относится к тексту. Ниже приведены некоторые типичные атрибуты:

Текст по фону Бит: 7 6 5 4 3 2 1 0
BL R G B I R G B Шест.
Черный по черному 0 0 0 0 0 0 0 0 00
Синий по черному 0 0 0 0 0 0 0 1 01
Красный по синему 0 0 0 1 0 1 0 0 14
Голубой по зеленому 0 0 1 0 0 0 1 1 23
Светло-сиреневый по белому 0 1 1 1 1 1 0 1 7D
Серый по зеленому, мигание 1 0 1 0 1 0 0 0 A8

Байт-атрибут используется аналагично показанному для черно-белого (BW) монитора. Тип монитора можно определить из программы с помощью команды INT 11H. Для BW монитора код 07 устанавливает нормальный атрибут. Для цветных мониторов мож но использовать любую из цветовых комбинаций. Цвет на экране сохраняется до тех пор, пока другая команда не изменит его. Для установки цвета можно использовать в команде INT 10H функции AH=06, AH=07 и AH=09. Например, для вывода пяти мигающих звездочек сетло-зеленым цветом на сиреневом фоне возможна следующая программа:

```
MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
MOV AL,'*' ;Выводимый символ
MOV BH,00 ;Страница 0
MOV BL,0DAH ;Атрибут цвета
MOV CX,05 ;Число повторений
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

ГРАФИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Для генерации цветных изображений в графическом режиме используются минимальные точки растра - пиксели или пэлы (pixel). Цветной графический адаптер (CGA) имеет три степени разрешения:

1. Низкое разрешение (не поддерживается в ROM) обеспечива ет вывод 100 строк по 160 точек (т.е. четыре бита на точку). Каждая точка может иметь один из 16 стандартных цветов, как описано в предыдущем разделе "Цвета". Реализация данного режима включает прямую адресацию контролера Motorola 6845 CRT. Для этого используются два порта: шест.3D4 и 3D5.
2. Среднее разрешение для стандартной цветной графики обеспечивает 200 строк по 320 точек. Каждый байт в этом случае представляет четыре точки (т.е. два бита на точку).

3. Высокое разрешение обеспечивает 200 строк по 640 точек.
Поскольку в данном случае требуется 16К байт памяти, высокое разрешение достигается только в черно-белом (BW) режиме. Каждый байт здесь представляет 8 точек (т.е. один бит на точку). Нулевое значение бита дает черный цвет точки, единичное - белый.

Заметим, что в графическом режиме ROM содержит точечные образы только для первых 128 ASCII-кодов. Команда INT 1FH обеспечивает доступ к 1К байтовой области в памяти, определяющей остальные 128 символов. (8 байт на символ). Отображение графических байтов в видео сигналы аналогично, как для среднего, так и для высокого разрешения.

РЕЖИМ СРЕДНЕГО РАЗРЕШЕНИЯ

При среднем разрешении каждый байт представляет четыре точки, пронумерованных от 0 до 3:

Байт: |C1 C0|C1 C0|C1 C0|C1 C0|
Пиксели: 0 1 2 3

В любой момент для каждой точки возможны четыре цвета, от 0 до 3. Ограничение в 4 цвета объясняется тем, что двухбитовая точка имеет 4 комбинации значений битов: 00, 01, 10 и 11. Можно выбрать значение 00 для любого из 16 возможных цветов фона или выбрать значение 01, 10, и 11 для одной из двух палитр. Каждая палитра имеет три цвета:

C1 C0 Палитра 0 Палитра 1

0 0 фон фон
0 1 зеленый голубой
1 0 красный сиреневый
1 1 коричневый белый

Для выбора цвета палитры и фона используется INT 10H. Таким образом, если, например, выбран фон желтого цвета и палитра 0, то возможны следующие цвета точки: желтый, зеленый, красный и коричневый. Байт, содержащий значение 10101010, соответствует красным точкам. Если выбрать цвет фона - синий и палитру 1, то возможные цвета: синий, голубой, сиреневый и белый. Байт, содержащий значение 00011011, отображает синюю, голубую, сиреневую и белую точки.

Прерывание BIOS INT 10H для графики

Функция AH=00 команды INT 10H устанавливает графический ркфим. Функция AH=11 команды INT 10H позволяет выбрать цвет палитры и вывести на экран графический символ. Код в регист ре AH определяет функцию:

AH=00: Установка режима. Нулевое значение в регистре AH и 04 в регистре AL устанавливают стандартый цветной графичес кий режим:

```
MOV AH,00 ;Функция установки режима
MOV AL,04 ;Разрешение 320x200
INT 10H
```

Установка графического режима приводит к исчезновению курсора с экрана. Подробности по установке режима приведены в главе 9.

AH=0BH: Установка цветовой палитры. Число в регистре BH определяет назначение регистра BL:

BH=00 выбирает цвета фона и бордюра в соответствии с содержимым регистра BL. Цвет фона от 1 до 16 соответствует шест. значениям от 0 до F;
BH=01 выбирает палитру соответственно содержимому регист ра BL (0 или 1):

```
MOV AH,0BH ;Функция установки цвета
MOV BH,01 ;Выбор палитры
MOV BL,00 ; 0 (зеленый, красный, корич.)
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

Палитра, установленная один раз, сохраняется, пока не будет отменена другой командой. При смене палитры весь экран меняет цветовую комбинацию. При использовании функции AH=0BH в текстовом режиме, значение, установленное для цвета 0 в палитре, определяет цвет бордюра.

AH=0CH: Вывод точки на экран. Использование кода 0C в регистре AH позволяет вывести на экран точку в выбранном цвете (фон и палитра). Например, для разрешения 320x200 загрузим в регистр DX вертикальную координату (от 0 до 199), а в регистр CX - горизонтальную координату (от 0 до 319). В регистр AL поместим цвет точки (от 0 до 3):

```
MOV AH,0CH ;Функция вывода точки
MOV AL,цвет ;Цвет точки
MOV CX,столбец ;Горизонтальная координата
MOV DX,строка ;Вертикалькая координата
INT 10H ;Вызвать BIOS
```

AH=0DH: Чтение точки с экрана. Данная функция позволяет прочитать точку для определения ее цвета. В регистр DX должна быть загружена вертикальная координата (от 0 до 199),

а в регистр CX - горизонтальная (от 0 до 319). В регистре AH должно быть значение 0D. Функция возвращает цвет точки в регистре AL.

Рис. 10.1 Вывод на экран в цветном графическом режиме.

ПРОГРАММА: УСТАНОВКА ГРАФИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ОТОБРАЖЕНИЕ ЦВЕТА

Программа, приведенная на рис.10.1, использует команду INT 10H для установки графического режима, выбора зеленого фона и вывода на экран точек (40 строк по 320 столбцов). В программе происходит увеличение значения цвета на 1 для каждой строки. Так как в определении цвета участвуют только три правых бита, цвета повторяются через каждые семь строк.

После выполнения программы дисплей остается в графическом режиме. Восстановление текстового режима возможно с помощью команды DOS MODE (MODE CO80) или пользовательской COM программой, в которой для этой цели используется команда INT 10H.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Память объемом 16K для цветного дисплея позволяет хранить дополнительные страницы (экраны). Возможны четыре страницы для экранов на 80 столбцов или восемь страниц для экранов на 40 столбцов.

ъ Графический режим обеспечивает низкое разрешение (не поддерживается в ROM), среднее разрешение (для цветной графики) и высокое разрешение (для черно-белой графики).

ъ Точка растра (минимальный элемент графического изображения) представляется определенным числом бит в зависимости от графического адаптера и разрешающей способности (низкой, средней или высокой).

ъ Для графики среднего разрешения на цветном графическом адаптере (CGA) можно выбрать четыре цвета, один из которых принадлежит к 16 возможным цветам, а три других формируют цветовую палитру.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

10.1. Сколько цветов возможно для фона и для текста на стандартном цветном адаптере (CGA) в текстовом режиме?

10.2. Напишите байты атрибуты в двоичном формате для а) сиреневого на ярко-голубом, б) коричневого на желтом, в)красного на сером с миганием.
10.3. Объясните разницу в количестве цветов, возможных при низком, среднем и высоком разрешении.
10.4. Напишите команды для вывода пяти символов карточной масти "бубны" в текстовом режиме ярко-зеленым цветом на сиреневом фоне.
10.5. Напишите команды для установки графического режима с разрешением а) 320x200 в адаптере CGA и б) 640x200 в адаптере EGA.
10.6. Напишите команды для установки синего фона в графичес ком режиме.
10.7. Напишите команды для чтения точки на 12 строке и 13 столбце в графическом режиме.
10.8. Модифицируйте программу на рис.10.1 для: а) графическо го режима на вашем мониторе; б) красного фона; в) строк с 10 по 30; г) столбцов с 20 по 300.

ГЛАВА 11. Команды обработки строк

Команды обработки строк
Цель: Ообъяснить назначение специальных цепочечных команд, используемых для обработки символьных данных.
ВВЕДЕНИЕ

Команды, показанные в предыдущих главах, оперировали одним байтом, или одним словом за одно выполнение. Часто, однако, бывает необходимо переслать или сравнить поля данных, которые превышают по длине одно слово. Например, необходимо сравнить описания или имена для того, чтобы отсортировать их в восходящей последовательности. Элементы такого формата известны как строковые данные и могут являтся как символьными, так и числовыми. Для обработки строковых данных ассемблер имеет пять команд обработки строк:

MOVS переслать один байт или одно слово из одной области памяти в другую;
LODS загрузить из памяти один байт в регистр AL или одно слово в регистр AX;
STOS записать содержимое регистра AL или AX в память;
CMPS сравнить содержимое двух областей памяти, размером в один байт или в одно слово;
SCAS сравнить содержимое регистра AL или AX с содержимым памяти.

Префикс REP позволяет этим командам обрабатывать строки любой длины.
СВОЙСТВА ОПЕРАЦИЙ НАД СТРОКАМИ

Цепочечная команда может быть закодирована для повторяю щейся обработки одного байта или одного слова за одно выполнение. Например, можно выбрать "байтовую" команду для обработки строки с нечетным числом байт или "двухбайтовую" команду для обработки четного числа байт. Ниже перечислены регистры, участвующие в цепочечных командах (для однобайтовых и двухбайтовых вариантов). Предположим, что регистры DI и SI содержат необходимые адреса:

Команда	Операнды	Байт	Слово
MOVS	DI,SI	MOVSB	MOVSW
LODS	AL,SI или AX,SI	LODSB	LODSW

STOS DI,AL или DI,AX STOSB STOSW
CMPS SI,DI CMPSB CMPSW
SCAS DI,AL или DI,AX SCASB SCASW

Например, можно кодировать операнды для команды MOVS, но опустить их для MOVSB и MOVSW. Эти команды предполагают, что регистры DI и SI содержат относительные адреса, указывающие на необходимые области памяти (для загрузки можно использо вать команду LEA). Регистр SI обычно связан с регистром сегмента данных - DS:SI. Регистр DI всегда связан с регистром дополнительного сегмента - ES:DI. Следовательно, команды MOVS, STOS, CMPS и SCAS требуют инициализации регистра ES (обычно адресом в регистре DS).

REP: ПРЕФИКС ПОВТОРЕНИЯ ЦЕПОЧЕЧНОЙ КОМАНДЫ

Несмотря на то, что цепочечные команды имеют отношение к одному байту или одному слову, префикс REP обеспечивает повторение команды несколько раз. Префикс кодируется непо средственно перед цепочечной командой, например, REP MOVSB. Для использования префикса REP необходимо установить начальное значение в регистре CX. При выполнении цепочечной команды с префиксом REP происходит уменьшение на 1 значения в регистре CX до нуля. Таким образом, можно обрабатывать строки любой длины.

Флаг направления определяет направление повторяющейся операции:

- для направления слева направо неоходимо с помощью команды CLD установить флаг DF в 0;
- для направления справа налево необходимо с помощью команды STD установить флаг DF в 1.

В следующем примере выполняется пересылка 20 байт из STRING1 в STRING2. Предположим, что оба регистра DS и ES инициализированы адресом сегмента данных:

```
STRING1 DB 20 DUP('*')
STRING2 DB 20 DUP(' ')

...
CLD ;Сброс флага DF
MOV CX,20 ;Счетчик на 20 байт
LEA DI,STRING2 ;Адрес области "куда"
LEA SI,STRING1 ;Адрес одласти "откуда"
REP MOVSB ;Переслать данные
```

При выполнееии команд CMPS и SCAS возможна установка флагов состояния, так чтобы операция могла прекратиться сразу после обнаружения необходимого условия. Ниже приведены модификации префикса REP для этих целей.

REP - повторять операцию, пока CX не равно 0;

REPZили REPE - повторять операцию,пока флаг ZF
показывает "равноили ноль".Прекратить
операцию при флаге ZF, указывающему на не
равно или не ноль или при CX равном 0; REPNE или REPNZ - повторять операцию, пока флаг ZF
показывает "не равно или не ноль".
Прекратить операцию при флаге ZF,
указывающему на "равно или нуль" или при
CX равным 0.
Для процессоров 8086, 80286 и 80386, обрабатывающих слово за одно выполнение, использование цепочечных команд, где это возможно, приводит к повышению эффективности работы программы.
MOVS: ПЕРЕСЫЛКА СТРОК

На рис.7.5 была показана программа для пересылки девяти байтового поля. Программа включала три команды для инициали зации и пять команд для цикла. Команда MOVS с префиксом REP и длиной в регистре CX может выполнять пересылку любого числа символов более эффективно.

Для области, принимающей строку, сегментным регистром, является регистр ES, а регистр DI содержит относительный адрес области, передающей строку. Сегментным регистром является регистр DS, а регистр SI содержит относительный адрес. Таким образом,в начале программы перед выполнением команды MOVS необходимо инициализировать регистр ES вместе с регистром DS, а также загрузить требуемые относительные адреса полей в регистры DI и SI. В зависимости от состояния флага DF команда MOVS производит увеличение или уменьшение на 1 (для байта) или на 2 (для слова) содержимого регистров DI и SI.

Приведем команды, эквивалентные цепочечной команде REP MOVSB:

```
JCXZ LABEL2
LABEL1: MOV AL,[SI]
MOV [DI],AL
INC/DEC DI ;Инкремент или декремент
UNC/DEC SI ;Инкремент или декремент
LOOP LABEL1
LABEL2: ...
```

В программе на рис. 11.1 процедура C10MVSB использует команду MOVSB для пересылки содержимого десятибайтового поля NAME1 в поле NAME2. Первая команда CLD сбрасывает флаг направления в 0 для обеспечения процесса пересылки слева направо. В нормальном состоянии флаг DF обычно имеет нулевое значение и команда CLD используется из предосторожности.

Две команды LEA загружают регистры SI и DI относительными адресами NAME1 и NAME2 соответственно. Так как регистры DS и ES были ранее инициализированы адресом DATASG, то полные адреса полей NAME1 и NAME2 будут в регистрах ES:DI и DS:SI. (COM программа автоматически инициализирует регистры ES и DS). Команда MOV заносит в регистр CX значение 10 - длину полей NAME1 и NAME2. Команда REP MOVSB выполняет следующее:

ъ Пересылает самый левый байт из поля NAME1 (адресованно
го регистрами ES:DI) в самый левый байт поля NAME2
(адресованного регистрами DS:SI). ъ Увеличивает на 1 адреса в регистрах DI и SI для
следующего байта. ъ Уменьшает CX на 1. ъ Повторяет перечисленные действия (в данном случае 10
раз), пока содержимое регистра CX не станет равным
нулю.

Поскольку флаг DF имеет нулевое значение, команда MOVSB увеличивает адреса в регистрах DI и SI, и в каждой итерации процесс переходит на байт вправо, т.е. пересылает байт из NAME1+1 в NAME2+1 и т.д. Если бы флаг DF был равен 1, тогда команда MOVSB уменьшала бы адреса в регистрих DI и SI, выполняя процесс справа налево. Но в этом случае регистры SI и DI необходимо инициализировать адресами последних байтов полей, т.е. NAME1+9 и NAME2+9 соответственно.

В процедуре D10MVSW (рис.11.1) используется команда MOVSW, пересылающая одно слово за одно выполнение. Так как команда MOVSW увеличивает адреса в регистрах DS и SI на 2, операция требует только пять циклов. Для процесса пересылки справа налево регистр SI должен быть инициализирован адресом NAME1+8, а регистр DI - NAME2+8.

LODS: ЗАГРУЗКА СТРОКИ

Команда LODS загружает из памяти в регистр AL один байт или в регистр AX одно слово. Адрес памяти определяется регистрами DS:SI. В зависимости от значения флага DF происходит увеличение или уменьшение регистра SI.

Поскольку одна команда LODS загружает регистр, то практи ческой пользы от префикса REP в данном случае нет. Часто простая команда MOV полностью адекватна команде LODS, хотя MOV генерирует три байта машинного кода, а LODS - только один, но требует инициализацию регистра SI. Можно использо вать команду LODS в том случае, когда требуется продвигаться вдоль строки (по байту или по слову), проверяя загружаемый регистр на конкретное значение.

Команды, эквивалентные команде LODSB:

```
MOV AL,[SI]
INC SI
```

На рис.11.1 процедура E10LODS демонстрирует использование команды LODSW. В примере обрабатывается только одно слово: первый байт из области NAME1 (содержащий As) заносится в регистр AL, а второй байт - в регистр AH. В результате в регистре AX получится значение sA.

STOS: ЗАПИСЬ СТРОКИ

Команда STOS записывает (сохраняет) содержимое регистра AL или AX в байте или в слове памяти. Адрес памяти всегда представляется регистрами ES:DI. В зависимости от флага DF команда STOS также увеличивает или уменьшает адрес в регистре DI на 1 для байта или на 2 для слова.

Практическая польза команды STOS с префиксом REP - инициализация области данных конкретным значением, например, очистка дисплейного буфера пробелами. Длина области (в байтах или в словах) загружается в регистр AX. Команды, эквивалентные команде REP STOSB:

```
JCXZ LABEL2
LABEL1: MOV [DI],AL
INC/DEC DI ;Инкремент или декремент
LOOP LABEL1
LABEL2: ...
```

На рис.11.1 процедура F10STOS демонстрирует использование команды STOSW. Операция осуществляет запись шест. 2020 (пробелы) пять раз в область NAME3, причем значение из регистра AL заносится в первый байт, а из регистра AH - во второй. По завершении команды регистр DI содержит адрес NAME3+10.

CMPS: СРАВНЕНИЕ СТРОК

Команда CMPS сравнивает содержимое одной области памяти (адресуемой регистрами DS:SI) с содержимыми другой области (адресуемой как ES:DI). В зависимости от флага DF команда CMPS также увеличивает или уменьшает адреса в регистрах SI и DI на 1 для байта или на 2 для слова. Команда CMPS устанавливает флаги AF, CF, OF, PF, SF и ZF. При использовании префикса REP в регистре CX должна находиться длина сравниваемых полей. Команда CMPS может сравнивать любое число байт или слов.

Рис. 11.1. Использование цепочечных команд.

Рассмотрим процесс сравнения двух строк, содержащих имена JEAN и JOAN. Сравнение побайтно слева направо приводит к следующему:

J : J Равно
E : O Не равно (E меньше O)
A : A Равно
N : N Равно

Сравнение всех четырех байт заканчивается сравнением N:N - равно/нуль. Так как имена "не равны", операция должна пре кратиться, как только будет обнаружено условие "не равно". Для этих целей команда REP имеет модификацию REPE, которая повторяет сравнение до тех пор, пока сравниваемые элементы равны, или регистр CX не равен нулю. Кодируется повторяющее ся однобайтовое сравнение следующим образом:

REPE CMPSB

На рис.11.1 в процедере G10CMPS имеются два примера использования команды CMPSB. В первом примере происходит сравнение содержимого полей NAME1 и NAME2. Так как ранее команда MOVSB переслала содержимое поля NAME1 в поле NAME2, то команда CMPSB продолжается на всех десяти байтах и завершается состоянием равно/нуль: флаг SF получает значение 0 (положительно) и флаг ZF - 1(нуль).

Во втором примере сравнивается поля NAME2 и NAME3. Ранее команда STOSW заполнила поле NAME3 пробелами, поэтому команда CMPB завершается после сравнения первых же байт с результатом "больше/неравно": флаг SF получает значение 0 (положительно) и флаг ZF - 0 (ненуль).

Первый пример заканчивается с результатом "равно/нуль" и заносит 01 в регистр BH. Второй пример заканчивается с результатом "неравно" и заносит 02 в регистр BL. При трассировке команд с помощью отладчика DEBUG можно увидеть, что в конце процедуры G10CMPS регистр BX будет содержать значение 0102.

Предупреждение! Показанные примеры используют команду CMPSB для сравнения одного байта за одно выполнение. При использовании команды CMPSW для сравнения одного слова, необходимо инициализировать регистр CX значением 5. Кроме того следует помнить, что команда CMPSW при сравнении слов переставляет байты. Например, сравнивая имена SAMUEL и ARNOLD команда CMPSW выбирает вместо SA и AR переставленные значения, т.е. AS и RA. В результате вместо "больше" получится "меньше", т.е. неправельный результат. Таким образом команда CMPSW работает правильно только при сравне нии строк, которые содержат числовые данные, определенные как DW, DD или DQ.

SCAS: СКАНИРОВАНИЕ СТРОК

Команда SCAS отличается от команды CMPS тем, что сканирует (просматривает) строку на определенное значение байта или слова. Команда SCAS сравнивает содержимое области

памяти (адресуемой регистрами ES:DI) с содержимым регистра AL или AX. В зависимости от значения флага DF команда SCAS также увеличивает или уменьшает адрес в регистре DI на 1 для байта или на 2 для слова. Команда SCAS устанавливает флаги AF, CF, OF, PF, SF и ZF. При использовании префикса REP и значения длины в регистре CX команда SCAS может сканировать строки любой длины.

Команда SCAS особенно полезна, например, в текстовых редакторах, где программа должна сканировать строки, выполняя поиск знаков пунктуации: точек, запятых и пробелов.

На рис.11.1 процедура H10SCAS сканирует область NAME1 на строчную букву "m". Так как команда SCASB должна продолжать сканирование, пока результат сравнения - "не равно" или регистр CX не равен нулю, то используется префикс REPNE:

```
REPNE SCASB
```

Так как область NAME1 содержит слово "Assemblers", то команда SCASB находит символ "m" в пятом сравнении. При использовании отладчика DEBUG для трассировки команд в конце процедуры H10SCAS можно увидеть в регистре AH значение 03 для индикации того, что символ "m" найден. Команда REP SCASB кроме того уменьшит значение регистра CX от 10 до 06.

Команда SCASW сканирует в памяти слово на соответствие значению в регистре AX. При использовании команд LODSW или MOV для пересылки слова в регистр AX, следует помнить, что первый байт будет в регистре AL, а второй байт - в регистре AH. Так как команда SCAS сравнивает байты в обратной последовательности, то операция корректна.

СКАНИРОВАНИЕ И ЗАМЕНА

В процессе обработки текстовой информации может возникнуть необходимость замены определенных символов в тексте на другие, например, подстановка пробелов вместо различных редактирующих символов. В приведенном ниже фрагменте программы осуществляется сканирование строки STRING и замена символа амперсанд (&) на символ пробела. Когда команда SCASB обнаружит символ & (в примере это будет позиция STRING+8), то операция сканирования прекратит ся и регистр DI будет содержать адрес STRING+9. Для получе ния адреса символа & необходимо уменьшить содержимое DI на единицу и записать по полученному адресу символ пробела.

```
STRLEN EQU 15 ;Длина поля STRING
STRING DB 'The time&is now'
...
CLD
MOV AL,'&' ;Искомый символ
MOV CX,STRLEN ;Длина поля STRING
LEA DI,STRING ;Адрес поля STRING
REPNE SCASB ;Сканировать
```

```
    JNZ K20 ;Символ найден?
    DEC DI ;Да - уменьшить адрес
    MOV BYTE PTR[DI],20H ;Подставить пробел
    K20: RET
```

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ КОДИРОВАНИЕ

При использовании команд MOVSB или MOVSW ассемблер предполагает наличие корректной длины строковых данных и не требует кодирования операндов в команде. Для команды MOVS длина должна быть закодирована в операндах . Например, если поля FLDA и FLDB определены как байтовые (DB), то команда

```
    REP MOVS FLDA,FLDB
```

предполагает повторяющуюся пересылку байтов из поля FLDB в поле FLDA. Эту команду можно записать также в следующем виде:

```
    REP MOVS ES:BYTE PTR[DI],DS:[SI]
```

Однако загрузка регистров DI и SI адресами FLDA и FLDB обязательна в любом случае.

ДУБЛИРОВАНИЕ ОБРАЗЦА

Команда STOS бывает полезна для установки в некоторой области определенных значений байтов и слов. Для дублирова ния образца, длина которого превышает размер слова, можно использовать команду MOVS с небольшой модификацией. Предположим, что необходимо сформировать строку следующего вида:

```
    ***---***---***---***---***--- . . .
```

Вместо того, чтобы определять полностью всю строку, можно определить только первые шесть байтов. Закодируем образец непосредственно перед обрабатываемой строкой следующим образом:

```
    PATTERN DB '***---'
    DISAREA DB 42 DUP(?)
    .
    .
    CLD
    MOV CX,21
    LEA DI,DISAREA
    LEA SI,PATTERN
    REP MOVSW
```

В процессе выполнения команда MOVSW сначала пересылает первое слово (**) из образца PATTERN в первое слово области DISAREA, затем - второе слово (*-), потом третье (--):

```
***---***---
| |
PATTERN DISAREA
```

К этому моменту регистр DI будет содержать адрес DISAREA+6, а регистр SI - PATTERN+6, который также является адресом DISAREA. Затем команда MOVSW автоматически дублирует образец, пересылая первое слово из DISAREA в DISAREA+6, из DISAREA+2, в DISAREA+8, из DISAREA+4 в DISAREA+10 и т.д. В результате образец будет полностью продублирован по всей области DISAREA:

```
***---***---***---***---***--- . . . ***---
| | | |
PATTERN DISAREA+6 DISAREA+12 DISAREA+42
```

Данную технику можно использовать для дублирования в области памяти любого образца любой длины. Образец должен быть расположен непосредственно перед принимающей областью.

ПРОГРАММА: ВЫРАВНИВАНИЕ ВПРАВО ПРИ ВЫВОДЕ НА ЭКРАН

COM-программа, изображенная на рис.1.2, иллюстрирует почти весь материал, приведенный в этой главе. Процедуры программы выполняют следующие действия:

B10INPT Принимает имена длиной до 30 символов, вводимых вверху экрана. D10SCAS Использует команду SCASB для сканирования имен и об хода любого ввода, содержащего символ "звездочка". E10RGHT Использует команду MOVSB для выравнивания имен по правой границе, выводит имена в колонку в правой части экрана. Длина в поле ACTNLEN из списка параметров ввода используется для вычисления самого правого символа в имени, например:

```
JEROME KERN
OSCAR HAMMERSTEIN
RICHARD ROGERS
```

F10CLNM Использует команду STOSW для очистки области имени в памяти.

Рис.11.2. Выравнивание вправо при выводе на экран.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Для цепочечных команд MOVS, STOS, CMPS и SCAS не забывайте инициализировать регистр ES.
ъ Сбрасывайте (CLD) или устанавливайте (STD) флаг направления в соответствии с направлением обработки.
ъ Не забывайте устанавливать в регистрах DI и SI необходимые значения. Например, команда MOVS предполагает операнды DI,SI, а команда CMPS - SI,DI.
ъ Инициализируйте регистр CX в соответствии с количеством байтов или слов, участвующих в процессе обработки.
ъ Для обычной обработки используйте префикс REP для команд MOVS и STOS и модифицированный префикс (REPE или REPNE) для команд CMPS и SCAS.
ъ Помните об обратной последовательности байтов в сравниваемых словах при выполнении команд CMPSW и SCASW.
ъ При обработке справа налево устанавливайте начальные адреса на последний байт обрабатываемой области. Если, например, поле NAME1 имеет длину 10 байтов, то для побайтовой обработки данных в этой области справа налево начальный адрес , загружаемый командой LEA, должен быть NAME1+9. Для бработки слов начальный адрес в этом случае - NAME1+8.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

11.1. В данной главе приведены эквивалентные команды для а) MOVSB, б) LODSB и в)STOSB с префиксом REP. Напишите эквивалентные команды для обработки по словам а) MOVSW, б) LODSW и в) STOSW с префиксом REP.
11.2. Введите, ассемблируйте и выполните компановку программы, приведенной на рис.11.1. Не забудьте о инициализации регистра ES. Замените команды MOVSB и MOVSW для пересылки справа налево. Измените процедуру H10SCAS для сканирования поля NAME1 на слово "mb". Используя отладчик DEBUG для трассировки процедур, обратите веимание на содержимое сегмента данных и регистров.
11.3. Имеются следующие определения:

```
DATASG SEGMENT PARA
CONAME DB 'SPACE EXPLORERS INC.'
PRLINE DB 20 DUP(' ')
```

Используя цепочечные команды, выполните:
а) пересылку данных из CONAME в PRLINE слева направо;

б) пересылку данных из CONAME в PRLINE справа налево;
в) загрузку третьего и четвертого байтов области CONAME в регистр AX;
г) сохранение содержимого регистра AX в область по адресу PRLINE+5;
д) сравнение данных в областях CONAME и PRLINE (они должны быть не равны);
е) сканирование областей CONAME и PRLINE, и поиск в ней символа пробел. Если символ будет найден, то переслать его в регистр BH.

11.4. Переделайте процедуру H10SCAS (рис.11.1) так, чтобы выполнялось сканирование поля NAME1 на символ "er". Обратите внимание, что символы "er" не встречаются в поле NAME1 как одно слово: /As/se/mb/le/rs/. Для решения этой проблемы возможны два варианта:
а) использовать команду SCASW дважды, причем первая должна начинаться по адресу NAME1, а вторая - по адресу NAME1+1;
б) использовать команду SCASB для поиска символа "e" и сравнить затем следующий байт на символ "r".

11.5. Определите поле, содержащее шест.значения 03, 04, 05 и B4. Продублируйте это поле 20 раз и выдайте результат на экран.

ГЛАВА 12. Арифметические операции I: Обработка двоичных данных

Арифметические операции I: Обработка двоичных данных
Цель: Дать сведения об операциях сложения, вычитания, умножения и деления двоичных данных.
ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что мы привыкли к десятичной арифметике (база 10), компьютер работает только с двоичной арифметикой (база 2). Кроме того, ввиду ограничения, накладываемого 16-битовыми регистрами, большие величины требуют специальной обработки.

Данная глава дает сведения об операциях сложения, вычитания, умножения и деления для беззнаковых и знаковых данных. В главе приводятся много примеров и предупреждений о различных ловушках для опрометчивых исследователей мира микропроцессора. В следующей главе будут раскрыты операции преобразования между двоичными данными и ASCII кодами.
СЛОЖЕНИЕ И ВЫЧИТАНИЕ

Команды ADD и SUB выполняют сложение и вычитание байтов или слов, содержащих двоичные данные. Вычитание выполняется в компьютере по методу сложения с двоичным дополнением: для второго операнда устанавливаются обратные значения бит и прибавляется 1, а затем проиСХодит сложение с первым операндом. Во всем, кроме первого шага, операции сложения и вычитания идентичны.

На рис. 12.1 представленны примеры команд ADD и SUB, обрабатывающие байты или слова. В процедуре B10ADD используется команда ADD для сложения байтов, а в процедуре C10SUB команда SUB вычитает слова. Примеры показывают все пять возможных ситуаций:

сложение/вычитание регистр-регистр;
сложение/вычитание память-регистр;
сложение/вычитание регистр-память;
сложение/вычитание регистр-непоср.значение;
сложение/вычитание память-непоср.значение.

Рис. 12.1 Примеры команд ADD и SUB.

Поскольку прямой операции память-память не существует, данная операция выполняется через регистр. В следующем примере к содержимому слова WORDB прибавляется

содержимое слова WORDA, описанных как DW:

```
MOV AX,WORDA
ADD AX,WORDB
MOV WORDB,AX
```

Переполнения

Опасайтесь переполнений в арифметических операциях. Один байт содержит знаковый бит и семь бит данных, т.е. значения от -128 до +127. Результат арифметической операции может легко превзойти емкость однобайтового регистра. Например, результат сложения в регистре AL, превышающий его емкость, автоматически не переходит в регистр AH. Предположим, что регистр AL содержит шест.60, тогда результат команды

```
ADD AL,20H
```

генерирует в AL суумму - шест.80. Но операция также устанавливает флаг переполнения и знаковый флаг в состояние "отрицательно". Причина заключается в том, что шест.80 или двоичное 1000 0000 является отрицательным числом. Т.е. в результате, вместо +128, мы получим -128. Так как регистр AL слишком мал для такой операции и следует воспользоваться регистром AX. В следующем примере команда CBW (Convert Byte to Word - преобразовать байт в слово) преобразует шест.60 в регистре AL в шест.0060 в регистре AX, передавая при этом знаковый бит (0) через регистр AH. Команда ADD генерирует теперь в регистре AX правильный результат: шест.0080, или +128:

```
CBW ;Расширение AL до AX
ADD AX,20H ;Прибавить к AX
```

Но полное слово имеет также ограничение: один знаковый бит и 15 бит данных, что соответствует значениям от -32768 до +32767. Рассмотрим далее как можно обрабатывать числа, превышающие эти пределы.

Многословное сложение

Максимальное возможное значение в регистре +32767 ограни чивает возможность компьютера для выполнения арифметических операций. Рассмотрим два способа выполнения арифметических операций. Первый способ - более прост, но специфичен, второй - сложнее, но имеет общий характер.

Рис. 12.2. Сложение двойных слов.

На рис.12.2 процедура D10DWD демонстрирует простой способ сложения содержимого одной пары слов (WORD1A и WORD1B) с содержимым второй пары слов (WORD2A и WORD2B) и сохранения суммы в третьей паре слов (WORD3A и WORD3B). Сначала выполняется сложение правых слов:

WORD1B BC62
WORD2B 553A
Сумма: 1119C

Сумма - шест.1119C превышает емкость регистра AX. Переполнение вызывает установку флага переноса в 1. Затем выполняется сложение левых слов, но в данном случае, вместо команды ADD используется команда сложения с переносом ADC (ADd with Carry). Эта команда складывает два значения, и если флаг CF уже установлен, то к сумме прибавляется 1:

WORD1A 0123
WORD2A 0012
Плюс перенос 1
Сумма: 0136

При использовании отладчика DEBUG для трассировки арифметических команд можно увидеть эту сумму 0136 в регистре AX, и обратные значения 3601 в поле WORD3A и 9C11 в поле WORD3B.

На рис.12.2 процедура E10DWD демонстрирует подход к сложению значений любой длины. Действие начинается со сложения самых правых слов складываемых полей. В первом цикле складываются правые слова, во втором - слова, расположенные левее. При этом адреса в регистрах SI, DI и BX уменьшаются на 2. По две команда DEC выполняют эту операцию для каждого регистра. Применять команду

SUB reg,02

в данном случае нельзя, т.к. при этом будет очищен флаг переноса, что приведет к искажению результата сложения.

Ввиду наличия цикла, используется только одна команда сложения ADC. Перед циклом команда CLC (CLear Carry - очистить флаг переноса) устанавливает нулевое значение флага переноса. Для работы данного метода необходимо: 1) обеспе чить смежность слов, 2) выполнять обработку справа налево и 3) загрузить в регистр CX число складываемых слов.

Для многословного вычитания используется команда SBB (SuBtract with Borrow - вычитание с заемом) эквивалентная команде ADC. Заменив в процедуре E10DWD (рис.12.2) команду ADC на SBB, получим процедуру для вычитания.

БЕЗЗНАКОВЫЕ И ЗНАКОВЫЕ ДАННЫЕ

Многие числовые поля не имеют знака, например, номер абонента, адрес памяти. Некоторые числовые поля предлагаются всегда положительные, например, норма выплаты, день недели, значение числа ПИ. Другие числовые поля являются знаковые, так как их содержимое может быть положительным или отрицательным. Например, долговой баланс покупателя, который может быть отрицательным при переплатах, или алгебраическое число.

Для беззнаковых величин все биты являются битами данных и вместо ограничения +32767 регистр может содержать числа до +65535. Для знаковых величин левый байт является знаковым битом. Команды ADD и SUB не делают разницы между знаковыми и беззнаковыми величинами, они просто складывают и вычитают биты. В следующем примере сложения двух двоичных чисел, первое число содержит единичный левый бит. Для беззнакового числа биты представляют положительное число 249, для знакового - отрицательное число -7:

Беззнаковое Знаковое
11111001 249 -7
00000010 2 +2
11111011 251 -5

Двоичное представление результата сложения одинаково для беззнакового и знакового числа. Однако, биты представляют +251 для беззнакового числа и -5 для знакового. Таким одразом, числовое содержимое поля может интерпретироваться по разному.

Состояние "перенос" возникает в том случае, когда имеется перенос в знаковый разряд. Состояние "переполнение" возника ет в том случае, когда перенос в знаковый разряд не создает переноса из разрядной сетки или перенос из разрядной сетки проиСХодит без переноса в знаковый разряд. При возникновении переноса при сложении беззнаковых чисел, результат получает ся неправильный:

Беззнаковое Знаковое CF OF
11111100 252 -4
00000101 5 +5
00000001 1 1 1 0
(неправильно)

При возникновении переполнения при сложении знаковых чисел, результат получается неправильный:

Беззнаковое Знаковое CF OF
01111001 121 +121
00001011 11 +11
10000100 132 -124 0 1
(неправильно)

При операциях сложения и вычитания может одновременно возникнуть и переполнение, и перенос:

Беззнаковое Знаковое CF OF
11110110 246 -10
10001001 137 -119
01111111 127 +127 1 1
(неправильно) (неправильно)
УМНОЖЕНИЕ

Операция умножения для беззнаковых данных выполняется командой MUL, а для знаковых - IMUL (Integer MULtiplication - умножение целых чисел). Ответственность за контроль над форматом обрабатываемых чисел и за выбор подходящей команды умножения лежит на самом программисте. Существуют две основные операции умножения:

"Байт на байт". Множимое находится в регистре AL, а множи тель в байте памяти или в однобайтовом регистре. После умножения произведение находится в регистре AX. Операция игнорирует и стирает любые данные, которые находились в регистре AH.

| AH | AL | | AX |
До умножения:| |Множимое| После:|Произведение|

"Слово на слово". Множимое находится в регистре AX, а мно житель - в слове памяти или в регистре. После умножения произведение находится в двойном слове, для которого требуется два регистра: старшая (левая) часть произведения находится в регистре DX, а младшая (правая) часть в регистре AX. Операция игнорирует и стирает любые данные, которые находились в регистре DX.

| AX | | DX || AX |
До умножения:|Множимое| После: |Ст.часть||Мл.часть|
| Произведение |

В единственном операнде команд MUL и IMUL указывается множитель. Рассмотрим следующую команду:

MUL MULTR

Если поле MULTR определено как байт (DB), то операция предполагает умножение содержимого AL на значение байта из поля MULTR. Если поле MULTR определено как слово (DW), то опереция предполагает умножение содержимого AX на значение слова из поля MULTR. Если множитель находится в регистре, то длина регистра определяет тип операции, как это показанно ниже:

```
MUL CL ;Байт-множитель: множимое в AL, произвед. в AX
MUL BX ;Слово-множитель:множимое в AX, произв.в DX:AX
```

Беззнаковое умножение: Команда MUL

Команда MUL (MULtiplication - умножение) умножает беззна ковые числа. На рис. 12.3 в процедуре C10MUL дано три примера умножения: байт на байт, слово на слово и слово на байт. Первый пример команды MUL умножает шест.80 (128) на шест.47 (64). Произведение - ш ест.2000 (8192) получается в регистре AX.

Рис. 12.3. Беззнаковое и знаковое умножение.

Второй пример команды MUL генерирует шест. 10000000 в регистрах DX:AX.

Третий пример команды MUL выполняет умножение слова на байт и требует расширение байта BYTE1 до размеров слова. Так как предполагаются беззнаковые величины, то в примере левый бит регистра AH равен нулю. (При использовании команды CBW значение левого бита регистра AL может быть 0 или 1). Произведение - шест. 00400000 получается в регистрах DX:AX.

Знаковое умножение: Команда IMUL

Команда IMUL (Integer MULtiplication - умножение целых чисел) умножает знаковые числа. На рис. 12.3 в процедуре D10IMUL используются те же три примера умножения, что и в процедуре C10MUL, но вместо команд MUL записаны команды IMUL.

Первый пример команды IMUL умножает шест.80 (отрицатель ное число) на шест.40 (положительное число). Произведение - шест.E000 получается в регистре AX. Используя те же данные, команда MUL дает в результате шест.2000, так что можно видеть разницу в использовании команд MUL и IMUL. Команда MUL рассматривает шест.80 как +128, а команда IMUL - как -128. В результате умножения -128 на +64 получается -8192 или шест.E000. (Попробуйте преобразовать шест.E000 в десятичный формат).

Второй пример команды IMUL умножает шест.8000 (отрицатель ное значение) на шест.2000 (положительное значение). Произведение - шест.F0000000 получается в регистрах DX:AX и представляет собой отрицательное значение.

Третий пример команды IMUL перед умножением выполняет расширение байта BYTE1 до размеров слова в регистре AX. Так как значения предполагаются знаковые, то в примере используется команда CBW для перевода левого знакового бита в регистр AH: шест.80 в регистре AL превращается в шест.FF80 в регистре AX. Поскольку множитель в слове WORD1 имеет также отрицательное значение, то произведение должно получится положительное. В самом деле: шест.00400000 в

регистрах DX:AX - такой же результат, как и в случае умножения командой MUL, которая предполагала положительные сомножители.

Таким образом, если множимое и множитель имеет одинаковый знаковый бит, то команды MUL и IMUL генерируют одинаковый результат. Но, если сомножители имеют разные знаковые биты, то команда MUL вырабатывает положительный результат умножения, а команда IMUL - отрицательный.

Можно обнаружить это, используя отладчик DEBUG для трассировки примеров.

Повышение эффективности умножения: При умножении на степень числа 2 (2,4,8 и т.д.) более эффективным является сдвиг влево на требуемое число битов. Сдвиг более чем на 1 требует загрузки величины сдвига в регистр CL. В следующих примерах предположим, что множимое находится в регистре AL или AX:

```
Умножение на 2: SHL AL,1
Умножение на 8: MOV CL,3
SHL AX,CL
```

Многословное умножение

Обычно умножение имеет два типа: "байт на байт" и "слово на слово". Как уже было показано, максимальное знаковое значение в слове ограничено величиной +32767. Умножение больших чисел требует выполнения некоторых дополнительных действий. Рассматриваемый подход предполагает умножение каждого слова отдельно и сложение полученных результатов. Рассмотрим следующее умножение в десятичном формате:

```
1365
x12
2730
1365
16380
```

Представим, что десятичная арифметика может умножать только двухзначные числа. Тогда можно умножить 13 и 65 на 12 раздельно, следующим образом:

```
13 65
x12 x12
26 130
13 65
156 780
```

Следующим шагом сложим полученные произведения, но поскольку число 13 представляло сотни, то первое произведение в действительности будет 15600:

```
15600
```

+780
16380

Ассемблерная программа использует аналогичную технику за исключением того, что данные имеют размерность слов (четыре цифры) в шестнадцатеричном формате.

Умножение двойного слова на слово. Процедура E10XMUL на рис.12.4 умножает двойное слово на слово. Множимое, MULTCND, состоит из двух слов, содержащих соответственно шест. 3206 и шест. 2521. Определение данных в виде двух слов (DW) вместо двойного слова (DD) обусловлено необходимостью правильной адресации для команд MOV, пересылающих слова в регистр AX. Множитель MULTPLR содержит шест. 6400. Область для записи произведения, PRODUCT, состоит из трех слов. Первая команда MUL перемножает MULTPLR и правое слово поля MULTCND; произведение - шест. 0E80 E400 записывается в PRODUCT+2 и PRODUCT+4. Вторая команда MUL перемножает MULTPLR и левое слово поля MULTCND, получая в результате шест. 138A 5800. Далее выполняется сложение двух произведений следующим образом:

Произведение1: 0000 0E80 E400
Произведение 2: 138A 5800
Результат: 138A 6680 E400

Так как первая команда ADD может выработать перенос, то второе сложение выполняется командой сложения с переносом ADC (ADd with Carry). В силу обратного представления байтов в словах в процессорах 8086/8088, область PRODUCT в действи тельности будет содержать значение 8A13 8066 00E4. Программа предполагает, что первое слово в области PRODUCT имеет начальное значение 0000.

Рис.12.4. Многословное умножение.

Умножение "двойного слова на двойное слово". Умножение двух двойных слов включает следующие четыре операции умножения:

Множимое Множитель

слово 2 x слово 2
слово 2 x слово 1
слово 1 x слово 2
слово 1 x слово 1

Каждое произведение в регистрах DX и AX складывается с соответствующим словом в окончательном результате. Пример такого умножения приведен в процедуре F10XMUL на рис. 12.4.

Множимое MULTCND содержит шест. 3206 2521, множитель MULTPLR - шест. 6400 0A26. Результат заносится в область PRODUCT, состоящую из четырех слов.

Хотя логика умножения двойных слов аналогична умножению двойного слова на слово, имеется одна особенность, после пары команд сложения ADD/ADC используется еще одна команда ADC, которая прибавляет 0 к значению в поле PRODUCT. Это необходимо потому, что первая команда ADC сама может вызвыть перенос, который последующие команды могут стереть. Поэтому вторая команда ADC прибавит 0, если переноса нет, и прибавит 1, если перенос есть. Финальная пара команд ADD/ADC не тредует дополнительной команды ADC, так как область PRODUCT достаточно велика для генерации окончательного результата и переноса на последнем этапе не будет.

Окончательный результат 138A 687C 8E5C CCE6 получится в поле PRODUCT в обратной записи байт в словах. Выполните трассировку этого примера с помощью отладчика DEBUG.

СДВИГ РЕГИСТРОВОЙ ПАРЫ DX:AX

Следующая подпрограмма может быть полезна для сдвига содержимого регистровой пары DX:AX вправо или влево. Можно придумать более эффективный метод, но данный пример представляет общий подход для любого числа циклов (и, соответственно, сдвигов) в регистре CX. Заметьте, что сдвиг единичного бита за разрядную сетку устанавливает флаг переноса.

```
Сдвиг влево на 4 бита
MOV CX,04 ;Инициализация на 4 цикла
C20: SHL DX,1 ;Сдвинуть DX на 1 бит влево
SHL AX,1 ;Сдвинуть AX на 1 бит влево
ADC DX,00 ;Прибавить значение переноса
LOOP C20 ;Повторить
Сдвиг вправо на 4 бита
MOV CX,04 ;Инициализация на 4 цикла
D20: SHR AX,1 ;Сдвинуть AX на 1 бит вправо
SHR DX,1 ;Сдвинуть DX на 1 бит вправо
JNC D30 ;Если есть перенос,
OR AH,10000000B ; то вставить 1 в AH
D30: LOOP D20 ;Повторить
```

Ниже приведен более эффективный способ для сдвига влево, не требующий организации цикла. В этом примере фактор сдвига записывается в регистр CL. Пример написан для сдвига на 4 бита, но может быть адаптирован для других величин сдвигов:

```
MOV CL,04 ;Установить фактор сдвига
SHL DX,CL ;Сдвинуть DX влево на 4 бита
MOV BL,AH ;Сохранить AH в BL
SHL AX,CL ;Сдвинуть AX влево на 4 бита
SHL BL,CL ;Сдвинуть BL вправо на 4 бита
```

```
    OR DL,BL ;Записать 4 бита из BL в DL
```

ДЕЛЕНИЕ

Операция деления для беззнаковых данных выполняется командой DIV, а для знаковых - IDIV. Ответственность за подбор подходящей команды лежит на программисте. Существуют две основные операции деления:

Деление "слова на байт". Делимое находится в регистре AX, а делитель - в байте памяти или а однобайтовом регистре. После деления остаток получается в регистре AH, а частное - в AL. Так как однобайтовое частное очень мало (максимально +255 (шест.FF) для беззнакового деления и +127 (шест.7F) для знакового), то данная операция имеет ограниченное использование.

| AX | | AH | AL |
До деления: | Делимое| После: |Остаток|Частное|

Деление "двойного слова на слово". Делимое находится в регистровой паре DX:AX, а делитель - в слове памяти или а регистре. После деления остаток получается в регистре DX, а частное в регистре AX. Частное в одном слове допускает максимальное значение +32767 (шест.FFFF) для беззнакового деления и +16383 (шест.7FFF) для знакового.

| DX || AX | | AH || AL |
До деления:|Ст.часть||Мл.часть| После:|Остаток||Частное|
| Делимое |

В единственном операнде команд DIV и IDIV указывается делитель. Рассмотрим следующую команду:

```
DIV DIVISOR
```

Если поле DIVISOR определено как байт (DB), то операция предполагает деление слова на байт. Если поле DIVISOR определено как слово (DW), то операция предполагает деление двойного слова на слово.

При делении, например, 13 на 3, получается разельтат 4 1/3. Частное есть 4, а остаток - 1. Заметим, что ручной калькулятор (или программа на языке BASIC) выдает в этом случае результат 4,333.... Значение содержит целую часть (4) и дробную часть (,333). Значение 1/3 и 333... есть дробные части, в то время как 1 есть остаток от деления.

Беззнаковое деление: Команда DIV

Команда DIV делит беззнаковые числа. На рис.12.5 в процедуре D10DIV дано четыре примера деления: слово на байт, байт на байт, двойное слово на слово и слово на слово.

Первый пример команды DIV делит шест.2000 (8092) на шест.80 (128). В результате остаток 00 получается в регистре AH, а частное шест.40 (64) - в регистре AL.

Второй пример команды DIV выполняет прежде расширение байта BYTE1 до размеров слова. Так как здесь предполагается беззнаковая величина, то в примере левый бит регистра AH равен нулю. В результате деления остаток - шест. 12 получает ся в регистре AH, а частное шест.05 - в регистре AL.

Третий пример команды DIV генерирует остаток шест. 1000 в регистре DX и частное шест. 0080 в регистре AX.

В четвертом примере команды DIV сначала выполняется расширение слова WORD1 до двойного слова в регистре DX. После деления остаток шест.0000 получится в регистре DX, а частное шест. 0002 - в регистре AX.

Рис.15.5. Беззнаковое и знаковое деление.

Знаковое деление: Команда IDIV

Команда IDIV (Integer DIVide) выполняет деление знаковых чисел. На рис.12.5 в процедуре E10IDIV используются те же четыре примера деления, что и в процедуре D10DIV, но вместо команд DIV записаны команды IDIV. Первый пример команды IDIV делит шест.2000 (положительное число) на шест.80 (отри цательное число). Остаток от деления - шест. 00 получается в регистре AH , а частное - шест. C0 (-64) - в регистре AL. Команда DIV, используя те же числа, генерирует частное +64.

Шестнадцатиричные результаты трех остальных примеров деления приведены ниже:

Пример команды IDIV Остаток Частное

2 EE (-18) FB (-5)
3 1000 (4096) 0080 (128)
4 0000 0002

Только в примере 4 вырабатывается такой же результат, что и для команды DIV. Таким образом, если делимое и делитель имеют одинаковый знаковый бит, то команды DIV и IDIV генерируют одинаковый результат. Но, если делимое и делитель имеют разные знаковые биты, то команда DIV генерирует положи тельное частное, а команда IDIV - отрицательное частное. Можно обнаружить это, используя отладчик DEBUG для трасси ровки этих примеров.

Повышение производительности. При делении на степень числа 2 (2, 4, и т.д.) более эффективным является сдвиг вправо на требуемое число битов. В следующих примерах предположим, что делимое находится в регистре AX:

Деление на 2: SHR AX,1

Деление на 8: MOV CL,3
SHR AX,CL

Переполнения и прерывания

Используя команды DIV и особенно IDIV, очень просто вызвать переполнение. Прерывания приводят (по крайней мара в системе, используемой при тестировании этих программ) к непредсказуемым результатам. В операциях деления предполага ется, что частное значительно меньше, чем делимое. Деление на ноль всегда вызывает прерывание. Но деление на 1 генерирует частное, которое равно делимому, что может также легко вызвать прерывание.

Рекомендуется использовать следующее правило: если делитель - байт, то его значение должно быть меньше, чем левый байт (AH) делителя: если делитель - слово, то его значение должно быть меньше, чем левое слово (DX) делителя. Проиллюстрируем данное правило для делителя, равного 1:

Операция деления: Делимое Делитель Частное
Слово на байт: 0123 01 (1)23
Двойное слово на слово: 0001 4026 0001 (1)4026

В обоих случаях частное превышает возможный размер. Для того чтобы избежать подобных ситуаций, полезно вставлять перед командами DIV и IDIV соответствующую проверку. В первом из следующих примеров предположим, что DIVBYTE - однобайтовый делитель, а делимое находится уже в регистре AX. Во втором примере предположим, что DIVWORD - двухбайтовый делитель, а делимое находится в регистровой паре DX:AX.

Слово на байт Двойное слово на байт

CMP AH,DIVBYTE CMP DX,DIVWORD
JNB переполнение JNB переполнение
DIV DIVBYTE DIV DIVWORD

Для команды IDIV данная логика должна учитывать тот факт, что либо делимое, либо делитель могут быть отрицательными, а так как сравниваются абсолютные значения, то необходимо использовать команду NEG для временного перевода отрицательного значения в положительное.

Деление вычитанием

Если частное слишком велико, то деление можно выполнить с помощью циклического вычитания. Метод заключается в том, что делитель вычитается из делимого и в этом же цикле частное увеличивается на 1. Вычитание продолжается, пока делимое остается больше делителя. В следующем примере, делитель находится в регистре AX, а делимое - в BX, частное вырабатывается в CX:

```
SUB CX,CX ;Очистка частного
C20: CMP AX,BX ;Если делимое < делителя,
JB C30 ; то выйти
SUB AX,BX ;Вычитание делителя из делимого
INC CX ;Инкремент частного
JMP C20 ;Повторить цикл
C30: RET ;Частное в CX, остаток в AX
```

В конце подпрограммы регистр CX будет содержать частное, а AX - остаток. Пример умышленно примитивен для демонстрации данной техники деления. Если частное получается в регистро вой паре DX:AX, то необходимо сделать два дополнения:

1. В метке C20 сравнивать AX и BX только при нулевом DX.
2. После команды SUB вставить команду SBB DX,00.

Примечание: очень большое частное и малый делитель могут вызвать тысячи циклов.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЗНАКА

Команда NEG обеспечивает преобразование знака двоичных чисел из положительного в отрицательное и наоборот. Практически команда NEG устанавливает противоположные значения битов и прибавляет 1. Примеры:

```
NEG AX
NEG BL
NEG BINAMT (байт или слово в памяти)
```

Преобразование знака для 35-битового (или большего) числа включает больше шагов. Предположим, что регистровая пара DX:AX содержит 32-битовое двоичное число. Так как команда NEG не может обрабатывать два регистра одновременно, то ее использование приведет к неправильному результату. В следую щем примере показано использование команды NOT:

```
NOT DX ;Инвертирование битов
NOT AX ;Инвертирование битов
ADD AX,1 ;Прибавление 1 к AX
ADC DX,0 ;Прибавление переноса к DX
```

Остается одна незначительная проблема: над числами, представленными в двоичном формате, удобно выполнять арифме тические операции, если сами числа определены в программе. Данные, вводимые в программу с дискового файла, могут также иметь двоичный формат. Но данные, вводимые с клавиатуры, представленны в ASCII-формате. Хотя ASCII-коды удобны для отображения и печати, они требуют специальных преобразований в двоичный формат для арифметических вычислений. Но это уже тема следующей главы.

ПРОЦЕССОРЫ INTEL 8087 И 80287 ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЧИСЛОВЫХ ДАННЫХ

Системная плата компьютера содержит пустое гнездо, зарезервированное для числового процессора Intel 8087 (или 80287). Сопроцессор 8087 действует совместно с 8088, а сопро цессор 80287 действует совместно с 80286. Каждый сопроцессор имеет собственный набор команд и средства для операций с плавающей запятой для выполнения экспоненциальных, логарифмических и тригонометрических функций. Сопроцессор содержит восемь 80-битовых регистров с плавающей запятой, которые могут представить числовые значения до 10 в 400 сте пени. Математические вычисления в сопроцессоре выполняются примерно в 100 раз быстрее, чем в основном процессоре.

Основной процессор выполняет специальные операции и передает числовые данные в сопроцессор, который выполняет необходимые вычисления и возвращает результат. Для ассембли рования с помощью транслятора MASM, необходимо добавлять параметр /E или /R, например, MASM /R.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Будьте особенно внимательны при использовании однобайто вых регистров. Знаковые значения здесь могут быть от -128 до +127.

ъ Для многословного сложения используйте команду ADC для учета переносов от предыдущих сложений. Если операция выполняется в цикле, то используя команду CLC, установите флаг переноса в 0.

ъ Используйте команды MUL или DIV для беззнаковых данных и команды IMUL или IDIV для знаковых.

ъ При делении будьте осторожны с переполнениями. Если нулевой делитель возможен, то обеспечьте проверку этой операции. Кроме того, делитель должен быть больше содержимого регистра AH (для байта) или DX (для слова).

ъ Для умножения или деления на степень двойки используйте сдвиг. Сдвиг вправо выполняется командой SHR для беззна ковых полей и командой SAR для знаковых полей. Для сдвига влево используются идентичные команды SHL и SAL.

ъ Будьте внимательны при ассемблировании по умолчанию. Например, если поле FACTOR определено как байт (DB), то команда MUL FACTOR полагает множимое в регистре AL, а команда DIV FACTOR полагает делимое в регистре AX. Если FACTOR определен как слово (DW), то команда MUL FACTOR полагает множимое в регистре AX, а команда DIV FACTOR полагает делимое в регистровой паре DX:AX.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Все вопросы имеют отношение к следующим данным:

```
DATAX DW 0148H
      DW 2316H
DATAY DW 0237H
      DW 4052H
```

12.1. Закодируйте команды для сложения а) слова DATAX со словом DATAY; б) двойного слова, начинающегося по адресу DATAX, с двойным словом в DATAY.

12.2. Объясните действие следующих команд:

```
STC
MOV BX,DATAX
ADC BX,DATAY
```

12.3. Закодируйте команды для умножения (MUL): а) слова DATAX на слово DATAY; б) двойного слова , начинающего ся по адресу DATAX, на слово DATAY.

12.4. Какой делитель, кроме нуля, вызывает ошибку переполнения?

12.5. Закодируйте команды для деления (DIV): а) слова DATAX на 23; б) двойного слова, начинающегося по адресу DATAX, на слово DATAY.

12.6. Последний пример в разделе "Сдвиг регистроврй пары DX:AX" является более эффективным по сравнению с предыдущими примерами для сдвига влево на четыре бита. Измените пример для сдвига вправо на четыре бита.

ГЛАВА 13. Арифметические операции II:

Арифметические операции II: Обработка данных в форматах ASCII и BCD
Цель: Рассмотреть ASCII и BCD форматы данных и дать сведения о преобразованиях между этими форматами и двоичным форматом.
ВВЕДЕНИЕ

Для получения высокой производительности компьютер выполняет арифметические операции над числами в двоичном формате. Как показано в главе 12, этот формат не вызывает особых трудностей, если данные определены в самой программе. Во многих случаях новые данные вводятся программой с клавиатуры в виде ASCII символов в десятичном формате. Аналогично вывод информации на экран осуществляется в кодах ASCII. Например, число 23 в двоичном представлении выглядит как 00010111 или шест.17; в коде ASCII на каждый символ требуется один байт и число 25 в ASCII-коде имеет внутреннее представление шест.3235.

Назначение данной главы - показать технику преобразования данных из ASCII-формата в двоичный формат для выполнения арифметических операций и обратного преобразования двоичных результатов в ASCII-формат для вывода на экран или принтер. Программа, приведенная в конце главы , демонстрирует большую часть материала от главы 1 до главы 12.

При программировании на языках высокого уровня, таких как BASIC или Pascal, для обозначения порядка числа или положе ния десятичной запятой (точки) можно положиться на кампилятор. Однако, компьютер не распознает десятичную запятую (точку) в арифметических полях. Так как двоичные числа не имеют возможности установки десятичной (или двоичной) запятой (точки), то именно программист должен подразумевать и определить порядок обрабатываемых чисел.
ASCII-формат

Данные, вводимые с клавиатуры, имеют ASCII-формат, например, буквы SAM имеют в памяти шестнадцатиричное представление 53414D, цифры 1234 - шест. 31323334. Во многих случаях формат алфавитных данных, например, имя человека или описание статьи, не меняется в программе. Но для выполнения арифметических операций над числовыми значениями, такими как шест. 31323334, требуется специальная обработка.

С помощью следующих ассемблерных команд можно выполнять арифметические операции непосредственно над числами в ASCII-формате:

AAA (ASCII Adjust for Addition -
коррекция для сложения ASCII-кода)
AAD (ASCII Adjust for Division -
коррекция для деления ASCII-кода)
AAM (ASCII Adjust for Multiplication -
коррекция для умножения ASCII-кода)
AAS (ASCII Adjust for Subtraction -
коррекция для вычитания ASCII-кода)

Эти команды кодируются без операндов и выполняют автоматичес кую коррекцию в регистре AX. Коррекция необходима, так как ASCII код представляет так называемый распакованный десятичный формат, в то время, как компьютер выполняет арифметические операции в двоичном формате.

Сложение в ASCII-формате

Рассмотрим процесс сложения чисел 8 и 4 в ASCII-формате:

Шест. 38
34
Шест. 6C

Полученная сумма неправильна ни для ASCII-формата, ни для двоичного формата. Однако, игноригуя левую 6 и прибавив 6 к правой шест.C: шест.C + 6 = шест.12 - получим правильный результат в десятичном формате. Правильный пример слегка упрощен, но он хорошо демонстрирует процесс, который выполня ет команда AAA при коррекции.

В качестве примера, предположим, что регистр AX содержит шест. 0038, а регистр BX - шест.0034. Числа 38 и 34 представляют два байта в ASCII формате, которые необходимо сложить. Сложение и коррекция кодируется следующими командами:

```
ADD AL,BL ;Сложить 34 и 38
AAA ;Коррекция для сложения ASCII кодов
```

Команда AAA проверяет правую шест. цифру (4 бита) в регистре AL. Если эта цифра находится между A и F или флаг AF равен 1, то к регистру AL прибавляется 6, а к регистру AH прибавляется 1, флаги AF и CF устанавливаются в 1. Во всех случаях команда AAA устанавливает в 0 левую шест. цифру в регистре AL. Результат - в регистре AX:

После команды ADD: 006C
После команды AAA: 0102

Для того, чтобы выработать окончательное ASCII-представ ление, достаточно просто поставить тройки на место левых шест. цифр:

```
OR AX,3030H ;Результат 3132
```

Все показанное выше представляет сложение однобайтовых чисел. Сложение многобайтовых ASCII-чисел требует организа ции цикла, который выполняет обработку справа налево с учетом переноса. Пример , показанный на рис.13.1 складывает два трехбайтовых ASCII-числа в четырехбайтовую сумму. Обратите внимание на следующее:
ъ В программе используется команда ADC, так как любое сложение может вызвать перенос, который должен быть прибавлен к следующему (слева) байту. Команда CLC устанавливает флаг CF в нулевое состояние.

Рис. 13.1. Сложение в ASCII-формате.
ъ Команда MOV очищает регистр AH в каждом цикле, так как команда AAA может прибавить к нему единицу. Команда ADC учитывает переносы. Заметьте, что использование команд XOR или SUB для очистки регистра AH изменяет флаг CF. ъ Когда завершается каждый цикл, происходит пересылка содержимого регистра AH (00 или 01) в левый байт суммы. ъ В результате получается сумма в виде 01020702. Програм ма не использует команду OR после команды AAA для занесения левой тройки, так как при этом устанавливает ся флаг CF, что изменит результат команды ADC. Одним из решений в данном случае является сохранение флагового регистра с помощью команды PUSHF, выполнение команды OR, и, затем, восстановление флагового регистра командой POPF:

```
ADC AL,[DI] ;Сложение с переносом
AAA ;Коррекция для ASCII
PUSHF ;Сохранение флагов
OR AL,30H ;Запись левой тройки
POPF ;Восстановление флагов
MOV [BX],AL ;Сохранение суммы
```

Вместо команд PUSHF и POPF можно использовать команды LAHF (Load AH with Flags - загрузка флагов в регистр AH) и SAHF (Store AH in Flag register - запись флагов из регистра AH во флаговый регистр). Команда LAHF загружает в регистр AH флаги SF, ZF, AF, PF и CF; а команда SAHF записывает содержимое регистра AH в указанные флаги. В приведенном примере, однако, регистр AH уже используется для арифметических переполнений. Другой способ вставки троек для получения ASCII-кодов цифр - организовать обработку суммы командой OR в цикле.

Вычитание в ASCII-формате

Команда AAS (ASCII Adjust for Subtraction - коррекция для вычитания ASCII-кодов) выполняется аналогично команде AAA. Команда AAS проверяет правую шест.цифру (четыре бита) в регистре AL. Если эта цифра лежит между A и F или флаг AF равен 1, то из регистра AL вычитается 6, а из регистра AH вычитается 1, флаги AF и CF устанавливаются в 1. Во всех случаях команда AAS устанавливает в 0 левую шест.цифру в регистре AL.

В следующих двух примерах предполагается, что поле ASC1 содержит шест.38, а поле ASC2 - шест.34:

```
Пример 1: AX AF
MOV AL,ASC1 ;0038
SUB AL,ASC2 ;0034 0
AAS ;0004 0

Пример 2: AX AF
MOV AL,ASC2 ;0034
SUB AL,ASC1 ;00FC 1
AAS ;FF06 1
```

В примере 1 команде AAS не требуется выполнять коррекцию. В примере 2, так как правая цифра в регистре AL равна шест.C, команда AAS вычитает 6 из регистра AL и 1 из регистра AH и устанавливает в 1 флаги AF и CF. Результат (который должен быть равен -4) имеет шест. представление FF06, т.е. десятич ное дополнение числа -4.

Умножение в ASCII-формате

Команда AAM (ASCII Adjust for Multiplication - коррекция для умножения ASCII кодов) выполняет корректировку результата умножения ASCII кодов в регистре AX. Однако, шест. цифры должны быть очищены от троек и полученные данные уже не будут являться действительными ASCII-кодами. (В руководствах фирмы IBM для таких данных используется термин распакованный десятичный формат). Например, число в ASCII-формате 31323334 имеет распакованное десятичное представление 01020304. Кроме этого, надо помнить, что коррекция осуществляется только для одного байта за одно выполнение, поэтому можно умножать только одно-байтовые поля; для более длинных полей необходима организация цикла.

Команда AAM делит содержимое регистра AL на 10 (шест. 0A) и записывает частное в регистр AH, а остаток в AL. Предположим, что в регистре AL содержится шест. 35, а в регистре CL - шест.39. Следующие команды умножают содержимое регистра AL на содержимое CL и преобразуют результат в ASCII-формат:

```
AX:
AND CL,0FH ;Преобразовать CL в 09
AND AL,0FH ;Преобразовать AL в 05 0005
MUL CL ;Умножить AL на CL 002D
```

```
    AAM ;Преобразовать в распак.дес. 0405
    OR AX,3030H ;Преобразовать в ASCII-ф-т 3435
```

Команда MUL генерирует 45 (шест.002D) в регистре AX, после чего команда AAM делит это значение на 10, записывая частное 04 в регистр AH и остаток 05 в регистр AL. Команда OR преоб разует затем распакованное десятичное число в ASCII-формат.

Пример на рис.13.2 демонстрирует умножение четырех- байтового множимого на одно-байтовый множитель. Так как команда AAM может иметь дело только с однобайтовыми числами, то в программе организован цикл, который обрабатывает байты справа налево. Окончательный результат умножения в данном примере - 0108090105.

Если множитель больше одного байта, то необходимо обеспечить еще один цикл, который обрабатывает множитель. В этом случае проще будет преобразовать число из ASCII-формата в двоичный формат (см. следующий раздел "Преобразование ASCII-формата в двоичный формат").

Рис.13.2. Умножение в ASCII-формате.

Деление в ASCII-формате

Команда AAD (ASCII Adjust for Division - коррекция для деления ASCII-кодов) выполняет корректировку ASCII кода делимого до непосредственного деления. Однако, прежде необходимо очистить левые тройки ASCII-кодов для получения распакованного десятичного формата. Команда AAD может оперировать с двухбайтовыми делимыми в регистре AX. Предположим, что регистр AX содержит делимое 3238 в ASCII- формате и регистр CL содержит делитель 37 также в ASCII- формате. Следующие команды выполняют коррекцию для последую щего деления:

```
    AX:
    AND CL,0FH ;Преобразовать CL в распак.дес.
    AND AX,0F0FH ;Преобразовать AX в распак.дес. 0208
    AAD ;Преобразовать в двоичный 001C
    DIV CL ;Разделить на 7 0004
```

Команда AAD умножает содержимое AH на 10 (шест.0A), прибавляет результат 20 (шест.14) к регистру AL и очищает регистр AH. Значение 001C есть шест. представление десятич ного числа 28. Делитель может быть только однобайтовый от 01 до 09.

Пример на рис. 13.3. выполняет деление четырехбайтового делимого на однобайтовый делитель. В программе организован цикл обработки делимого справа налево. Остатки от деления находятся в регистре AH и команда AAD корректирует их в регистре AL. Окончательный результат: частное 00090204 и в регистре AH остаток 02.

Если делитель больше одного байта, то необходимо постро ить другой цикл для обработки делителя, но лучше воспользо ваться следующим разделом "Преобразование ASCII-формата в двоичный формат."

ДВОИЧНО-ДЕСЯТИЧНЫЙ ФОРМАТ (BCD)

В предыдущем примере деления в ASCII-формате было получено частное 00090204. Если сжать это значение, сохраняя только правые цифры каждого байта, то получим 0924. Такой формат называется двоично-десятичным (BCD - Binary Coded Decimal) (или упакованным). Он содержит только десятичные цифры от 0 до 9. Длина двоично-десятичного представления в два раза меньше ASCII-представления.

Рис.13.3. Деление в ASCII-формате.

Заметим, однако, что десятичное число 0924 имеет основание 10 и, будучи преобразованным в основание 16 (т.е. в шест. представление), даст шест.039C.

Можно выполнять сложение и вычитание чисел в двоично-десятичном представлении (BCD-формате). Для этих целей имеются две корректирующих команды:

DAA (Decimal Adjustment for Addition - десятичная коррекция для сложения)
DAS (Decimal Adjustment for Subtraction - десятичная коррекция для вычитания)

Обработка полей также осуществляется по одному байту за одно выполнение. В примере программы, приведенном на рис. 13.4, выполняется преобразование чисел из ASCII-формата в BCD-формат и сложение их. Процедура B10CONV преобразует ASCII в BCD. Обработка чисел может выполняться как справа налево, так и слева направо. Кроме того, обработка слов проще, чем обработка байтов, так как для генерации одного байта BCD-кода требуется два байта ASCII-кода. Ориентация на обработку слов требует четного количества байтов в ASCII-поле.

Процедура C10ADD выполняет сложение чисел в BCD-формате. Окончательный результат - 127263.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ASCII-ФОРМАТА В ДВОИЧНЫЙ ФОРМАТ

bыполнение арифметических операций над числами в ASCII или BCD форматах удобно лишь для коротких полей. В боль шинстве случаев для арифметических операций используется преобразование в двоичный формат. Практически проще

преобразование из ASCII-формата непосредственно в двоичный формат, чем преобразование из ASCII- в BCD-формат и, затем, в двоичный формат:

Метод преобразования базируется на том, что ASCII-формат имеет основание 10, а компьютер выполняет арифметические операции только над числами с основанием 2. Процедура преобразования заключается в следующем:

1. Начинают с самого правого байта числа в ASCII-формате и
обрабатывают справа налево. 2. Удаляют тройки из левых шест.цифр каждого ASCII-байта. 3. Умножают ASCII-цифры на 1, 10, 100 (шест.1, A, 64) и
т.д. и складывают результаты.

Для примера рассмотрим преобразование числа 1234 из ASCII-формата в двоичный формат:

Десятичное Шестнадцатиричное

4 x 1 = 4 4
3 x 10 = 30 1E
2 x 100 = 200 C8
1 x 1000 = 1000 3E8
Результат: 04D2

Рис. 13.4. BCD-преобразование и арифметика.

Проверьте, что шест.04D2 действительно соответствует десятичному 1234. На рис. 13.5. в процедуре B10ASBI выполняется преобразоние ASCII-числа 1234 в двоичный формат. В примере предполагается, что длина ASCII-числа равна 4 и она записана в поле ASCLEN. Для инициализации адрес ASCII- поля ASCVAL-1 заносится в регистр SI, а длина - в регистр BX. Команда по метке B20 пересылает ASCII-байт в регистр AL:

MOV AL,[SI+BX]

Здесь используется адрес ASCVAL-1 плюс содержимое регистра BX (4), т.е. получается адрес ASCVAL+3 (самый правый байт поля ASCVAL). В каждом цикле содержимое регистра BX уменьшается на 1, что приводит к обращению к следующему слева байту. Для данной адресации можно использовать регистр BX, но не CX, и, следовательно, нельзя применять команду LOOP. В каждом цикле происходит также умножение поля MULT10 на 10, что дает в результате множители 1,10,100 и т.д. Такой прием применен для большей ясности, однако, для большей производительности множитель можно хранить в регистре SI или DI.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДВОИЧНОГО ФОРМАТА В ASCII-ФОРМАТ

Для того, чтобы напечатать или отобразить на экране арифметический результат, необходимо преобразовать его в ASCII-формат. Данная операция включает в себя процесс обратный предыдущему. Вместо умножения используется деление двоичного числа на 10 (шест. 0A) пока результат не будет меньше 10. Остатки, которые лежат в границах от 0 до 9, образуют число в ASCII-формате. В качестве примера рассмотрим преобразование шест.4D2 обратно в десятичный формат:

Частное Остаток
4D2 : A 7B 4
7B : A C 3
C : A 1 2

Так как последнее частное 1 меньше, чем шест.A, то операция завершена. Остатки вместе с последним частным образуют результат в ASCII-формате, записываемый справа налево 1234. Все остатки и последнее частное должны записываться в память с тройками, т.е. 31323334.

На рис. 13.5. процедура C10BIAS преобразует шест. 4D2 (результат вычисления в процедуре B10ASBI) в ASCII-число 1234. Полезно переписать всю программу (рис.13.5.) в компьютер и выполнить трассировку ее выполнения по шагам.

Рис.13.5. Преобразование ASCII и двоичного форматов.

СДВИГ И ОКРУГЛЕНИЕ

Рассмотрим процесс округления числа до двух десятичных знаков после запятой. Если число равно 12,345, то необходимо прибавить 5 к отбрасываемому разряду и сдвинуть число вправо на один десятичный разряд:

Число: 12,345
Плюс 5: +5
Округленное число: 12,350 = 12,35

Если округляемое число равно 12,3455, то необходимо прибавить 50 и сдвинуть на два десятичных разряда. Для 12,34555 необходимо прибавить 500 и сдвинуть на три десятичных разряда:

12,3455 12,34555
+50 +500
12,3505 = 12,35 12,35055 = 12,35

К числу, имеющему шесть знаков после запятой, необходимо прибавить 5000 и сдвинуть на четыре десятичных разряда и т.д. Поскольку данные представляются в компьютере в двоичном

виде, то 12345 выглядит как шест.3039. Прибавляя 5 к 3039, получим 303E, что соответствует числу 12350 в десятичном представлении. Пока все хорошо. Но вот сдвиг на одну двоич ную цифру дает в результате шест.181F, или 1675 - т.е. сдвиг на одну двоичную цифру просто делит число пополам. Но нам необходим такой сдвиг, который эквивалентен сдвигу вправо на одну десятичную цифру. Такой сдвиг можно осуществить делением на 10 (шест.A):

Шест.303E : Шест.A = 4D3 или дес.1235

Преобразование шест.4D3 в ASCII-формат дает число 1235. Теперь остается лишь вставить запятую в правильную позицию числа 12,35, и можно выдать на экран округленное и сдвинутое значение.

Таким образом можно округлять и сдвигать любые двоичные числа. Для трех знаков после запятой необходимо прибавить 5 и разделить на 10, для четырех знаков после запятой: прибавить 50 и разделить на 100. Возможно вы заметили модель: фактор округления (5, 50, 500 и т.д.) всегда составляет половину фактора сдвига (10, 100, 1000 и т.д.).

Конечно, десятичная запятая в двоичном числе только подразумевается.

ПРОГРАММА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ВРЕМЕНИ И РАСЦЕНКИ РАБОТ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАРПЛАТЫ

Программа, приведенная на рис.13.6, позволяет вводить с клавиатуры значения продолжительности и расценки работ и отображать на экран расчитанную величину заработанной платы. Для краткости в программе опущены некоторые проверки на ошибку. Программа содержит следующие процедуры:

B10INPT Вводит значения времени работы на ее расценку с клавиатуры. Эти значения могут содержать десятичную запятую. D10HOUR Выполняет преобразование значения времени из ASCII в двоичный формат. E10RATE Выполняет преобразование значения расценки из ASCII в двоичный формат. F10MULT Выполняет умножение, округление и сдвиг. Величина зарплаты без дробной части или с одним или двумя знаками после запятой не требует округления и сдвига. Данная процедура ограничена тем, что позволяет обрабатывать величину зарплаты с точностью до шести десятичных знаков, что, конечно, больше, чем требуется. G10WAGE Вставляет десятичную запятую, определяет правую позицию для начала записи ASCII символов и преобразует двоичное значение зарплаты в ASCII-формат.

K10DISP Заменяет лидирующие нули на пробелы и выводит
результат на экран. M10ASBI Преобразует ASCII в двоичный формат (общая
процедура для времени и расценки) и определяет
число цифр после запятой в введенном значении.

Рис.13.6. Расчет заработной платы.

Ограничения. Первое ограничение в программе, приведенной на рис.13.6, состоит в том, что допускает не более шести десятичных знаков после запятой. Другое ограничение - размер самой зарплаты и тот факт, что сдвиг включает деление на число, кратное 10, а преобразование в ASCII-формат включает деление на 10. Если значение времени или расценки содержит больше шести десятичных знаков или зарплата превы шает величину около 655350, то программа выдает нулевой результат. На практике программа может предусмотреть в данном случае вывод предупреждающего сообщения или иметь подпрограммы для исключения таких ограничений.

Контроль ошибок. Программа, разработанная для пользовате лей, не являющихся программистами, должна не только выдавать предупреждающие сообщения, но также проверять корректность вводимых значений. Правильными символами при вводе числовых значений являются цифры от 0 до 9 и символ десятичной запятой. Для любых других символов программа должна выдать предупреждающее сообщение и вновь повторить запрос на ввод. Полезной командой для проверки корректности вводимых символов является XLAT (см. главу 14).

Тщательно проверяйте программы для любых возможных состояний: нулевое значение, максимально большие и малые значения, отрицательные значения.

Отрицательные величины

Некоторые применения программ допускают наличие отрицательных величин. Знак минус может устанавливаться после числа, например, 12,34-, или перед числом -12,34. Программа может проверять наличие минуса при преобразовании в двоичный формат. Можно оставить двоичное число положительным, но установить соответствующий индикатор исходной отрицательной величины. После завершения арифметических операций знак минус при необходимости может быть вставлен в ASCII поле.

Если необходимо, чтобы двоичное число было также отрицательным, то можно преобразовать, как обычно, ASCII-формат в двоичный, а для изменения знака двоичного числа воспользоваться командами, описанными в главе 12 "Преобразование знака". Будьте внимательны при использовании

команд IMUL и IDIV для обработки знаковых данных. Для округления отрицательных чисел следует не прибавлять, а вычитать фактор 5.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ ASCII-формат требует один байт на каждый символ. Если поле содержит только цифры от 0 до 9, то замена старших троек в каждом байте на нули создает распакованный десятичный формат. Сжатие числа до двух цифр в байте создает упакованный десятичный формат.

ъ После ASCII-сложения необходимо выполнить коррекцию с помощью команды AAA; после ASCII-вычитания - коррекция с помощью команды AAS.

ъ Прежде чем выполнить ASCII-умножение, необходимо преобразовать множимое и множитель в "распакованный десятичный" формат, обнулив в каждом байте левые тройки. После умножения необходимо выполнить коррекцию результата с помощью команды AAM.

ъ Прежде чем выполнить ASCII-деление, необходимо: 1) преобразовать делимое и делитель в "распакованный десятичный" формат, обнулив в каждом байте левые тройки и 2) выполнить коррекцию делимого с помощью команды AAD.

ъ Для большинства арифметических операций используйте преобразование чисел из ASCII-формата в двоичной формат. В процессе такого преобразования проверяйте на корректность ASCII-символы: они должны быть от шест.30 до шест.39, могут содержать десятичную запятую (точку) и, возможно, знак минус.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

13.1. Предположим, что регистр AX содержит 9 в ASCII коде, а регистр BX -7 также в ASCII коде. Объясните и дайте точный результат для следующих несвязанных операций:

а) ADD AX,33H б) ADD AX,BX
AAA AAA
в) SUB AX,BX г) SUB AX,0DH
AAS AAS

13.2. Поле UNPAK содержит шест. 01040705 в распаковочном десятичном формате. Напишите цикл, который преобразует это содержимое в ASCII-формат, т.е. 31343735.

13.3. Поле ASCA содержит значение 313733 в ASCII-формате, а другое поле ASCB содержит 35. Напишите команды для умножения этих чисел в ASCII-формате и записи произведения в поле ASCPRO.

13.4. Используя данные из вопроса 13.3, разделите ASCA на ASCB и запишите частное в поле ASCQUO.

13.5. Выполните следующие вычисления вручную: а) преобразовать ASCII 46328 в двоичный формат и показать результат в шест.виде; б) преобразовать полученное шест.значение обратно в ASCII-формат.

13.6. Напишите и выполните программу, которая определяет размер памяти компьютера (INT 12H - см.гл.2), преобразует полученное значение в ASCII-формат и выводит результат на экран в следующем виде:

Размер памяти nnn байтов.

ГЛАВА 14. Обработка таблиц

Обработка таблиц
Цель: Раскрыть требования для определения таблиц, организа ции поиска в таблицах и сортировки элементов таблицы.
ВВЕДЕНИЕ

Многие программные применения используют табличную организацию таких данных, как имена, описания, размеры, цены. Определение и использование таблиц включает одну новую команду ассемблера - XLAT. Таким образом, использова ние таблиц - это лишь дело техники и применения знаний, полученных из предыдущих глав.

Данная глава начинается определением некоторых общепринятых таблиц. Организация поиска в таблице зависит от способа ее определения. Существует много различных вариантов определения таблиц и алгоритмов поиска.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТАБЛИЦ

Для облегчения табличного поиска большинство таблиц определяются систематично, т.е. элементы таблицы имеют одина ковый формат (символьный или числовой), одинаковую длину и восходящую или нисходящую последовательность элементов.

Таблица, которой уже приходилось пользоваться в данной книге - это стек, представляющий собой таблицу из 64-х неинициализированных слов:

```
STACK DW 64 DUP(?)
```

Следующие две таблицы инициализированы символьными и числовыми значениями:

```
MONTAB DB 'JAN','FEB','MAR', ... ,'DEC'
COSTAB DB 205,208,209,212,215,224,...
```

Таблица MONTAB определяет алфавитные аббревиатуры месяцев, а COSTAB - определяет таблицу номеров служащих. Таблица может также содепжать смешанные данные (регулярно чередующиеся числовые и символьные поля). В следующей ассортиментной таблице каждый числовой элемент (инвентарный номер) имеет две цифры (один байт), а каждый символьный элемент (наименование) имеет девять байтов. Точки, показанные в наименовании "Paper" дополняют длину этого поля до 9 байт. Точки показывают, что недостающее пространство должно присутствовать. Вводить точки необязательно.

```
    STOKTBL DB 12,'Computers',14,'Paper....',17,'Diskettes'
```

Для ясности можно закодировать элементы таблицы вертикально:

```
    STOKTBL DB 12, 'Computers'
    DB 14, 'Paper....'
    DB 17, 'Diskettes'
```

Рассмотрим теперь различные способы использования таблиц в программах.

ПРЯМОЙ ТАБЛИЧНЫЙ ДОСТУП

Предположим, что пользователь ввел номер месяца - 03 и программа должна преобразовать этот номер в алфавитное значение March. Программа для выполнения такого преобразова ния включает определение таблицы алфавитных названий месяцев, имеющих одинаковую длину. Так как самое длинное название - September, то таблица имеет следующий вид:

```
    MONTBL DB 'January..'
    DB 'February.'
    DB 'March....'
```

Каждый элемент таблицы имеет длину 9 байт. Адрес элемента 'January' - MONTBL+0, 'February' - MONTBL+9, 'March' - MONTBL+18. Для локализации месяца 03, программа должна выполнить следующее:

1. Преобразовать введенный номер месяца из ASCII 33 в двоичное 03. 2. Вычесть единицу из номера месяца: 03 - 1 = 02 3. Умножить результат на длину элемента (9): 02 x 9 = 18 4. Прибавить произведение (18) к адресу MONTBL; в результате получится адрес требуемого названия месяца: MONTBL+18.

Рис. 14.1. Прямая табличная адресация.

На рис.14.1 приведен пример прямого доступа к таблице названий месяцев. Для краткости в программе используются вместо девятисимвольных названий - трехсимвольные. Введенный номер месяца определен в поле MONIN. Предположим, что некоторая подпрограмма формирует запрос на ввод номера месяца в ASCII-формате в поле MONIN.

Описанная техника работы с таблицей называется прямым табличным доступом. Поскольку данный алглритм непосредствен но вычисляет адрес необходимого элемента в таблице, то в программе не требуется выполнять операции поиска.

Хотя прямая табличная адресация очень эффективна, она возможна только при последовательной организации. То есть можно использовать такие таблицы, если элементы располагаются в регулярной последовательности: 1, 2, 3,... или 106, 107, 108,... или даже 5, 10, 15. Однако, не всегда таблицы построены таким образом. В следующем разделе рассматриваются таблицы, имеющие нерегулярную организацию.

ТАБЛИЧНЫЙ ПОИСК

Некоторые таблицы состоят из чисел, не имеющих видимой закономерности. Характерный пример - таблица инвентарных номеров с последовательными номерами, например, 134, 138, 141, 239 и 245. Другой тип таблиц состоит из распределенных по ранжиру величин, таких как подоходный налог. В следующих разделах рассмотрим эти типы таблиц и организацию табличного поиска.

Таблицы с уникальными элементами

Инвентарные номера большинства фирм часто не имеют последовательного порядка. Номера, обычно, группируются по категориям, первые цифры указывают на мебель или приборы, или номер отдела. Кроме того время от времени номера удаляются, а новые добавляются. В таблице необходимо связать инвентарные номера и их конкретные наименования (и, если требуется, включить стоимость). Инвернтарные номера и наименования могут быть определены в различных таблицах, например:

```
STOKNOS DB '101','107','109',...
STOKDCR DB 'Excavators','Processors','Assemblers',...
```

или в одной таблице, например:

```
STOKTAB DB '101','Excavators'
DB '107','Processors'
DB '109','Assemblers'
...
```

Программа на рис.14.2 определяет инвентарную таблицу и выполняет табличный поиск. Таблица содержит шесть пар номеров и наименований. Цикл поиска начмнается со сравнения введенного инвентарного номера в поле STOKNIN с первым номером в таблице. Если номера различные, то адрес в таблице увеличивается для сравнения со следующим инвентарным номером. Если номера равны, то программа (A30) выделяет наименование из таблицы и записывает его в поле DESCRN.

Поиск выполняет максимум шесть сравнений и если требуемый номер в таблице отсутствует, то происходит переход на программу обработки ошибки, которая выводит на экран соответствующее сообщение.

Обратите внимание, что в начале программы имеется команда, которая пересылает содержимое поля STOKNIN в регистр AX. Хотя STOKNIN определенно как 3233, команда MOV загрузит в регистр AX это значение в обратной последователь ности байтов 3332. Так как элементы таблицы имеют прямую последовательность байтов, то после команды MOV имеется команда XCHG, которая меняет местами байты в регистре AX, возвращая им прямую последовательность, т.е. 3233. Команда CMP, предполагая обратную последовательность, сравнивает сначала правые байты, а затем - левые. Следовательно, проверка на равенство будет корректной, но проверки на больше или меньше дадут неправильные результаты. Для сравнения на больше или меньше следует опустить команду XCHG, переслать элемент таблицы командой MOV, скажем, в регистр BX и затем сравнить содержимое регистров AX и BX следующим образом:

```
MOV AX,STOKNIN
LEA SI,STOKTAB
C20:
MOV BX,[SI]
CMP AX,BX
JA или JB ...
```

В программе такого типа другая таблица может определять стоимость единицы товара. Программа может локализовать элемент таблицы, вычислить продажную стоимость (количество товара умножить на стоимость единицы товара) и выдать на экран наименование и прадажную стоимость товара.

В примере на рис. 14.2 таблица содержит двухбайтовые номера и десятибайтовые наименования. Детальное программиро вание будет отличаться для различного числа и длины элементов. Например, для сравнения трехбайтовых полей можно использовать команду REPE CMPSB, хотя эта команда также включает использование регистра CX.

Таблицы с ранжированием

Подохожный налог дает характерный пример таблицы с ранжированными значениями. Представим себе таблицу, содержащую размеры доходов облагаемых налогами, процент налога и поправочный коэффициент:

Размер дохода Процент налога Поправочный к-нт

0-1000.00 10 0,00
1000,01-2500,00 15 050,00
2500,01-4250,00 18 125,00
4250,01-6000,00 20 260,00
6000,01 и более 23 390,00

В налоговой таблице процент увеличивается в соответствии с увеличением налогооблагаемого дохода. Элементы таблицы доходов содержат максимальные величины для каждого шага:

TAXTBL DD 100000,250000,425000,600000,999999

для организации поиска в такой таблице, программа сравнивает доход налогоплательщика с табличным значением дохода:
если меньше или равно,

то использовать соответствующий процент и поправку; если больше, то перейти к следующему элементу таблицы.
Величина налога рассчитывается по формуле:

Доход x Процент налога : 100 - поправочный к-нт

Табличный поиск с использованием сравнения строк

Если элемент таблицы превышает длину в два байта, то для операции сравнения можно использовать команду REPE CMPS. Предположим, что таблица инвентарных номеров (рис.14.2) переделана для трехбайтовых номеров. Если STOKNIN является первым полем в области данных, а STOKTAB - вторым, то они могут выглядеть следующим образом:
Данные: |123|035Excavators|038Lifters |049Presses | ...

| | | | | | | Адрес: 00 03 06 16 19 29 32

Программа на рис.14.3 определяет таблицу STOKTAB, включая последний элемент '999' для индикации конца таблицы при поиске. Программа поиска сравнивает содержимое каждого элемента таблицы с содержимым поля STOKNIN:
Элемент таблицы STOKNIN Результат сравнения

035 123 Меньше: проверить след.эл-т
038 123 Меньше: проверить след.эл-т
049 123 Меньше: проверить след.эл-т
102 123 Меньше: проверить след.эл-т
123 123 Равно: элемент найден

Заметим, что команда CMPSB на рис.14.3 сравнивает байт за байтом, пока байты не будут равны и автоматически увеличива ет регистры SI и DI.

Рис.14.3. Табличный поиск с использованием команды CMPSB

Регистр CX инициализируется значением 03, а начальные относительные адреса в регистрах SI и DI устанавливаются равными 03 и 00 соответственно. Сравнение с первым элементом таблицы (035:123) завершается на первом байте, после этого регистр SI содержит 04, DI: 01, CX: 02. Для следующего сравнения регистр SI должен иметь значение 16, а DI: 00. Корректировка регистра DI сводится к простой перезагрузке адреса STOKNIN. Увеличение адреса следующего элемента таблицы, который должен быть в регистре SI, зависит от того, на каком байте (первом, втором или третьем) закончилось предыдущее сравнение. Регистр CX содержит число байт, не участвующих в сравнении, в данном случае - 02. Прибавив к содержимому регистра SI значение в регистре CX и длину наименования, получим относительный адрес следующего элемента:

Адрес в SI после CMPSB 04
Прибавить CX 02
Прибавить длину наименования 10
Относительный адрес след.элемента 16

Так как регистр CX всегда содержит число байт, не участвующих в сравнении (если такие есть), то расчет справедлив для всех случаев: прекращение сравнения после 1, 2 или 3 байта. Если сравниваются одинаковые элементы, то регистр CX получит значение 00, а адрес в регистре SI укажет на требуемое наименование.

Таблицы с элементами переменной длины

Существуют таблицы, в которых элементы имеют переменную длину. Каждый элемент такой таблицы может завершаться специальным символом ограничителем, например, шест.00; конец таблицы можно обозначить ограничителем шест.FF. В этом случае необходимо гарантировать, чтобы внутри элементов таблицы не встречались указанные ограничители. Помните, что двоичные числа могут выражаться любыми битовыми комбинация ми. Для поиска можно использовать команду SCAS.
ТРАНСЛИРУЮЩАЯ КОМАНДА XLAT

Команда XLAT транслирует содержимое одного байта в другое предопределенное значение. С помощью команды XLAT можно проверить корректность содержимого элементов данных. При передаче данных между персональным компьютером и ЕС ЭВМ (IBM) с помощью команды XLAT можно выполнить перекодировку данных между форматами ASCII и EBCDIC.

В следующем примере происходит преобразование цифр от 0 до 9 из кода ASCII в код EBCDIC. Так как представление цифр в ASCII выглядит как шест.30-39, а в EBCDIC - шест.F0-F9, то замену можно выполнить командой OR. Однако, дополнительно преобразуем все остальные коды ASCII в пробел (шест.40) в

коде EBCDIC. Для команды XLAT необходимо определить таблицу перекодировки, которая учитывает все 256 возможных символов, с кодами EBCDIC в ASCII позициях:

```
XLTBL DB 47 DUP(40H) ;Пробелы в коде EBCDIC
DB 0F0H,0F1H,0F2H,0F3H,...,0F9H ;0-9 (EBCDIC)
DB 199 DUP(40H) ;Пробелы в коде EBCDIC
```

Команда XLAT предполагает адрес таблицы в регистре BX, а транслируемый байт (например, поля ASCNO) в регистре AL. Следующие команды выполняют подготовку и трансляцию байта:

```
LEA BX,XLTBL
MOV AL,ASCNO
XLAT
```

Команда XLAT использует значение в регистре AL в качестве относительного адреса в таблице, т.е. складывает адрес в BX и смещение в AL. Если, например, ASCNO содержит 00, то адрес байта в таблице будет XLTBL+00 и команда XLAT заменит 00 на шест.40 из таблицы. Если поле ASCNO содержит шест.32, то адрес соответствующего байта в таблице будет XLTBL+50. Этот байт содержит шест.F2 (2 в коде EBCDIC), который команда XLAT загружает в регистр AL.

Рис.14.4. Преобразование ASCII в EBCDIC.

В программе на рис.14.4 добавлено преобразование десятичной точки (2E) и знака минус (2D) из кода ASCII в код EBCDIC (4B и 60 соответственно). В программе организован цикл для обработки шестибайтового поля. Поле ASCNO в начале выполнения программы содержит значение 31.5 с последующим пробелом, или шест.2D33312E3520. В конце выполнения програм мы в поле EBCNO должно быть шест. 60F3F14BF540.

ПРОГРАММА: ОТОБРАЖЕНИЕ ШЕСТ. И ASCII-КОДОВ

Программа, приведенная на рис.14.5, отображает на экране почти все ASCII-символы, а также их шест.значения. Например, ASCII-символ для шест.53 - это буква S, эти данные программа выводит в виде 53 S. Полное изображение на экране выглядит в виде матрицы 16x16:

```
00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .
F0 F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8 F9 FA FB FC FD FE FF
```

Рис.14.5. Отображение шест. и ASCII-кодов

Как было показано еще на рис.8.1, отображение ASCII- символов, особых проблем не вызывает. Что же касается отображения шест.значений в символах ASCII, то этот процесс более сложный. Например, для вывода на экран в коде ASCII шест. 00, 01 и т.д. необходимо преобразовать шест.00 в шест. 3030, шест.01 в шест.3031 и т.д.

В программе начальное значение поля HEXCTR равно 00. Это значение последовательно увеличивается на 1. Процедура C10HEX расщепляет байт HEXCTR на две шест.цифры. Предположим, что байт HEXCTR содержит шест. 4F. Процедура сначала выделяет шест.цифру 4 и использует это значение для перекодировки по таблице XLATAB. В регистре AL устанавливает ся в результате значение шест.34. Затем процедура выделяет вторую шест.цифру F и перекодирует ее в шест.46. В результате обработки получается шест.3446, что отображается на экране как 4F.

Так как функция DOS для вывода на экран (шест.40) рассматривает шест.1A как конец файла, то в программе это значение заменяется на пробел. Программа, использующая для вывода на экран функцию DOS (шест.09), дожна заменять символ ограничитель '$' на пробел.

Существует много различных способов преобразования шест.цифр в ASCII-символы. Можно поэкспериментировать с операциями сдвига и сравнения.

ПРОГРАММА: СОРТИРОВКА ЭЛЕМЕНТОВ ТАБЛИЦЫ

Часто возникает необходимость сортировки элементов таблицы в восходящем или нисходящем порядке. Например, пользователю может потребоваться список наименований товара в алфавитном порядке или список общих цен в нисходящей последовательности. Обычно, табличные данные не определяются как в предыдущей программе, а загружаются с клавиатуры или с диска. Данный раздел посвящен сортировке элементов таблицы, что касается различных применений, включающих сортировку записей на дисках, то здесь возможны более сложные программы.

Существует несколько алгоритмов сортировки таблиц от неэффективных, но понятных, до эффективных и непонятных. Программа сортировки, предлагаемая в данном разделе, весьма эффективна и может применяться для большенства табличных сортировок. Конечно, если не проверить различные алгоритмы сортировок, то даже самая неэффективная программа может показаться работающей со скоростью света. Но цель данной книги - показать технику ассемблера, а не сортировки. Основной подход заключается в сравнении соседних элементов таблицы. Если первый элемент больше второго, то элементы меняются местами. Таким образом выполняется сравнение элементов 1 со 2, 2 с 3 и т.д. до конца таблицы с

перестановкой элементов там, где это необходимо. Если в проходе были сделаны перестановки, то весь процесс повторяет ся с начала таблицы т.е. сравниваются снова элементы 1-2, 2-3 и т.д. Если в проходе не было перестановок, то таблица отсортирована и можно прекратить процесс.

Ниже приведен алгоритм, в котором переменная SWAP является индикатором: была перестановка элементов (YES) или нет (NO):

```
G10: Определить адрес последнего элемента
G20: Установить SWAP=NO
Определить адрес первого элемента
G30: Элемент > следующего элемента?
Да: Представить элементы
Установить SWAP=YES
Перейти к следующему элементу
Конец таблицы?
Нет: Перейти на G30
Да: SWAP=YES?
Да: Перейти на G20 (повторить сорт.)
Нет: Конец сортировки
```

Программа, показанная на рис.14.6, обеспечивает ввод с клавиатуры до 30 имен, сортировку введенных имен в алфавит ном порядке и вывод на экран отсортированного списка имен.

Рис.14.6. Сортировка таблицы имен.

ОПЕРАТОРЫ ТИПА, ДЛИНА И РАЗМЕРА

Ассемблер содержит ряд специальных операторов, которые могут оказаться полезными при программировании. Например, при изменении длины таблицы придется модифицировать программу (для нового определения таблицы) и процедуры, проверяющие конец таблицы. В этом случае использование операторов TYPE (тип), LENGTH (длина) и SIZE (размер) позволяют уменьшить число модифицируемых команд.

Рассмотрим определение следующей таблицы из десяти слов:

```
TABLEX DW 10 DUP(?) ;Таблица из 10 слов
```

Программа может использовать оператор TYPE для определения типа (DW в данном случае), оператор LENGTH для определения DUP-фактора (10) и оператор SIZE для определения числа байтов (10 x 2 = 20). Следующие команды иллюстрируют три таких применения:

```
MOV AX,TYPE TABLEX ;AX=0002
MOV BX,LENGTH TABLEX ;BX=000A (10)
MOV CX,SIZE TABLEX ;CX=0014 (20)
```

Значения LENGTH и SIZE можно использлвать для окончания табличного поиска или сортировки. Например, если регистр SI содержит продвинутый адрес таблицы при осуществлении поиска, то проверка на конец таблицы может быть следующий:

```
CMP SI,SIZE TABLEX
```

В главе 23 "Справочник по директивам ассемблера" дается детальное описание операторов TYPE, LENGTH и SIZE.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Для большинства применений, определяйте таблицы, имеющие родственные элементы одной длины и формата данных.

ъ Стройте таблицы на основе форматов данных. Например, элементы могут быть символьные или числовые длиной один, два и более байтов каждый. Может оказаться более практичным определение двух таблиц: одна, например, для трехсимвольных значений номеров, а другая для двухбайтовых значений цен единиц товара. В процессе поиска адрес элементов таблицы номеров должен увеличи ваться на 3, а адрес элементов таблицы цен - на 2. Если сохранить число выполненных циклов при поиске на равно, то, умножив это число на 2 (SHL сдвиг влево на один бит), получим относительный адрес искомого значения цены. (Начальное значение счетчика циклов должно быть равно -1).

ъ Помните, что DB позволяет определять значения, не превышающие 256, а DW записывает байты в обратной последовательности. Команды CMP и CMPSW предполагают, что байты в сравниваемых словах имеют обратную последовательность.

ъ Если таблица подвергается частым изменениям, или должна быть доступна нескольким программам, то запишите ее на диск. Для внесения изменений в таблицу можно разработать специальную программу модификации. Любые программы могут загружать таблицу с диска и при обновлениях таблицы сами программы не нуждаются в изменениях.

ъ Будьте особенно внимательны при кодировке сортирующих программ. Пользуйтесь трассировкой для тестирования, так как малейшая ошибка может привести к непредсказуе мым результатам.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

14.1. Определите таблицу, которая содержит имена дней недели, начиная с воскресения.

14.2 Предполагая, что воскресенье равно 1, напишите команды прямого доступа к таблице, определенной в вопросе 14.1. используйте любые подходящие имена.

14.3 Определите три отдельных связанных таблицы, содержащих следующие данные:
а) числовые элементы: 06, 10, 14, 21, 24;
б) элементы наименований: видеокассеты, приемники, модемы, клавиатуры, дискеты;
в) цены: 93.95, 82.25, 90.67, 85.80, 13.85.

14.4 Составьте программу, позволяющую вводить числовой элемент (ITEMIN) и количество (QTYIN) с клавиатуры. Используя таблицу из вопроса 14.3, разработайте программу табличного поиска элемента равного ITEMIN. Выделите из таблиц наименование и цену. Рассчитайте величину стоимости (Количество x Цена) и выдайте на экран наименование и стоимость.

14.5 Используя описание таблицы из вопроса 14.3, составьте процедуры: а) пересылающую содержимое одной таблицы в новую (пустую) таблицу; б) сортирующую содержимое новой таблицы в восходящей последовательности.

ГЛАВА 15. Дисковая память I: Организация

Дисковая память I: Организация
Цель: Рассмотреть основные форматы записей в памяти на твердом диске (винчестере) и на дискете, включая оглавление и таблицу распределения файлов.
ВВЕДЕНИЕ

Диск является распростроненным средством для более или менее долговременного хранения данных. Процессы обработки данных на твердом диске (винчестре) аналогичны процессам для гибких дисков (дискет), за исключением того, что возможно потребуется обеспечить пути для доступа к многочисленным подоглавлениям винчестера. Для обработки файлов полезно ознакомиться с организацией дисковой памяти. Каждая сторона стандартной 5 1/4 дюймовой дискеты содержит 40 концентричес ких дорожек, пронумерованных от 00 до 39. На каждой дорожке форматируется восемь или девять секторов по 512 байтов каждый.

Дданные записываются на диск в виде файлов, аналогично тому, как вы записываете ассемблерные программы. Хотя на типы данных, которые можно хранить в файле, не существует каких-либо ограничений, типичный пользовательский файл содержит списки заказчиков, описи товаров и предложений или списки имен и адресов. Каждая запись содержит информацию о конкретном заказчике или описание товара. Внутри файла все записи имеют одинаковую длину и формат. Запись может содержать одно или несколько полей. Файл заказчиков, например, может состоять из записей, в которые входит номер заказчика, имя заказчика и долговой баланс. Эти записи могут быть расположены в порядке возрастания номеров заказчиков следующим образом:

```
+--+---+-----++--+---+-----++--+---+-----+ +--+---+-----+
|Э1|имя|сумма||Э2|имя|сумма||Э3|имя|сумма|...|Эn|имя|сумма| +--+---+-----++--+---+-----++--+---+-----+ +--+---+-----+
```

Для программирования дисковых файлов следует в общих чертах ознакомится только с концепцией и терминологией. Если в данной главе размеры диска не указываются, то предполагается диск 5 1/4" формата.
ЕМКОСТЬ ДИСКА

Емкость гибких дисков:
Версия Число Число Число Всего

дорожек секторов байтов в на двух
на стороне на дорожке секторе сторонах
До DOS 2.0 40 8 512 327 680 DOS 2.0 и после 40 9 512 368 640 Высокая плотность 80 15 512 1 228 800 3 1/2" 80 9 512 737 280

Емкость твердых дисков:
Версия Число Число Число Всего
дорожек секторов байтов в на 4-х
на стороне на дорожке секторе сторонах
10 мегабайт 306 17 512 10 653 696 20 мегабайт 614 17 512 21.377.024

Указание стороны (головки), дорожки или сектора на диске осуществляется по номеру. Для стороны и дорожки отсчет ведется с 0, а для сектора - с 1.
ОГЛАВЛЕНИЕ ДИСКА (КАТАЛОГ)

Для того, чтобы организовать хранение информации на диске, операционная система DOS резервируют определенные сектора для своих нужд. Организация данных на дискете или на твердом диске существенно зависит от их емкости. Формати рованная двухстороняя дискета с девятью секторами на дорожке содержит следующую системную информацию:
Сторона Дорожка Сектор
0 0 1 Запись начальной загрузки
0 0 2-3 Таблица распределения файлов (FAT)
0 0 4-7 Каталог
1 0 1-3 Каталог
1 0 4 ... Файлы данных

Область записей данных начинается с третьего сектора на 1-й стороне 0-й дорожки и продолжается до девятого сектора. Следующие записи заносятся на 0-ю сторону 1-й дорожки, затем на 1-ю сторону 1-й дорожки, затем на 0-ю сторону 2-й дорожки и т.д. Такая особенность заполнения дисковой памяти на противоположных дорожках снижает число перемещений головки дисковода. Данный метод используется как для гибких, так и для твердых дисков.

При использовании утилиты FORMAT /S для форматизации дискеты, модули DOS IBMBIO.COM и IBMDOS.COM записывается в первые сектора области данных.

Все файлы, даже меньшие 512 байт (или кратные 512), начинаются на границе сектора. Для каждого файла DOS создает на нулевой дорожке диска элемент оглавления. Каждый такой элемент описывает имя, дату, размер и расположение файла на диске. Элементы оглавления имеют следующий формат:

Байт Назначение

0-7 Имя файла, определяемое из программы, создавшей данный файл. Первый байт может указывать на статус файла: шест.00 обозначает, что данный файл не используется, шест.E5 - файл удален, шест. 2E - элемент подоглавления. 8-10 Тип файла 11 Атрибут файла, определяющий его тип:
шест.00 - обычный файл;
шест.01 - файл можно только читать;
шест.02 - "спрятанный" файл;
шест.04 - системный файл DOS;
шест.08 - метка тома;
шест.10 - подоглавление;
шест.20 - архивный файл (для твердого диска). 12-21 Зарезервировано для DOS. 22-23 Время дня, когда файл был создан или последний раз изменялся, в следующим двоичном формате:

|ччччммммммссссс|

24-25 Дата создания или последнего изменения файла, сжатая в два слова в следующем двоичном формате:

|гггггггм|мммддддд|

где год начинается с 1980 и может принимать значения от 0 до 119, месяц - от 1 до 12, а день - от 1 до 31. 26-27 Начальный кластер файла. Относительный номер последних двух секторов каталога. Первый файл данных (без COM-модулей DOS) начинается на относительном кластере 002. Текущая сторона, дорожка и кластер зависят от емкости диска. 28-31 Размер файла в байтах. При создании файла DOS вычисляет и записывает размер файла в это поле.

Все поля в каталоге диска, превышающие один байт, записываются в обратной последовательности байтов.

ТАБЛИЦА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФАЙЛОВ

Назначение таблицы распределения файлов (FAT - File Allocation Table) - распределение дискового пространства для файлов. Если вы создаете новый файл или изменяете существующий, то DOS меняет элементы таблицы файлов в

соответствии с расположением файла на диске. Запись начальной загрузки находится на секторе 1, далее на секторе 2 начинается FAT. FAT содержит элементы для каждого кластера, длина элементов FAT зависит от устройства дисковой памяти. Кластер для односторонних дискет представляет собой один сектор, для двухсторонних дискет - смежную пару секторов. Одно и то же число элементов в FAT определяет в два раза больше данных для двухсторонних дискет, чем для односторонних.

Первые байты FAT определяют тип устройства:

FE Односторонняя на 8 секторов
FC Односторонняя на 9 секторов
FF Двухсторонняя на 8 секторов
FD Двухсторонняя на 9 секторов
F9 Повышенная емкость (1,2 мегабайта)
F8 Твердый диск

Второй и третий байты пока содержат FFFF. В следующей таблице показана организация данных для нескольких типов устройств (приведены начальные и конечные номера секторов). Колонка "Кластер" представляет число секторов в кластере:

Устройство диска	Запись нач.загр.	FAT	Каталог	Кластер
Односторонний, 8 секторов	1	2-3	4-7	1
Односторонний, 9 секторов	1	2-5	6-9	1
Двухсторонний, 8 секторов	1	2-3	4-10	2
Двухсторонний, 9 секторов	1	2-5	6-12	2
Повышенная емкость (1,2 М)	1	2-15	16-29	1
Твердый диск XT	1	2-17	18-49	8
Твердый диск AT	1	2-838	4-115	4

Начиная с четвертого байта, элементы FAT определяют сектора. Каждый такой элемент имеет длину 12 битов. (В версии DOS 3 и старше элементы FAT для твердого диска могут иметь длину 16 битов). Два первых элемента FAT, известные как относительные сектора 000 и 001, соответственно, указывают на два последних сектора оглавления, определяя его размер и формат. Первый файл данных начинается на относительном секторе 002. Каждый элемент FAT состоит из трех шест.цифр (12 битов), которые указывают на характер использования конкретного сектора:

000 свободный кластер,
nnn относительный номер следующего кластера для файла,
FF7 неиспользуемый кластер (сбойная дорожка),
FFF последний кластер файла.

Предположим, например, что дискета содержит только один файл с именем PAYROLL.ASM, занимающий относительные сектора 002, 003 и 004. Элемент оглавления для этого файла содержит

имя файла PAYROLL, тип - ASM, шест.00 для обычного файла, дату создания, 002 - номер первого относительного сектора файла и размер файла в битах. Таблица FAT в этом случае может выглядеть следующим образом (кроме того, что в каждой паре байты в обратной последовательности):

Элемент FAT: |FDF|FFF|003|004|FFF|000|000|...|000|
Относительн.сектор: 0 1 2 3 4 5 6 ...конец

Первые два элемента FAT указывают расположение каталога на относительных секторах 000 и 001. Для ввода рассматриваемого файла в память, система выполняет следующие действия:
1. DOS получает доступ к дискете и ищет в каталоге имя
PAYROLL и тип ASM. 2. Затем DOS определяет по каталогу положение первого относительного сектора файла (002) и загружает содержи
мое этого сектора в буферную область в основной
памяти. 3. Номер второго сектора DOS получает из элемента FAT,
соответствующего относительному сектору 002. Из
диаграммы, приведенной выше, видно, что этот элемент
содержит 003. Это обозначает, что файл продолжается в
относительном секторе 003. DOS загружает содержимое
этого сектора в буфер в основной памяти. 4. Номер третьего сектора DOS получает из элемента FAT,
соответствующего относительному сектору 003. Этот
элемент содержит 004, значит файл продолжается в
относительном секторе 004. DOS загружает срдержимое
этого сектора в буфер в основной памяти. 5. Элемент FAT для относительного сектора 004 содержит
шест.FFF, что свидетельствует о том, что больше нет
данных для этого файла.

Элемент каталога содержит номер начального кластера для каждого файла, а FAT - шест.трехзначные элементы, указываю щие на расположение каждого дополнительного кластера, если он имеется. Для того, чтобы указать, например, что файл содержит все записи только в первом кластере, таблица FAT должна содержать шест.FFF в элементе, представляющем первый относительный кластер.

В качестве простого примера рассмотрим элемент каталога, указывающий, что некоторый файл начинается в относительном кластере 15. Для локализации первого элемента таблицы FAT необходимо:
ъ Умножить 15 на 1,5, получим 22,5. ъ Выполнить выборку содержимого байтов 22 и 23 из FAT.

Прежположим, что они содержат F*FF. ъ Переставить байты: FFF*.

ъ Так как номер 15-нечетный, то первые три цифры - FFF
указывают на отсутствие других кластеров для данного
файла.

Теперь рассмотрим файл, который занимает четыре кластера, начинающихся с номера 15. Таблица FAT, начиная с байта 22 и далее, в этот раз показана в правильной обратной последовательности байтов в парах:

6* 01 17 80 01 FF*F

Для того, чтобы найти первый элемент FAT, необходимо умножить 15 на 1,5, получим 22,5, и выбрать содержимое байтов 22 и 23, как в предыдущем примере. В этот раз эти байты содержат 6*01, что после перестановки байт даст 016*. Так как 15-число нечетное, то используются первые три цифры 016. Второй кластер для файла, следовательно, имеет номер 016.

Для того, чтобы найти третий кластер, необходимо умножить 16 на 1,5 получим 24. Затем следует выбрать содержимое байтов 24 и 25 таблицы FAT. Значение 1780 после перестановки байтов даст 8017. Так как число 16 четное, то используются последние три цифры 017. Третий кластер для файла имеет номер 017.

Для того, чтобы найти четвертый кластер, необходимо умножить 17 на 1,5, получим 25.5. Затем следует выбрать содержимое байтов 25 и 26 таблицы FAT. Значение 8001 после перестановки байтов даст 0180. Так как число 17 нечетное, то используются первые три цифры 018. Четвертый кластер для файла имеет номер 018.

При использовании этой же процедуры для локализации содержимого следующего элемента FAT по относительным адресам 27 и 28, получим FF*F, что после перестановки даст *FFF. Так как число 18 четное, используются последние три цифры FFF, что обозначает последний элемент.

Как было ранее сказано, все файлы начинаются на границе кластера. Кроме того, совсем не обязательно файл должен храниться в соседних кластерах, он может быть разбросан на диске по разным секторам.

Если в программе необходимо определить тип установленного диска, то можно обратиться к таблице FAT непосредственно, или, что предпочтительней, использовать функцию DOS 1BH или 1CH.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Независимо от размеров все файлы начинаются на границе
кластера. ъ Оглавление (каталог) содержит для каждого файл на диске
элементы, определяющие имя, тип, атрибуты, дату, началь
ный сектор и размер файла.

ъ Таблица распределения файлов (FAT) содержит один элемент для каждого кластера в каждом файле.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

15.1. Какую длину в байтах имеет стандартный сектор?
15.2. Где расположена запись начальной загрузки?
15.3. Как обозначаются в оглавлении удаленные файлы?
15.4. Какие дополнительные действия выполняются при формати зации дискеты по команде DOS FORMAT /S?
15.5. Где и каким образом обозначается в таблице FAT, что устройством является твердый диск?
15.6. Имеется файл размером 2890 (десятичное) байтов: а) Где хранит система размер файла? б) Как выражается этот размер в шестнадцатиричном формате? в) Покажите значе ние в том виде, как оно записывается системой.

ГЛАВА 16. Дисковая память II: Функции базовой версиии DOS

Дисковая память II: Функции базовой версиии DOS
Цель: Раскрыть основные требования к программированию функций базовой версии DOS для обработки дисковых файлов.
ВВЕДЕНИЕ

В начале данной главы рассматриваются функции базовой версии DOS, определяющие блок управления файлом (FCB), а затем будут показаны возможности создания и обработки дис ковых файлов последовательным и прямым доступом. Все рассмат риваемые операции были введены в первых версиях DOS и возмож ны во всех последующих версиях.

Обработка дисковых файлов в базовой DOS включает определе ние блока управления файлом (FCB - file control block), кото рый описывает файл и его записи. Передача адреса блока FCB в DOS обязательна для всех дисковых операций ввода-вывода. Новых команд ассемблера в данной главе не потребуется.

Управление вводом и выводом осуществляется специальными прерываниями. Запись файла на диск требует, чтобы прежде он был "создан" и DOS смогла сгенерировать соответствующий эле мент в оглавлении. Когда все записи файла будут записаны, программа должна "закрыть" файл, так, чтобы DOS завершила обработку оглавления. Чтение файла требует, чтобы он был сначала "открыт" для того, чтобы убедиться в его существо вании. Так как записи имеют фиксированную длину и в силу соответствующей организации оглавления, обработка записей дискового файла может осуществляться как последовательно, так и произвольно.

Метод доступа к дисковой памяти, поддерживающий использо вание оглавления, "блокирование" и "разблокирование" запи сей, обеспечивается прерыванием DOS 21H. Более низкий уро вень, обеспечивающий абсолютную адресацию дисковых секторов, также через DOS, выполняется посредством прерываний 25H и 26H. Самый низкий уровень обеспечивается прерыванием BIOS 13H, которое позволяет выполнить произвольную адресацию в дисковой памяти по номеру дорожки и сектора. Методы DOS осу ществляют некоторую предварительную обработку до передачи управления в BIOS. В главе 17 объясняется применение пред почтительных функций расширенного DOS 2, а глава 18 пред ставляет основные дисковые операции в BIOS. Напоминание: Термин кластер определяет один или более секторов с данными в зависимости от дискового устройства.
БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ФАЙЛОМ (FCB)

Для выполнения операций ввода-вывода на диске в базовой DOS необходимо в области данных определить блок FCB. Блок FCB не поддерживает путь доступа к файлу, поэтому он исполь зуется главным образом для обработки файлов в текущей дирек

тории. Блок FCB содержит описание файла и его записей в приведенном ниже формате. Пользователь должен инициализи ровать байты 0-15 и 32-36, байты 16-31 устанавливается DOS.
Байты Назначение 0 Указывает дисковод: 01 для дисковода A, 02 для B и
т.д. 1-8 Имя файла, выравненное по левой границе с
конечными пробелами, если имя меньше 8 байт. Поле
может содержать зарезервированные имена, например,
LPT1 для принтера. 9-11 Тип файла для дополнительной идентификации,
например, DTA или ASM. Если тип файла меньше трех
байт, то он должен быть выравнен по левой границе
и дополнен конечными пробелами. DOS хранит имя и
тип файла в оглавлении. 12-13 Номер текущего блока. Блок содержит 128 записей.
Для локализации конкретной записи используется
номер текущего блока и номер текущей записи (байт
32). Первый блок файла имеет номер 0, второй - 1 и
т.д. Операция открытия файла устанавливает в
данном поле 0. 14-15 Логический размер записи. Операция открытия инициа
лизирует размер записи значением 128 (шест.80).
После открытия и перед любой операцией чтения или
записи можно устанавливать в данном поле любое тре
буемое значение длины записи. 16-19 Размер файла. При создании файла DOS вычисляет и
записывает это значение (произведение числа запи
сей на размер записей) в оглавление. Операция
открытия выбирает размер файла из оглавления и
заносит его в данное поле. Программа может читать
это поле, но не может менять его. 20-21 Дата. При создании или последней модификации файла
DOS записывает дату в оглавление. Операция
открытия выбирает дату из оглавления и заносит в
данное поле. 22-31 Зарезервировано для DOS. 32 Текущий номер записи. Данное поле содержит текущий
номер записи (О-127) в текущем блоке (см.байты
12-13). Система использует текущие значения блока
и записи для локализации записи в дисковом файле.
Обычно номер начальной записи в данном поле - 0,
но его можно заменить для начала последовательной
обработки на любое значение от 0 до 127. 33-36 Относительный номер записи. Для произвольного дос
тупа при операциях чтения или записи данное поле
должно содержать относительный номер записи. Напри
мер, для произвольного чтения записи номер 25
(шест.19), необходимо установить в данном поле
шест 19000000. Произвольный доступ характеризует
ся тем, что система автоматически преобразует
относительный номер записи в текущие значения

блока и записи. Ввиду ограничения на максимальный
размер файла (1.073.741.824 байтов), файл с
короткими записями может содержать больше записей
и иметь больший относительный номер записи. Если
размер записи больше 64, то байт 36 всегда содер
жит 00.

Помните, что числовые значения в словах и двойных словах записываются в обратной последовательности байтов.

Блоку FCB предшествует необязательное семибайтовое расши рение, которое можно использовать для обработки файлов со специальными атрибутами. Для использования расширения необхо димо закодировать в первом байте шест.FF, во втором - атри бут файла, а в остальных пяти байтах шесь.нули.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКА FCB ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФАЙЛА НА ДИСКЕ

Для ссылки на каждый дисковый файл программа должна содер жать правильно составленный блок управления файлом. Операции ввода-вывода на диск требуют установки адреса блока FCB в регистре DX. Доступ к полям блока FCB осуществляются по этому адресу с помощью регистровой пары DS:DX. Для создания нового файла программа использует функцию шест.16 в прерыва нии DOS INT 21H следующим образом:

```
MOV AH,16H ; Создание
LEA DX,FCBname ; дискового файла
INT 21H ; Вызов DOS
```

DOS осуществляет поиск имени файла и тип файла, взятого из соответствующих полей FCB, в оглавлении. Если элемент оглавления, содержащий необходимое имя (и тип), будет найдено, то DOS очищает найденный элемент для нового исполь зования, если такой элемент не будет найден, то DOS ищет свободный элемент. Затем операция устанавливает размер файла в 0 и "открывает" файл. На этапе открытия происходит проверка доступного дискового пространства, результат такой проверки устанавливается в регистре AL:

```
00 На диске есть свободное пространство
FF На диске нет свободного пространства.
```

При открытии также устанавливается в блок FCB номер текущего блока - 0 и размер записей (по умолчанию) - 128 (шест.80) байтов. Прежде, чем начать запись файла, можно заменить это значение по умолчанию на требуемый размер записей.

Для определения выводной записи необходимо прежде обеспе чить начальный адрес этой записи в область передачи данных (DTA - disk trausfer area). Так как блок FCB содержит размер записей, то в DTA не требуется устанавливать ограничитель конца записи. Затем с помощью функции шест.1A необходимо

сообщить DOS адрес DTA. В любой момент времени может быть активен только один DTA. В следующем примере инициализи руется адрес DTA:

```
MOV AH,1AH ; Установка адреса
LEA DX,DTAname ; DTA
INT 21H ; Вызов DOS
```

Если программа обрабатывает только один дисковой файл, то должна быть только одна установка адреса DTA для всего выполнения. При обработке нескольких файлов программа должна устанавливать соответствующий адрес DTA непосредственно перед каждой операцией чтения или записи.

Для последовательной записи на диск существует функция шест. 15:

```
MOV AH,15 ; Последовательная
LEA DX,FCBname ; запись
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция записи использует информацию из блока FCB и адрес текущего буфера DTA. Если длина записи равна размеру сектора, то запись заносится на диск. В противном случае записи заполняют буфер по длине сектора и затем буфер записы вается на диск. Например, если длина каждой записи состав ляет 128 байтов, то буфер заполняется четырьмя записями (4*128=512) и затем буфер записывается в дисковой сектор.

После успешного занесения записи на диск DOS увеличивает в блоке FCB размер файла на размер записи и текущий номер записи на 1. Когда номер текущей записи достигает 128, про исходит сброс этого значения в 0 и в FCB увеличивается номер текущего блока на 1. Операция возвращает в регистре AL сле дующие коды:

```
00 Успешная запись.
01 Диск полный.
02 В области DTA нет места для одной записи.
```

Когда запись файла завершена, можно, хотя и не всегда обязательно, записать маркер конца файла (шест.1A). Для за крытия файла используется функция шест.10:

```
MOV AH,10H ; Закрыть
LEA DX,FCBname ; файл
INT 21H ; Вызов DOS
```

Эта операция записывает на диск данные, которые еще остались в дисковом буфере DOS и изменяет в соответствующем элементе оглавления, дату и размер файла. В регистре AL возвращаются следующие значения:

```
00 Успешная запись.
FF Описание файла оказалось в неправильном
```

элементе оглавления (возможно в результате
смены дискеты).

ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FCB ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФАЙЛА НА ДИСКЕ

Программа, приведенная на рис.16.1, создает дисковый файл по имени, которое вводится пользователем с клавиатуры. Блок FCB (FCBREC) в данной программе содержит следующие поля:
FCBDRIV Программа должна создать файл на диске в дисководе
4 (или D). FCBNAME Имя файла - NAMEFILE. FCBEXT Тип файла - DAT. FCBBLK Начальное значение номера текущего блока - 0. FCBRCSZ Размер записей неопределен, так как операция откры
тия устанавливает в данном поле значение 128. FCBSQRC Начальное значение номера текущей записи - 0.

В программе организованы следующие процедуры:
BEGIN Инициализирует сегментные регистры, вызывает
C10OPEN для создания файла и установки адреса DTA
для DOS, вызывает D10PROC для ввода имени файла.
Если ввод пустой, то происходит вызов G10PROC для
завершения программы. C10OPEN Создает для файла элемент в директории, устанавли
вает размер записей - 32 (шест.20) и инициали
зирует адрес буфера DTA для DOS. D10PROC Выдает запрос на ввод имен, вводит имена с клавиа
туры и вызывает процедуру F10WRIT для записи вводи
мых имен на диск. E10DISP Управляет прокруткой и установкой курсора. F10WRIT Записывает имена в дисковой файл. G10CLSE Записывает маркер конца файла и закрывает файл. X10ERR Выдает на экран сообщение об ошибке в случае не
корректной операции создания файла или записи
данных.

Каждая операция записи автоматически добавляет 1 к FCBSGRC (номер текущей записи) и шест.20 (размер записи) к FCBFLSZ (размер файла). Так как каждая запись имеет длину 32 байта, то операция заносит в буфер 16 записей и затем записы вает весь буфер в сектор диска. Ниже показано содержимое DTA и буфера:

DTA: |текущая запись|
Буфер: |запись 00|запись 01|запись 02|...|запись 15|

Если пользователь ввел 25 имен, то счетчик записей увели чится от 1 до 25 (шест.19). Размер файла составит:

25 * 32 байта = 800 байтов или шест. 320

Рис. 16.1. Создание дискового файла.

Операция закрытия заносит во второй сектор оставшиеся в буфере девять записей и изменяет в оглавлении дату и рвзмер файла. Размер записывается байтами в переставленном порядке: 20030000. Последний буфер имеет следующий вид:
Буфер: |запись 16|запись 17|...|запись 24|шест.1A|...|...|

Для простоты в приведенной программе создаются записи файла, содержащие только одно поле. Записи большинства других файлов, однако, содержит различные символьные и двоичные поля и требуют описания записи в DTA. Если записи содержат двоичные числа, то не следует использовать маркер конца файла (EOF), так как двоичное число может совпасть с шест. кодом 1A.

Для того, чтобы сделать программу более гибкой, можно разрешить пользователю указать дисковод, на котором находит ся или будет находиться файл. В начале выполнения программа может выдать на экран сообщение, чтобы пользователь ввел номер дисковода, а затем изменить первый байт блока FCB.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ЧТЕНИЕ ДИСКОВОГО ФАЙЛА

В базовой версии DOS программа, читающая дисковый файл, содержит блок управления файлом, который определяет файл точно так, как он был создан. В начале программа для откры тия файла использует функцию шест. OF:

```
MOV AH,OFH ; Открытие
LEA DX,FCBname ; файла
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция открытия начинается с поиска в оглавлении элемен та с именем и типом файла, определенными в FCB. Если такой элемент не будет найден в оглавлении, то в регистре AL уста навливается шест. FF. Если элемент найден, то в регистре AL устанавливается 00 и в FCB заносится действительный размер файла, а также устанавливается номер текущего блока в 0, длина записи в шест.80. После открытия можно заменить длину записи на другое значение.

DTA должно содержать определение считываемой записи в соответствии с форматом, который использовался при создании файла. Для установки адреса DTA используется функция шест.1A (не путать с маркером конца файла EOF шест.1A) аналогично созданию дискового файла:

```
MOV AH,1AH ; Установка
LEA DX,DTAname ; адреса DTA
INT 21H ; Вызов DOS
```

Для последовательного чтения записей с диска используется функция шест.14:

```
MOV AH,14H ; Последовательное
LEA DX,FCBname ; чтение записей
INT 21H ; Вызов DOS
```

Чтение записи с диска по адресу DTA осуществляется на ос нове информации в блоке FCB. Операция чтения устанавливает в регистре AL следующие коды возврата:

00 Успешное чтение.
01 Конец файла, данные не прочитаны.
02 В DTA нет места для чтения одной записи.
03 Конец файла, прочитана частичная запись, заполненная нулями.

Первая операция чтения заносит содержимое всего сектора в буфер DOS. Затем операция определяет из блока FCB размер записи и пересылает первую запись из буфера в DTA. После дующие операции чтения пересылают остальные записи (если име ются) пока буфер не будет исчерпан. После этого операция чтения определяет адрес следующего сектора и заносит его со держимое в буфер.

После успешной операции чтения в блоке FCB автоматически увеличивается номер текущей записи на 1. Завершение после довательного чтения определяется программой по маркеру конца файла (EOF), для чего в программе имеется соответствующая проверка. Так как оглавление при чтении файла не изменя ется, то обычно нет необходимости закрывать файл после завершения чтения. Исключение составляют программы, которые открывают и читают несколько файлов одновременно. Такие программы должны закрывать файлы, так как DOS ограничивает число одновременно открытых файлов.

ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ FCB ДЛЯ ЧТЕНИЯ ДИСКОВОГО ФАЙЛА

На рис.16.2 приведена программа, которая выполняет чтение файла, созданного предыдущей программой, и вывод на экран имен из записей файла. Обе программы содержат идентичные блоки FCB, хотя, имена полей FCB могут быть различны. Содержимое полей имени и типа файла должны быть одинаковы.

Программа содержит следующие процедуры:

BEGIN Инициализирует сегментны регистра, вызывает про
цедуру E10OPEN для открытия файла и установки DTA
и вызывает F10READ для чтения записей. Если считан
маркер конца файла, то программа завершается, если
нет, то вызывается процедура G10DISP. E10OPEN Открывает файл, устанавливает значение размера и
записей, равное 32 (шест.20), и инициализирует
адрес DTA.

F10READ Выполняет последовательное чтение записей. Опера
ция чтения автоматически увеличивает номер текущей
запи си в блоке FCB. G10DISP Выводит на экран содержимое прочитанной записи.
X10ERR Выводит на экран сообщение об ошибке в случае
некорректной операции открытия или чтения.

Рис. 16.2. Чтение дискового файла

Операция открытия выполняет поиск имени и типа файла в оглавлении. Если необходимый элемент оглавления найден, то автоматически в блок FCB заносятся размер файла, дата и длина записей. Первая операция чтения записи с номером 00 получает доступ к диску и считывает весь сектор (16 записей) в буфер. После этого первая запись заносится в DTA, а номер текущей записи в FCB увеличивается с 00 до 01:

Буфер: |запись 00|запись 01|запись 02|... |запись 15|
DTA : |запись 00|

Второй операции чтения нет необходимого обращаться к дис ку. Так как требуемая запись уже находится в буфере, то опе рация просто пересылает запись 01 из буфера в DTA и увели чивает номер текущей записи на единицу. Таким же образом вы полняются следующие операции чтения пока все 16 записей из буфера не будут обработаны.

Операции чтения 16-ой записи приводит к физическому чтению следующего сектора в буфер и пересылка первой записи сектора в DTA. Последующие операции чтения переносят осталь ные записи из буфера в DTA. Попытка прочитать после последней записи вызовет состояние конца файла и в регистр AL будет записан код возврата шест. 01.

ПРЯМОЙ ДОСТУП

До сих пор в этой главе рассматривалась последовательная обработка дисковых файлов, которая адекватна как для созда ния файла, так и для печати его содержимого или внесения из менений в небольшие файлы. Если программа ограничена только возможностью последовательной обработки, то для изменения файла она должна считывать каждую запись, вносить изменения в определенные из них и заносить записи в другой файл (программа может использовать один DTA, но потребуются различные блоки FCB). Обычной практикой является чтение входного файла с диска A и запись обновленного файла на диск B. Преимущество этого способа состоит в том, что он автома тически оставляет резервную копию.

В некоторых случаях применяется доступ к конкретным записям файла для получения информации, например, нескольких служащих или о части ассортимента товаров. Для доступа, скажем, к 300-ой записи файла, последовательная обработка

должна включать чтение всех 299 предшествующих записей, пока не будет получена 300-я запись. Примечание: система может начать обработку с конкретного номера блока и записи).

Несмотря на то, что файл создается последовательно, доступ к записям может быть последовательным или прямым (произвольным). Требования прямой обработки, использующей вызов DOS, заключаются в установке требуемого номера записи в соответствующее поле FCB и выдаче команды прямого чтения или записи.

Произвольный доступ использует относительный номер записи (байты 33-36) в блоке FCB. Поле имеет размер двойного слова и использует обратную последовательность байт в словах. Для локализации требуемой записи система автоматически пре образует относительный номер записи в номер текущего блока (байты 12-13) и номер текущей записи (байт 32).

ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ

Операции открытия и установки DTA одинаковы как для прямой, так и для последовательной обработки. Предположим, что программа должна выполнить прямой доступ к пятой записи файла. Установим значение 05 в поле FCB для относительного номера записи и выполним команды для прямого чтения. В результате успешной операции содержимое пятой записи будет помещено в DTA.

Для прямого чтения записи необходимо поместить тре буемое значение относительного номера записи в FCB и вызвать функцию шест.21:

```
MOV AH,21H ; Запрос на
LEA DX,FCBname ; прямое чтение
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция чтения преобразует относительный номер записи в номера текущего блока и записи. Полученные значения исполь зуются для локализации требуемой дисковой записи, передачи содержимого записи в DTA и установки в регистр AL следующие значения:

```
00 Успешное завершение
01 Данные не доступны
02 Чтение прекращено из-за нехватки места в DTA
03 Прочитана частичная запись, заполненная нулями.
```

Как видно, среди перечисленных кодов возврата отсутствует состояние конец файла. При корректном чтении записи пред полагается единственный код возврата - 00. Остальные коды возврата могут являться результатом установки неправильного относительного номера записи или некорректная установка адреса DTA или FCB. Так как такие ошибки легко допустить, то полезно выполнять проверку регистра AL на ненулевое зна чение.

Когда программа выдает первый запрос на прямую запись, операция, используя оглавление для локализации сектора, на котором находится требуемая запись, считывает весь сектор с диска в буфер и пересылает запись в DTA. Предположим, напри мер, что записи имеют размер 128 байт, т.е. четыре записи в одном секторе. Запрос на прямое чтение записи 23 приводит к чтению в буфер четырех записей, лежащих в одном секторе:

| запись 20 | запись 21 | запись 22 | запись 23 |

Когда программа вновь выдаст прямой запрос на запись, например, 23, то операция сначала проверит содержимое буфе ра. Так как данная запись уже находится в буфере, то она непосредственно пересылается в DTA. Если программа запросит запись 35, который нет в буфере, операция через оглавление локализует требуемую запись, считает весь сектор в буфер и поместит запись в DTA. Таким образом, операции прямого дос тупа к записям более эффективны, если номера записей близки друг к другу.

ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ

Операция создания файла и установки DTA одинаковы как для прямого, так и для последовательного доступа. Для обработки файла учета товаров программа может, используя прямой дос туп, считать необходимую запись, внести, введенные вручную, изменения (например, новое количество товаров) и вернуть запись на диск на то же место. Операция прямой записи использует относительный номер записи в блоке FCB и функцию шест.22 следующим образом:

```
MOV AH,22H ; Запрос на
LEA DX,FCBname ; прямую запись
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция устанавливает в регистре AL следующие коды воз врата:

00 Успешная операция
01 На диске нет места
02 Операция прекращена в результате недостаточ ного места в DTA.

При создании нового файла прямым доступом может быть полу чен ненулевой код возврата. Но при прямом чтении и переписы вании измененных записей на том же месте диска код возврата должен быть только 00.

Относительный номер записи в блоке FCB при прямом доступе имеет размер двойного слова (четыре байта), каждое слово за писывается обратной последовательностью байтов. Для неболь ших файлов возможно потребуется установка лишь самого лево го байта или слова, но для больших файлов установка номера записи в трех или в четырех байтах требует некоторой тщательности.

ПРОГРАММА: ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ ДИСКОВОГО ФАЙЛА

На рис.16.3 приведена программа, которая считывает файл, созданный предыдущей программой (см.рис.16.1). Вводя любой относительный номер записи, лежащей в границах файла, поль зователь запрашивает вывод на экран любой записи файла. Если файл содержит 25 записей, то правильными номера являются но мера от 00 до 24. Номер вводится с клавиатуры в ASCII форма те и должен быть в нашем случае одно- или двухзначным чис лом.

Программа содержит следующие процедуры:

C10OPEN Открывает файл, устанавливает размер записи 32 и устанавливает адрес DTA. D10RECN Вводит номер записи с клавиатуры, преобразует его в двоичный формат и записывает полученное значение в FCB. В качестве усовершенствования процедуры можно вставить проверку вхождения номера в границы от 00 до 24. F10READ Помещает требуемую запись в DTA в соответствии с относительным номером записи в FCB. G10DISP Выводит запись на экран.

Процедура D10RECN вводит номер записи с клавиатуры и про веряет длину ввода в списке параметров. Возможны три вариан та:

00 Запрошен конец обработки
01 Введено однозначное число (в регистре AL)
02 Введено двухзначное число (в регистре AX)

Рис.16.3. Прямое чтение дисковых записей.

Данная процедура преобразует введенное число из ASCII формата в двоичный формат. Так как значение находится в ре гистре AX, то лучше использовать команду AAD для преобра зования. После преобразования двоичный код из регистра AX пересылается в два левых байта поля относительного номера записи в блоке FCB. Если, например, введено число 12 в ASCII формате, то AX будет содержать 3132. Команда AND преобразует это значение в 0102, а команда AAD - в 000C. Результат пре образования заносится в поле относительного номера записи блока FCB в виде C000 0000.

ПРЯМОЙ БЛОЧНЫЙ ДОСТУП

Если в программе имеется достаточно места, то одна прямая блочная операция может записать весь файл из DTA на диск, а также прочитать весь файл с диска в DTA. Данная особенность весьма полезна для записи на диск таблиц, которые другие про граммы могут считывать в память для обработки.

Начать можно с любого правильного относительного номера записи. Число записей также может быть любым, хотя блок дол жен находится в пределах файла. Перед началом необходимо открыть файл и инициализировать DTA.

Для операции прямой блочной записи необходимо установить в регистре CX требуемое число записей, установить в FCB стартовый относительный номер записи и выдать функцию шест.28:

```
MOV AH,28H ; Операция прямой блочной записи
MOV CX,records ; Установка числа записей
LEA DX,FCBname ;
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция преобразует относительный номер записи в текущие номер блока и номер записи. Полученные значения используются для определения начального адреса на диске. В результате опе рации в регистре AL устанавливаются следующие коды воз врата:

00 Успешное завершение для всех записей
01 На диске недостаточно места.

Кроме того операция устанавливает в FCB в поле относи тельного номера записи и полях текущих номеров блока и запи си значения, соответствующие следующему номеру записи. Напри мер, если были записаны записи с 00 до 24, то следующий номер записи будет 25 (шест.19).

Для операции прямого блочного чтения необходимо устано вить в регистре CX требуемое число записей и использовать функцию шест.27:

```
MOV AH,27H ; Операция прямого блочного чтения
MOV CX,records ; Установка числа записей
LEA DX,FCBname ;
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция чтения возвращает в регистре AL следующие значе ния:
00 Успешное чтение всех записей
01 Прочитана последняя запись файла
02 Прочитано предельное для DTA число записей
03 Прочитана последняя запись файла не полностью.

В регистре CX остается действительное число прочитанных записей, а в FCB в поле относительного номера записи и полях текущих номеров блока и записи устанавливаются значения, соответствующие следующему номеру записи.

Если необходимо загрузить в память весь файл, но число за писей неизвестно, то следует после операции открытия разде лить размер файла на длину записи. Например, для размера файла шест.320 (800) и длине записи шест.20 (32) число запи сей будет шест.19 (25).

ПРОГРАММА: ПРЯМОЕ БЛОЧНОЕ ЧТЕНИЕ

На рис.16.4 приведена программа, выполняющая блочное чте ние файла, созданного программой на рис.16.1. Программа уста навливает начальный относительный номер записи 00, в регист ре CX - счетчик на 25 записей и выводит на экран всю информа цию из DTA (только для того, чтобы убедиться, что информация считана). Другие варианты программы могут включать установ ку другого начального номера записи и считывание менее 25 за писей.

В программе организованы следующие процедуры:
E10OPEN Открывает файл, устанавливает размер записи в FCB
равным 32 и устанавливает адрес DTA. F10READ Устанавливает число записей равным 25 и выполняет
блочное чтение. G10DISP Выводит блок на экран.

Операция чтения преобразует относительный номер записи 00 в FCB в номер текущего блока 00 и номер текущей записи 00. В конце операции чтения в FCB текущий номер записи будет со держать шест.19, а относительный номер записи - шест. 19000000.

Рис. 16.4. Прямое блочное чтение.

АБСОЛЮТНЫЕ ОПЕРАЦИИ ДИСКОВОГО ВВОДА-ВЫВОДА

Для непосредственного доступа к диску можно использовать операции абсолютного чтения и абсолютной записи с помощью функций DOS INT 25H и 26H. В этом случае не используются оглавление диска и преимущества блокирования и разблокиро вания записей, обеспечиваемые функцией DOS INT 21H.

Абсолютные операции предполагают, что все записи имеют размер сектора, поэтому прямой доступ осуществляется к полно му сектору или блоку секторов. Адресация диска выполняется по "логическому номеру записи" (абсолютный сектор). Для определения логического номера записи на двухсторонних дискетах с девятью секторами счет секторов ведется с дорожки 0, сектора 1, следующим образом:

Дорожка Сектор Логический номер записи
0 1 0
0 2 1
1 1 9
1 9 17
2 9 26

Для двухсторонних дискет используется следующая формула:

Логический номер записи = (дорожка x 9) + (сектор - 1)

Например, логический номер записи на дорожке 2 и секторе 9 определяется как

(2 x 9) + (9 - 1) = 18 + 8 = 26

Фрагмент программы для абсолютных операций ввода-вывода:

```
MOV AL,drive# ; 0 для A, 1 для B и т.д.
MOV BX,addr ; Адрес области ввода-вывода
MOV CX,sectors ; Число секторов
MOV DX,record# ; Начальный логический номер записи
INT 25H или 26H ; Абсолютное чтение или запись
```

Операции абсолютного чтения или запись разрушают содержи мое всех регистров, кроме сегментных, и устанавливают флаг CF для индикации успешной (0) или безуспешной (1) операции. В случае безуспешной операции содержимое регистра AL описы вает характер ошибки:

```
AL Причина
1000 0000 Устройство не отвечает
0100 0000 Ошибка установки головок
0010 0000 Ошибка контролера
0001 0000 Ошибка дискеты?
0000 1000 Переполнение DMA при чтении
0000 0100 Сектор не найден
0000 0011 Попытка записи на защищенной дискете
0000 0010 Не найден адресный маркер
```

Команда INT записывает содержимое флагового регистра в стек. После завершения команды INT следует восстановить флаги, но проверив перед этим флаг CF.

ДРУГИЕ ДИСКОВЫЕ ОПЕРАЦИИ

Кроме основных дисковых функций DOS имеется несколько дополнительных полезных дисковых операций.

Сброс диска: Шест. D

Обычно нормальное закрытие файла приводит к занесению всех оставшихся в буфере записей на диск и корректировке ог лавления. В особых случаях (между шагами программы или ава рийном завершении) может потребоваться сброс диска. Функция DOS шест. D освобождает все файловые буфера и не корректи рует оглавление диска. Если необходимо, то вначале данная функция закрывает все файлы.

```
MOV AH,ODH ; Запрос на сброс диска
INT 21H ; Вызов DOS
```

Установка текущего дисковода: Шест. E

Основное назначение функции DOS шест.E - установка номера текущего (по умолчанию) дисковода. Номер дисковода помещает ся в регистр DL, причем 0 соответствует дисководу A, 1 - B и т.д.

```
MOV AH,OEH ; Запрос на установку
MOV DL,02 ; дисковода C
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция возвращает в регистр AL число дисководов (незави симо от типа). Так как для DOS необходимо по крайней мере 2 логических дисковода A и B, то DOS возвращает значение 02 и для систем с одним дисководом. (Для определения действитель ного числа дисководов используется команда INT 11H).

Поиск элементов оглавления: шест. 11 и 12

Программной утилите может потребоваться поиск в оглавле нии для доступа к имени файла, например, при удалении или переименовании. Для доступа к первому или единственному элементу оглавления необходимо загрузить в регистр DX адрес неоткрытого блока FCB и выполнить функцию 11H. При использовании расширенного блока FCB можно также получить код атрибута (см.техническое руководство по DOS).

```
MOV AH,11H ; Запрос на первый элемент
LEA DX,FCBname ; Неоткрытый FCB
INT 21H ; Вызов DOS
```

FCB может быть расположено по адресу 5CH в префиксе про граммного сегмента, предшествующем программе в памяти (DTA по умолчанию). Подробно см. гл. 22.

В регистре AL операция возвращает шест.FF, если элемент не найден, и шест.00, если найден. Операция устанавливает в DTA номер дисковода (1=A, 2=B и т.д.) имя файла и тип файла.

Если найдено несколько элементов при выборке по шаблону (например, *.ASM), то для локализации элементов подмножества директории используется функция 12H:

```
MOV AH,12H ; Запрос следующего элемента
LEA DX,FCBname ; Неоткрытый FCB
INT 21H ; Вызов DOS
```

Коды возврата в регистре AL аналогичны кодам функции 11H.

Удаление файла: шест.13

Для удаления файла в программе используется функция DOS 13H. Операция удаления устанавливает специальный байт в первой позиции имени файла в оглавлении.

```
MOV AH,13H ; Запрос на удаление файла
LEA DX,FCBname ; Неоткрытый FCB
INT 21H ; Вызов DOS
```

Если операция находит и удаляет элемент, то в регистре AL устанавливается код возврата 00, иначе код равен шест.FF.

Переименование файла: шест. 17

Для переименования файла в программе используется функция DOS шест.17. Старое имя файла записывается в обычном месте блока FCB, а новое - начиная со смещения 16.

```
MOV AH,17H ; Запрос на переименование
LEA DX,FCBname ; Адрес FCB
INT 21H ; Вызов DOS
```

Символы ? и * в новом имени приводят к сохранению в соот ветствующих позициях символов из старого имени. Успешная опе рация устанавливает в регистре AL код возврата 00, а безуспешная (файл по старому имени не найден или по новому имени уже существует) - код FF.

Получение текущего номера дисковода: шест.19

Функция DOS шест.19 позволяет определить текущий номер дисковода:

```
MOV AH,19H ; Получить текущий дисковод
INT 21H ; Вызов DOS
```

Операция возвращает шест. номер дисковода в регистре AL (0=A, 1=B и т.д.). Полученное значение можно поместить непосредственно в FCB для доступа к файлу с текущего диско вода.

Кроме перечисленных существуют функции для получения информации из таблицы FAT (1B и 10), установки поля прямой записи (24), установки вектора прерываний (25), создания нового программного сегмента (26) и анализа имени файла (29). Эти функции описаны в техническом руководстве по DOS.

ПРОГРАММА: ВЫБОРОЧНОЕ УДАЛЕНИЕ ФАЙЛОВ

На рис.16.5 приведена COM-программа по имени SDEL, иллюстрирующая функции DOS 11H, 12H и 13H для удаления выб ранных файлов. Для запроса на удаление файлов пользователь может ввести,например, следующие команды:

```
SDEL *.* (все файлы)
SDEL *.BAK (все BAK-файлы)
SDEL TEST.* (все файлы по имени TEST)
```

Посредством DOS программа определяет в оглавлении элемен ты, удовлетворяющие запросу. DOS заносит полное имя найден ного элемента в PSP (префикс программного сегмента) по смеще нию шест.81 (DTA по умолчанию). Затем программа выводит на экран имя файла и запрос подтверждения. Ответ Y (да) разре шает удаление, N (нет) сохраняет файл, а Return завершает выполнение.

Обратите внимание на то, что данная программа должна быть создана как COM-программа, так как EXE-программа требуют отличной адресации для использования смещений шест.5C и 81 в PSP. Для тестирования программы используйте скопированные временно файлы.

Рис.16.5. Выборочное удаление файлов.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

- Программа, использующая INT 21H в базовой версии DOS для операций ввода-вывода на диск, должна содержать блок управления файлом (FCB) для каждого доступного файла. - Один блок содержит 128 записей. Номер текущего блока и номер текущей записи в FCB указывают на дисковую запись, которая должна быть обработана. - В обратной последовательности байт в FCB записываются следующие элементы: номер текущего блока, размер записи, размер файла и относительный номер записи. - Все программы, обрабатывающие один и тот же файл, должны иметь одинаково описанный блок FCB. - Область ввода-вывода (DTA) определяется адресом памяти, куда должна быть помещена запись при чтении или откуда она заносится на диск. Прежде, чем выполнить операцию записи или чтения, в программе необходимо установить каждую область DTA. - Операция открытия файла устанавливает в блоке FCB значе ния для следующих элементов: имя файла, тип файла, размер запи си (шест.80), размер файла и дата. Программа должна заменить размер записей на правильное значение. - Программа, использующая для записи файла операцию DOS INT 21H, должна закрыть файл в конце обработки для того, чтобы поместить на диск все оставшиеся в буфере записи (если таковые имеются) и скорректировать соответствующий элемент оглавления. - При использовании для чтения и записи операции DOS INT 21H система автоматически изменяет текущий номер записи в FCB. - Операция чтения по прерыванию DOS INT 21H проверяет наличие требуемой записи сначала в буфере и при отсутствии выполняет чтение с диска. - Прямой метод доступа требует указания номера записи в поле относительного номера записи блока FCB. - Восемь байт (двойное слово) относительного номера записи кодируются в обратной последовательности байт. - Если требуемая запись при прямом доступе уже находится в буфере, то система передает ее непосредственно в DTA. В противном случае выполняется чтение с диска в буфер всего сектора, содержащего необходимую запись. - Операции прямого блочного чтения и

записи более эффек
тивны при наличии достаточной памяти. Эти операции особенно удобны для загрузки таблиц.

- Команды DOS INT 25H и 26H осуществляют дисковые операции
  абсолютного чтения и записи, но не поддерживают обработку
  оглавления, не определяют конец файла и не обеспечивают
  блокирование и деблокирование записей.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

16.1. Напишите функции базовой версии DOS для следующих опе
раций: а) создание файла, б) установка DTA, в) после
довательная запись, г) открытие файла, д) последова
тельное чтение. 16.2. Программа использует размер записи, устанавливаемый
при открытии файла по умолчанию. а) Сколько записей
содержит один сектор? б) Сколько записей содержит
дискета с тремя дорожками по девять секторов на
каждой? в) Если на дискете (б) находится один файл,
то при последовательном чтении сколько произойдет
физических обращений к диску? 16.3. Напишите программу, которая создает дисковый файл,
содержащий записи из трех элементов: номер товара
(пять символов), наименование товара (12 символов) и
стоимость единицы товара (одно слово). Ввод этих
значений должен осуществляться пользователем с
клавиатуры. Не забудьте преобразовать числа из ASCII
представления в двоичное представление. 16.4. Напишите программу, которая выводит на экран файл,
созданный в вопросе 16.3. 16.5. Определите текущий блок и запись для следующих
номеров записей при прямом доступе: а)45, б)73,
в)150, г)260. 16.6. В каком виде номер записи 2652 (десятичное) устанавли
вается в поле относительной записи блока FCB? 16.7. Укажите шестнадцатеричные номера функций для следу
ющих операций: а) прямая запись, б) прямое чтение, в)
прямая блочная запись, г) прямое блочное чтение. 16.8. Напишите команды для определения числа записей файла,
предполагая, что операция открытия уже выполнена.
Имена полей с размером файла FCB FLSZ и размером
записи FCB FCSZ. 16.9. Используя программу из вопроса 16.4 для создания
файла с количеством, ценами и наименованиями товаров,
сформируйте файл с приведенными ниже данными.
Напишите программу, которая выполняет одно блочное
чтение данного файла и выводит каждую запись на
экран.

Номер Цена Наименование
023 00315 Ассемблеры
024 00430 Компановщики
027 00525 Компиляторы
049 00920 Компрессоры
114 11250 Экстракторы
117 00630 Буксиры

122 10520 Лифты
124 21335 Процессоры
127 00960 Станки для наклеивания меток
232 05635 Черпатели?
999 00000

16.10. Измените программу из вопроса 16.9 так, чтобы цены записывались на диск в двоичном формате. 16.11. Измените программу из вопроса 16.9 так, чтобы а) ис пользовалась операция прямого чтения, б) пользователь мог вводить номер и количество товара и в) выполня лось вычисление и вывод на экран стоимости (произве дение количества товара на стоимость единицы товара).

ГЛАВА 17. Дисковая память III: Расширенные функции DOS

Дисковая память III: Расширенные функции DOS
Цель: Ознакомить с расширенными функциями DOS, начиная с версии 2.0 для обработки дисковых файлов.
ВВЕДЕНИЕ

Функции базовой версии DOS для обработки файлов, показан ные в главе 16, действительны для всех последующих версий DOS. В данной главе показаны ряд расширенных функций, введен ных в версиях DOS 2.0 и 3.0 и не поддерживаемых в ранних вер сиях. Прежде, чем пытаться выполнить дисковые операции из данной главы, следует убедиться в наличии необходимой версии DOS.

Многие из расширенных функций проще своих аналогов в базо вой версии DOS. В руководствах по DOS рекомендуется исполь зовать новые функции, которые более естественны для систем типа UNIX. Некоторые операции включают использование строк в формате ASCIIZ для начальной установки дисковода, пути доступа и имени файла; номера файла для последовательного доступа к файлу; специальных кодов возврата.
ДАННЫЕ В ФОРМАТЕ ASCIIZ

При использовании многих расширенных функций для диско вых операций необходимо сообщить DOS адрес строки в формате ASCIIZ, содержащей идентификацию файла в виде номера диско- вода, пути доступа и имени файла (все параметры необязатель ные) и строка должна завершаться шестнадцатеричным нулем, например:

```
PATHNM1 DB 'B:\TEST.ASM',0
PATHNM2 DB 'C:\UTILITY\NU.EXE',0
```

Обратная косая (или прямая косая) используются в качест ве разделителя. Нулевой байт (zero) завершает строку (отсюда название ASCIIZ формата). Для прерываний, использующих в ка честве параметра ASCIIZ строку, адрес этой строки загружает ся в регистр DX, например, командой LEA DX,PATHNM1.
ФАЙЛОВЫЙ НОМЕР И КОДЫ ВОЗВРАТА

Операции создания и открытия файла требуют загрузки в регистр AX двухбайтового числа, представляющего собой файло вый номер. В главе 8 показано, что стандартные устройства не нуждаются в операции открытия и могут использовать непосредственно файловые номера: 0 - ввод, 1 - вывод, 2 - вывод сообщений об ошибках, 3 - внешнее устройство, 4 - прин тер.

Для доступа к диску при создании или открытии файла ис пользуется ASCIIZ строка и функции DOS шест. 3C или 3D. Ус пешная операция устанавливает флаг CF в 0 и помещает файло вый номер в регистр AX. Этот номер необходимо сохранить в элементе данных DW и использовать его для всех последующих операций над дисковым файлом. При неуспешной операции флаг CF устанавливается в 1, а в регистр AX помещается код ошиб- ки, зависящий от операции (см.табл.17.1).

01 Ошибка номера функции
02 Файл не найден
03 Путь доступа не найден
04 Открыто слишком много файлов
05 Нет доступа (Операция отвергнута)
06 Ошибка файлового номера
07 Блок управления памятью разрушен
08 Недостаточно памяти
09 Ошибка адреса блока памяти
10 Ошибка оборудования
11 Ошибка формата
12 Ошибка кода доступа
13 Ошибка данных
15 Ошибка дисковода
16 Попытка удалить оглавление
17 Другое устройство ?
18 Нет больше файлов

СОЗДАНИЕ ДИСКОВОГО ФАЙЛА

В последующих разделах раскрыты требования к созданию, записи и закрытию дисковых файлов для расширенной версии DOS.

Создание файла: Шест.3C

Для создания нового файла или переписывания старого файла используется функция шест.3C. При этом регистр DX должен содержать адрес ASCIIZ-строки, а регистр CX - необходимый атрибут. Байт атрибут был рассмотрен в главе 15; для обычно го файла значение атрибута - 0.

Рассмотрим пример создания обычного файла:

```
MOV AH,3CH ; Запрос на создание
MOV CX,00 ; обычного файла
LEA DX,PATHNM1 ; ASCIIZ строка
INT 21H ; Вызов DOS
JC error ; Переход по ошибке
MOV HANDLE1,AX ; Сохранение файлового номера в DW
```

При правильном открытии операция создает элемент оглав ления с данным атрибутом, очищает флаг CF и устанавливает файловый номер в регистре AX. Этот номер должен использо ваться для всех последующих операций. Если создаваемый файл уже существует

(т.е. имя файла присутствует в оглавлении), то длина этого файла устанавливается в 0 для перезаписи.

В случае возникновения ошибки операция устанавливает флаг CF в 1 и помещает в регистр AX код возврата: 03, 04 или 05 (см.табл.17.1). Код 05 свидетельствует либо о переполнении оглавления, либо о защите существующего файла атрибутом "только чтение". При завершении операции необходимо сначала проверить флаг CF, так как при создании файла возможна установка в регистре AX файлового номера 0005, который можно легко спутать с кодом ошибки 05 (нет доступа).

Запись файла: шест.40

Для записи файла используется функция DOS шест.40. При этом в регистре BX должен быть установлен файловый номер, в регистре CX - число записываемых байт, а в регистре DX - адрес области вывода. В следующем примере происходит запись 256 байт из области OUTREC:

```
HANDLE1 DW ?
OUTREC DB 256 DUP (' ')
MOV AH,40H ; Запрос записи
MOV BX,HANDLE1 ; Файловый номер
MOV CX,256 ; Длина записи
LEA DX,OUTREC ; Адрес области вывода
INT 21H ; Вызов DOS
JC error2 ; Проверка на ошибку
CMP AX,256 ; Все байты записаны?
JNE error3
```

Правильная операция записывает из памяти на диск все дан ные (256 байт), очищает флаг CF и устанавливает в регистре AX число действительно записанных байтов. Если диск перепол нен, то число записанных байтов может отличаться от задан ного числа. В случае неправильной операции флаг CF устанав ливается в 1, а в регистр AX заносится код 05 (нет доступа) или 06 (ошибка файлового номера).

Закрытие файла : шест.3E

После завершения записи файла необходимо установить файло вый номер в регистр BX и, используя функцию DOS шест.3E, закрыть файл. Эта операция записывает все оставшиеся еще данные из буфера на диск и корректирует оглавление и табли цу FAT.

```
MOV AH,3EH ; Запрос на закрытие файла
MOV BX,HANDLE1 ; Файловый номер
INT 21H ; Вызов DOS
```

В случае ошибки в регистре AX устанавливается код 06 (неправильный файловый номер).

ПРОГРАММА:ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЙЛОВОГО НОМЕРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФАЙЛА.

Программа, приведенная на рис.17.2, создает файл по имени, которое вводится пользователем с клавиатуры. В программе имеются следующие основные процедуры:

C10CREA Использует функцию шест.3C для создания файла и
сохраняет файловый номер в элементе данных по
имени HANDLE. D10PROC Принимает ввод с клавиатуры и очищает пробелом
байты от конца введенного имени до конца области
ввода. F10WRIT Записывает файл, используя функцию шест.40. G10CLSE В завершении обработки, используя функцию шест.3E,
закрывает файл для того, чтобы создать правильный
элемент оглавления.

Область ввода имеет длину 30 байтов и завершается двумя байтами: возврат каретки (шест.0DH) и конец строки (шест. 0AH). Таким образом общая длина области ввода - 32 байта. Программа переносит на диск 32-х байтовые записи, как записи фиксированной длины. Можно опустить байты "возврат каретки" и "конец строки", но включить их, если потребуется сорти ровка файла. Программа DOS SORT требует наличия этих байтов для индикации конца записей. Для нашего примера команда SORT может выглядеть следующим образом:

```
SORT B:<NAMEFILE.DAT >NAMEFILE.SRT
```

В результате выполнения данной команды записи из файла NAMEFILE.DAT в возрастающей последовательности будут поме щены в файл NAMEFILE.SRT. Программа, приведенная на рис.17.3 выполняет чтение записей из файла NAMEFILE.SRT и вывод их на экран. Обратите внимание на два момента: 1) Символы воз- врат каретки и конец строки включены в конце каждой записи только для выполнения сортировки и в других случаях могут быть опущены. 2) Записи могут иметь переменную длину (по длине вводимых с клавиатуры имен); эта особенность включает некоторое дополнительное программирование, как это будет по казано на рис.17.4.

Рис.17.2. Использование файлового номера для создания файла.
ЧТЕНИЕ ДИСКОВОГО ФАЙЛА

В следующих разделах раскрыты требования для открытия и чтения дисковых файлов в расширенной версии DOS.

Открытие файла: шест.3D

Если в программе требуется прочитать дисковый файл, то прежде необходимо открыть его, используя функцию шест.3D. Эта операция проверяет правильность имени файла и его нали чие на диске. При открытии регистр DX должен содержать ад рес необходимой ASCIIZ-строки, а регистр AL - код доступа:

0 Открыть файл только для ввода
1 Открыть файл только для вывода

2 Открыть файл для ввода и вывода
Остальные биты регистра AL используются для разделения фай лов DOS версии 3.0 и старше (см.техническое руководство по DOS). Обратите внимание, что для записи файла используется функция создания (шест.3C), но не функция открытия файла. Ниже приведен пример открытия файла для чтения:

```
MOV AH,3DH ; Запрос на открытие
MOV AL,00 ; Только чтение
LEA DX,PATHNM1 ; Строка в формате ASCIIZ
INT 21H ; Вызов DOS
JC error4 ; Выход по ошибке
MOV HANDLE2,AX ; Сохранение номера в DW
```

Если файл с необходимым именем существует, то операция открытия устанавливает длину записи равной 1, принимает существующий атрибут, сбрасывает флаг CF и заносит файловый номер в регистр AX. Файловый номер используется в дальней шем для всех последующих операций.

Если файл отсутствует, то операция устанавливает флаг CF и заносит в регистр AX код ошибки: 02, 04, 05 или 12 (см. рис.17.1). Не забывайте проверять флаг CF. При успешном создании файла система может установить в регистре AX файло вый номер 0005, что легко можно спутать с кодом ошибки 05 (нет доступа).

Чтение файла: Шест.3F

Для чтения записей файла используется функция DOS шест. 3F. При этом необходимо установить в регистре BX файловый номер, в регистре CX - число байтов и в регистре DX - адрес области ввода. В следующем примере происходит считывание 512-байтовой записи:

```
HANDLE2 DW ?
INPREC DB 512 DUP (' ')
MOV AH,3FH ; Запрос на чтение
MOV BX,HANDLE2 ; Файловый номер
MOV CX,512 ; Длина записи
LEA DX,INPREC ; Адрес области ввода
INT 21H ; Вызов DOS
JC error5 ; Проверка на ошибку
CMP AX,00 ; Прочитано 0 байтов?
JE endfile
```

Правильно выполненная операция считывает запись в память, сбрасывает флаг CF и устанавливает в регистре AX число действительно прочитанных байтов. Нулевое значение в регист ре AX обозначает попытку чтения после конца файла. Ошибочная операция устанавливает флаг CF и возращает в регистре AX код ошибки 05 (нет доступа) или 06 (ошибка файлового номе ра).

Так как DOS ограничивает число одновременно открытых файлов, то программа, успешно отработавшая с несколькими файлами, должна закрывать их.

ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАЙЛОВОГО НОМЕРА ДЛЯ ЧТЕНИЯ ФАЙЛА

На рис.17.3 приведена программа, которая читает файл, созданный предыдущей программой (см.рис.17.2) и отсорти рованный командой DOS SORT. Для открытия файла используется функция шест.3D. Полученный в результате файловый номер заносится в поле HANDLE и используется затем в функции шест.3F для чтения файла.

В программе нет необходимости переносить курсор на новую строку, так как записи содержат в конце символы "возврат каретки" и "новая строка".

ASCII-ФАЙЛЫ (ФАЙЛЫ В ФОРМАТЕ ASCII)

В предыдущих примерах были показаны операции создания и чтения файлов. Аналогичным образом можно обрабатывать ASCII- файлы (текстовые файлы), созданные DOS или редактором. Для этого необходимо знать организацию оглавления и таблицы FAT, а также способ записи данных в сектор диска, используемый системой. Система DOS записывает, например, ASM-файл в точ ном соответствии с вводом с клавиатуры, включая символы табу ляции (шест.09), возврат каретки (шест.OD) и конец строки (шест.OA). Для экономии дисковой памяти DOS не записывает пробелы, которые находятся на экране и предшествуют символу табуляции, и пробелы, находящиеся в строке справа от символа "возврат каретки". Следующий пример иллюстрирует ассемб лерную команду, как она может выглядеть на экране:

<tab>MOV<tab>AH,09<return>

Рис.17.3. Использование файлового номера для чтения файла.

Для такой строки содержимое ASCII-файла будет:

094D4F560941482C30390D0A

Когда программа TYPE или редактор читают файл и выводят на экран символы "табуляция", "возврат каретки" и "конец строки" автоматически выравнивают данные.

Рассмотрим программу, приведенную на рис.17.4, которая читает и выводит на экран файл HANREAD.ASM (пример на рис. 17.3) по секторам. Если программа HANREAD уже введена и проверена, то можно просто скопировать ее в файл с новым именем.

Рис.17.3. Чтение ASCII-файла.

Программа выполняет в основном те же функции, что и DOS TYPE, т.е. выводит на экран каждую запись до символов "возврат каретки" и "конец строки" (CR/LE). Прокрутка содержимого экрана (скроллинг) вызывает некоторые проблемы. Если в программе не будет предусмотрено специальной проверки на конец экрана, то вывод новых строк будет осуществляться поврех старых и при короткой длине старые символы будут оставаться справа от новой строки. Для правильной прокрутки необходимо подсчитывать строки и контролировать достижение конца экрана. Так как строки ASCII-файла имеют переменную длину, то следует определять конец каждой строки прежде, чем выводить ее на экран.

Рассматриваемая программа считывает полный сектор данных в область SECTOR. Процедура G10XFER передает данные побайтно из области SECTOR в область DISAREA, откуда они будут выдаваться на экран. При обнаружении символа "конец строки", процедура выводит на экран содержимое DISAREA, включая "конец строки". (Экран дисплея принимает также символы табуляции (шест.09) и автоматически устанавливает курсор в следующую справа позицию кратную 8).

В программе необходимо проверять конец сектора (для считывания следующего) и конец области вывода. Для стандартных ASCII-файлов, таких как ASM-файлы, каждая строка имеет относительно короткую длину и гарантировано заверша ется парой символов CR/LF. Нетекстовые файлы, такие как EXE или OBJ, не имеют строк и поэтому рассматриваемая про грамма должна проверять достижение конца области DISAREA во избежание разрушения. Хотя программа предназначена для вывода на экран только ASCII-файлов, она имеет проверку для страховки от всяких неожиданных несимвольных файлов.

Процедура G10XFER выполняет следующее: 1. Инициализирует адрес области SECTOR. 2. Инициализирует адрес области DISAREA. 3. При достижении конца области SECTOR считывает следующий

сектор. В случае конца файла, завершает работу

программы, иначе инициализирует адрес области SECTOR. 4. При достижении конца области DISAREA вставляет символы

CR/LF, выводит строку на экран и инициализирует адрес

DISAREA. 5. Переписывает символ из области SECTOR в область DISAREA. 6. По символу "конец файла" (шест.1A) завершает работу про

граммы. 7. По символу "конец строки" (шест.OA) выводит на экран

строку и переходит на п.2, по другим символам идет на

п.3.

Попробуйте выполнить эту программу в отладчике DEBUG. При каждом вводе с диска просмотрите содержимое области ввода и обратите внимание на то, как DOS форматирует записи. Для улучшения данной программы организуйте вывод на экран запроса для указания пользователем имени и типа файла.

ДРУГИЕ ДИСКОВЫЕ ФУНКЦИИ В РАСШИРЕННОЙ ВЕРСИИ DOS

Получение размера свободного дискового пространства:
шест.36
Данная функция выдает информацию о дисковой памяти. Для выполнения функции необходимо загрузить в регистр DL номер дисковода (0 - текущий дисковод, 1 - A, 2 - B и т.д.):

```
MOV AH,36H ; Запрос на
MOV DL,0 ; текущий дисковод
INT 21H ; Вызов DOS
```

При указании неправильного номера дисковода операция воз вращает в регистре AX шест.FFFF, иначе следующие значения:

в AX число секторов на кластер
в BX число доступных кластеров
в CX число байтов на сектор
в DX общее число кластеров на дисководе
В версии DOS младше 2.0 для получения информации о диско вой памяти следует использовать функцию шест.1B (получить информацию из табблицы FAT).

Удаление файла: шест.41
Для удаления файлов из программы (за исключением файлов с атрибутом "только чтение") используется функция шест.41. При этом в регистре DX необходимо загрузить ASCIIZ строку, содержащую путь доступа и имя файла:

```
MOV AH,41H ; Запрос на удаление
LEA DX,PATHNAM ; ASCIIZ-строка
INT 21H ; Вызов DOS
```

В случае ошибки в регистре AX возвращается код 02 (файл не найден) или 05 (нет доступа).

Управление файловым указателем: шест.42
Система DOS имеет файловый указатель, который при открытии файла устанавливается в 0 и увеличивается на 1 при последовательных операциях записи или считывания. Для доступа к любым записям внутри файла можно менять файловый указатель с помощью функции шест.42, получая в результате прямой доступ к записям файла.
Для установки файлового указателя необходимо поместить в регистр BX файловый номер и в регистровую пару CX:DX требуе мое смещение в байтах. Для смещений до 65.535 в регистре CX устанавливается 0, а в DX - смещение. В регистре AL должен быть установлен один из кодов, который определяет точку отсчета смещения:
0 - смещение от начала файла.

1 - смещение текущего значения файлового указателя, которое
может быть в любом месте, включая начало файла. 2 - смещение от конца файла. Размер файла (и следовательно
смещение до конца файла) можно определить, установив
регистровую пару CX:DX в 0 и используя код 2 в регистре
AL.

В следующем примере устанавливается файловый указатель на смещение 1024 байта от начала файла:

```
MOV AH,42H ; Установка указателя
MOV AL,00 ; от начала файла
LEA BX,HANDLE1 ; Установка файлового номера
MOV CX,00 ;
MOV DX,1024 ; Смещение 1024 байта
INT 21H ; Вызов DOS
JC error
```

Правильно выполненная операция сбрасывает флаг CF и воз вращает новый указатель в регистровой паре DX:AX. Неправиль ная операция устанавливает флаг CF в 1 и возвращает в регист ре AX код 01 (ошибка кода отсчета) или 06 (ошибка файлового номера).

Проверка или изменение атрибута: шест.43

Для проверки или изменения файлового атрибута в оглавле нии диска используется функция шест.43H. При этом в регистре DX должен быть установлен адрес ASCIIZ строки. Для проверки атрибута регистр AL должен содержать 00. Для изменения атрибута регистр AL должен содержать 01, а регистр CX - новое значение атрибута. Следующий пример устанавливает нормальный атрибут:

```
MOV AH,43H ; Запрос на установку
MOV AL,01 ; нормального
MOV CX,00 ; атрибута
LEA DX,PATHNM2 ; ASCIIZ-строка
INT 21H ; Вызов DOS
```

В случае проверки функция возвращает текущий атрибут фай ла в регистре CX. В случае изменения функция устанавливает в соответствующем элементе оглавления атрибут из регистра CX. Неправильная операция возвращает в регистре AX коды ошибок 02, 03 или 05.

Получить текущее оглавление: шест.47

Определение текущего оглавления для любого дисковода осуществляется с помощью функции шест.47. При этом необходи мо определить область памяти достаточно большую, чтобы содер жать пути доступа максимальной длины и загрузить адрес этой области в регистр DX. Регистр DL должен содержать номер дисковода: 0 - текущий, 1 - A, 2 - B и т.д. В результате

выполнения операция помещает в область памяти имя текущей директории (без номера дисковода), например, в следующем виде:

ASSEMBLE\EXAMPLES

Нулевой байт (шест.00) идентифицирует конец составного имени пути доступа. Для корневой директории возвращаемое значение состоит только из одного байта - шест.00. Таким образом можно получить текущее имя пути доступа для любого файла в подоглавлении. Пример на рис.17.5 демонстрирует использование данной функции.

Поиск файлов по шаблону: шест.4E и шест.4F

Данные функции аналогичны функциям шест. 11 и 12 базовой версии DOS. Функция 4E используется для начала поиска в ог лавлении, а функция 4F - для продолжения. Для начала поиска в регистр DX необходимо загрузить адрес ASCIIZ-строки, содер жащей имя пути доступа и шаблон поиска. Шаблон поиска может включать в себя символы ? и *. В регистре CX должно быть значение атрибута в любой комбинации битов (нормальный, оглавление, спрятанный или системный).

```
MOV AH,4EH ; Запрос на начало поиска
MOV CX,00H ; Нормальный атрибут
LEA DX,PATHNM1 ; ASCIIZ-строка
INT 21H ; Вызов DOS
```

Если операция находит файл, удовлетворяющий шаблону поиска, то в текущий буфер DTA в FCB заполняется следующей информацией:

```
00 - резервировано DOS для последующего поиска
21 - атрибут файла
22 - время файла
24 - дата файла
26 - размер файла: младшее слово, затем старшее слово
30 - имя и тип в виде 13-байтовой ASCIIZ строки,
завершаемой шест.00.
```

В случае ошибки в регистре AX возвращается код 02 (не найдено) или 18 (нет больше файлов). Для продолжения поиска файлов (после функции шест.4E) используется функция 4F. Между этими функциями не следует нарушать содержимое DTA.

```
MOV AH,4FH ; Запрос на продолжение поиска
INT 21H ; Вызов DOS
```

Единственно возможный код в регистре AX - 18 (нет больше файлов). Обе рассмотренные функции не меняют состояние флага CF.

Переименование файла: шест. 56

Для переименования файла используется функция шест.56. При этом в регистр DX должен быть загружен адрес ASCIIZ- строки, содержащей старые значения дисковода, пути доступа, имени и типа файла, а в регистр DI (в действительности ES:DI) - адрес ASCIIZ-строки, содержащей новые значения дисковода, пути доступа, имени и типа файла. Если указыва ется номер дисковода, то он должен быть одинаков в обоих строках. Путь доступа может быть различным, поэтому данная операция может не только переименовывать файл, но и перено сить его в другое подоглавление.

```
MOV AH,56H ;Запрос на переименование файла
LEA DX,oldstring ; DS:DX
LEA DI,newstring ; ES:DI
INT 21H ; Вызов DOS
```

В случае ошибки регистр AX возвращает коды 03 (путь досту па не найден), 05 (нет доступа?) и 17 (разные дисководы).

Другие функции DOS, имеющие отношение к дисковым файлам, включают создание подоглавления (шест.39), удаление элемента оглавления (шест.3A), изменение текущего оглавления (шест. 3B), управление вводом-выводом для устройств (шест.44), дублирование файлового номера (шест.45), принудительное дублирование файлового номера (шест.46), получение состояния проверки ? (шест.54).

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

- Многие функции расширенной версии DOS оперируют с ASCIIZ-
строками, которые содержат путь доступа и завершаются
байтом, содержащим шест.00. - Функции создания и открытия возвращают значение файлового
номера, который используется для последующего доступа к
файлу. - В случае ошибок многие функции устанавливают флаг CF и
помещают код ошибки в регистр AX. - Как правило, функция создания используется для записи
файла, а открытия - для чтения. - После того, как файл записан на диск, его необходимо
закрыть для того, чтобы в оглавление были внесены соот
ветствующие изменения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

17.1. Какие значения кодов возврата для ситуаций "файл не
найден" и "ошибка файлового номера" ? 17.2. Определите ASCIIZ-строку по имени PATH1 для файла
CUST.LST на дисководе C. 17.3. Для предыдущего файла (п.17.2) напишите команды а)
определения элемента по имени CUSTHAN для файлового
номера, б) создание файла, в) записи файла из области
CUSTOUT (128 байт) и г) закрытия файла. Обеспечьте
проверку на ошибки.

17.4. Для файла (п.17.3) напишите команды а) открытия файла
и б) чтения файла в область CUSTIN. Обеспечьте конт
роль ошибок. 17.5. В каких случаях необходимо закрывать файл, который
был открыт только для чтения ? 17.6. Измените программу на рис.17.4 так, чтобы пользова
тель мог вводить с клавиатуры имя файла, который
необходимо выдать на экран. Обеспечьте возможность
любого числа запросов и завершение программы только
по пустому запросу, т.е. простому нажатию клавиши
Return.

ГЛАВА 18. Дисковая память IV: Функции BIOS

Дисковая память IV: Функции BIOS
Цель: Показать основные требования к программированию функций BIOS для создания и чтения дисковых файлов.
ВВЕДЕНИЕ

Для дисковых операций можно программировать непосред ственно на уровне BIOS, хотя BIOS и не обеспечивает автоматически использование оглавления или блокирование/ деблокирование записей. Дисковая операция BIOS INT 13H рас сматривает все "записи", как имеющие размер сектора, а адресацию диска осуществляет в терминах действительных номера дорожки и номера сектора.

Для дисковых операций чтения, записи и верификации необ ходима инициализация следующих регистров:
AH Определяет тип операции: чтение, запись, верификация
или форматирование. AL Определяет число секторов. CH Определяет номер дорожки. CL Определяет номер начального сектора. DH Номер головки (стороны) : 0 или 1 для дискеты. DL Номер дисковода: 0=A, 1=B и т.д. ES:BX Адрес буфера ввода/вывода в области данных (за
исключением операции верификации).
ДИСКОВЫЕ ОПЕРАЦИИ В BIOS

Для указания необходимой дисковой операции необходимо перед INT 13H загрузить в регистр AH соответствующий код.

AH = 00: Сброс системы контролера дисковода

Данная операция осуществляет полный сброс контролера дис ковода и требует для выполнения INT 13H загрузку в регистр AH значение шест.00. Операция используется в случаях, когда после других дисковых операций возвращается код серьезной ошибки.

AH = 01: Определить состояние дисковода

Данная операция возвращает в регистре AL состояние дисковода после последней операции вводда/вывода (см.Байт состояния в следующем разделе). Операция требует только загрузки значения 01 в регистр AH.

AH = 02: Чтение секторов

Данная операция выполняет чтение в память определенного числа секторов на одной дорожке. Число секторов обычно 1, 8 или 9. Адрес памяти для области ввода должен быть загружен в регистр BX, причем следует помнить, что реальный адрес

зависит от содержимого регистра EX, так как в данном случае используется регистровая пара ES:BX. В следующем примере выполняется чтение сектора в область INSECT, которая должна быть достаточно большой, чтобы вместить все данные:

```
MOV AH,02 ; Запрос на чтение
MOV AL,01 ; один сектор
LEA BX,INSERT ; Буфер ввода в ES:BX
MOV CH,05 ; Дорожка 05
MOV CL,03 ; Сектор 03
MOV DH,00 ; Сторона (головка) 00
MOV DL,01 ; Дисковод 01 (B)
INT 13H ; Вызов BIOS
```

Число действительно прочитанных секторов возвращается в регистре AL. Регистры DS, BX, CX и DX сохраняют свои значения.

В большинстве случаев программа указывает только один сектор или все сектора на дорожке. Для последовательного чтения секторов программа должна увеличивать содержимое регистров CH и CL. Заметьте, что когда номер сектора достигает максимального значения, его необходимо сбросить в 01, а номер дорожки увеличить на 1 или изменить сторону 0 на 1 (для двухсторонних дискет).

AH = 03: Запись секторов

Данная операция записывает данные из указанной области памяти (обычно 512 байтов или кратное 512) в один или несколько определенных секторов. Управляющая информация загружается в регистры аналогично операции чтения диска (код 02). Операция записи возвращает в регистре AL число секторов, которые действительно были записаны. Регистры DX, BX, CX и DX сохраняют свои значения.

AH = 04: Верификация сектора

Данная операция проверяет, может ли быть найден указанный сектор, и выполняет своего рода контроль на четность. Опера цию можно использовать после записи (код 03) для гарантии более надежного вывода, на что потребуется дополнительное время ввода/вывода. Значения регистров устанавливаются ана- логично операции записи (код 03), за исключением регистро- вой пары ES:BX - их инициализация не требуется. Операция возвращает в регистре AL число обработанных секторов. Ре- гистры DX, BX, CX и DX сохраняют свои значения.

AH = 05: Форматирование дорожек

Данная операция используется для форматирования опреде ленного числа дорожек в соответствии с одним из четырех размеров (стандарт для системы PC - 512). Операции чтения и записи для локализации требуемого сектора требуют информацию о формате. Для форматирования регистровая пара

ES:BX должна содержать адрес, который указывает на группу адресных полей для дорожки. Для каждого сектора на дорожке должен быть четырехбайтовый элемент в виде T/H/S|B, где

T номер дорожки,
H номер головки,
S номер сектора,
B число байт на секторе,
(00-128, 01-256, 02-512, 03-1024).

Например, для форматирования 03 дорожки, на стороне 00 и 512 байтов на сектор, первый элемент должен иметь значение шест.03000102 и за ним должны быть описаны элементы для остальных секторов на дорожке. Техническое руководство по AT содержит ряд дополнительных операций BIOS.

БАЙТ СОСТОЯНИЯ

Для всех рассмотренных выше операций (02, 03, 04 и 05) в случае нормального завершения флаг CF и регистр AH содержит 0. В случае ошибки флаг CF устанавливается в 1, а регистр AH содержит код состояния, идентифицирующий причину ошибки. Код состояния аналогичен значению в регистре AL после выполнения операции 01.

AH Причина
0000 0001 Ошибка команды для дискеты
0000 0010 Не найден адресный маркер на диске
0000 0011 Попытка записи на защищенный диск
0000 0100 Не найден сектор
0000 1000 Выход за границы DMA (памяти прямого доступа)
0000 1001 Попытка доступа через границу 64K
0001 0000 Чтение сбойный участок на диске
0010 0000 Ошибка контролера дисковода
0100 0000 Ошибка установки (поиска)
1000 0000 Ошибка оборудования

В случае возникновения ошибки, обычным действием является сброс диска (AH=00) и троекратное повторение операции. Если таким образом ошибка не устраняется, то на экран выводится соответствующее сообщение и пользователь может сменить дискету.

ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ BIOS ДЛЯ ЧТЕНИЯ СЕКТОРОВ

Рассмотрим программу, приведенную на рис.18.1, в которой используется команда BIOS INT 13H для чтения секторов диска. Программа базируется на примере, приведенном на рис.16.3, со следующими изменениями:

1. Отсутствует описание FCB и подпрограмма открытия.

2. Программа расчитывает каждый дисковый адрес. После каж
дого чтения происходит увеличение номера сектора. При
достижении номера сектора 10 процедура C10ADDR
сбрасывает это значение в 01. Если номер стороны = 1,
программа увеличивает номер дорожки; затем меняется
номер стороны: 0 на 1 и 1 на 0. 3. Область CURADR содержит начальные значения номеров
дорожки и сектора (их программа увеличивает), а область
ENDADR - конечные значения. Один из способов улучшения
программы - предоставить пользователю возможность
указать начальные и конечные номера дорожки и сектора с
помощью соответствующего запроса.

Выполните данную программу под управлением отладчика DEBUG. Проделайте трассировку команд, которые инициализируют сегментные регистры, и установите начальный и конечный номера секторов для файловой таблицы FAT (расположение таблицы FAT различно в разных версиях операционной системы). Используя команду G (до) для выполнения ввода с диска и проверки считанного содержимого таблицы FAT и элементов оглавления.

Рис.18.1. Использование BIOS для чтения дискового файла.

В качестве альтернативы,отладчику DEBUG можно преобразо вать ASCII-символы в области ввода в их шест. эквиваленты и выдать на экран эти значения, как это делает отладчик DEBUG (см. программу на рис.14.5). Таким образом можно проверить содержимое любого сектора (в том числе "спрятанного"), а также предоставить пользователю возможность внести измене ния и записать измененный сектор на диск.

Следует помнить, что при создании файла DOS может вносить записи на любые доступные сектора, которые не обязательно будут смежными на диске. Следовательно, с помощью команды BIOS INT 13H нельзя выполнить последовательное чтение файла.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

- Команда BIOS INT 13 обеспечивает прямой доступ к дорожкам
и секторам диска. - Команда BIOS INT 13 не поддерживает операции с оглавле
нием, обнаружение конца файла, блокирование и деблокиро
вание записей. - Верификация сектора выполняет элементарную проверку
записанных данных, что приводит к увеличению времени
обработки. - Проверяйте байт состояния после каждой дисковой операции
через BIOS.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

18.1. Напишите команды для сброса дискового контролера. 18.2. Напишите команды для чтения байта состояния дискеты. 18.3. Напишите команды для BIOS INT 13H, выполняющие чтение

одного сектора в область памяти INDISK, с дисковода

A, головки 0, дорожки 6 и сектора 3. 18.4. Напишите команды для BIOS INT 13H, выполняющие запись

трех секторов из области памяти OUTDISK, на дисковод

B, головку 0, дорожку 8 и сектор 1. 18.5. При записи данных в вопросе 18.4, как можно распоз

нать попытку записи на защищенный диск? 18.6. На основе вопроса 18.4 напишите команды контроля

записи (операция верификации).

ГЛАВА 19. ПЕЧАТЬ

ПЕЧАТЬ
Цель: Описать возможности программ на языке ассемблера для вывода информации на печатающее устройство (принтер).
ВВЕДЕНИЕ

Вывод на принтер несколько проще операций с экраном и диском. Для печати существует несколько операций, выполняющихся через DOS INT 21H и BIOS INT 17H. Команды, посылаемые на принтер, включают коды "конец страницы", "конец строки" и "возврат каретки".

Принтеры классифицируются по качеству печати. Матричный принтер формирует символы в виде матрицы точек и обеспечи вает нормальный, узкий и широкий форматы символов. Более совершенные матричные принтеры обеспечивают точечную графи ку, наклонный шрифт, жирную печать и двойную плотность, а также могут печатать, например, символы игральных карт и другие алфавитно-цифровые символы. Высококачественные печа тающие устройства ограничены набором символов на сменной "ромашке" или барабане, но обеспечивают отличное качество печати и большое разнообразие принтеров. Многие высокока чественные принтеры обеспечивают печать 10,12 или 15 симво лов на дюйм, а также пропорциональное расположение пробелов, подчеркивание, теневую и полужирную печать. Лазерные принте ры обладают преимуществами как для матричной графики, так и для качественной печати текстов.

Другая классификация печатающих устройств связана с интер фейсами. Компьютеры IBM PC имеют параллельный интерфейс, позволяющий передавать одновременно восемь битов из процес сора на принтер. Кроме того, существует последовательный интерфейс, который выполняет побитовую передачу данных.

Многие принтеры имеют буфер памяти, объемом в несколько тысяч байтов. Принтеры также могут принимать биты контроля на четность (нечетность). Принтеры должны "понимать" специ альные сигналы из процессора, например, для прогона листа, перевода строки или горизонтальной табуляции. В свою очередь, процессор должен "понимать" сигналы от принтера, указывающие на конец бумаги или состояние "занято".

К сожалению многие типы принтеров по разному реагируют на сигналы процессора и одной из наиболее сложных проблем для программистов - обеспечить соответствие собственных программ имеющимся печатающим устройством.
СИМВОЛЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАТЬЮ

Стандартными символами управления печатью являются сле дующие:

Десятичн. Шест. Назначение

08 08 Возврат на шаг
09 09 Горизонтальная табуляция
10 0A Перевод строки
11 0B Вертикальная табуляция
12 0C Прогон страницы
13 0D Возврат каретки

Горизонтальная табуляция. Горизонтальная табуляция (шест. 09) возможна только на принтерах, имеющих соответствующее обеспечение, иначе символы табуляции игнорируются. В последнем случае можно имитировать табуляцию выводом соответствующего числа пробелов.

Перевод строки. Символ перевода строки (шест.OA) исполь зуется для прогона листа на один интервал. Соответственно для печати через два интервала используется два символа перевода строки.

Прогон страницы. Установка бумаги после включения принте ра определяет начальную позицию печати страницы. Длина страницы по умолчанию составляет 11 дюймов. Ни процессор, ни принтер автоматически не определяют конец страницы. Если ваша программа продолжает печатать после конца страницы, то произойдет переход через межстраничную перфорацию на на чало следующей страницы. Для управления страницами необходи мо подсчитывать число напечатанных строк и при достижении максимального значения (например, 55 строк) выдать код прого на страницы (шест.OC) и, затем, сбросить счетчик строк в 0 или 1.

В конце печати необходимо выдать символ "перевода строки" или "прогона страницы" для вывода на печать данные последней строки, находящиеся в буфере печатающего устройства. Использование последнего символа "прогон страницы" позволяет установить напечатанный последний лист в положение для отрыва.

ФУНКЦИИ ПЕЧАТИ В РАСШИРЕННОЙ ВЕРСИИ DOS

В операционной системе DOS 2.0 имеются файловые указатели, которые были показаны в главах по управлению экраном дисплея и дисковой печати. Для вывода на печатающее устройство используется функция DOS шест.40 и стандартный файловый номер 04. Следующий пример демонстрирует печать 25 символов из области HEADG:

```
HEADG DB 'Industrial Bicycle Mfrs', 0DH, 0AH
...
MOV AH,40H ; Запрос печати
MOV BX,04 ; Файловый номер принтера
MOV CX,25 ; 25 символов
LEA DX,HEADG ; Область вывода
INT 21H ; Вызов DOS
```

В случае ошибки операция устанавливает флаг CF и возвраща ет код ошибки в регистре AX.

ПРОГРАММА: ПОСТРАНИЧНАЯ ПЕЧАТЬ С ЗАГОЛОВКАМИ

Программа, приведенная на рис.19.1, аналогична программе на рис.9.1, за исключением того, что после ввода имен с клавиатуры выводит их не на экран, а на печатающее устрой ство. Каждая напечатанная страница содержит заголовок и через двойной интервал список введенных имен в следующем виде:

List of Employee Names Page 01
Clancy Alderson
Ianet Brown
David Christie
...

Программа подсчитывает число напечатанных строк и при дос тижении конца страницы выполняет прогон до начала следующей страницы. В программе имеются процедуры: D10INPT Выдает на экран запрос и затем вводит имя с кла
виатуры. E10PRNT Выводит имя на печатающее устройство (длина име
ни берется из вводного списка параметров); в
конце страницы вызывает процедуру M10PAGE. M10PAGE Выполняет прогон на новую страницу, печатает за
головок, сбрасывает счетчик строк и увели чивает
счетчик страниц на единицу. P100UT Общая подпрограмма для непосредственного вывода
на печатающее устройство.

В начале выполнения необходимо напечатать заголовок, но не делать перед этим перевод страницы. Поэтому процедура M10PAGE обходит перевод страницы, если счетчик PAGECTR содержит 01 (начальное значение). Поле PAGECTR определено как
PAGECTR DB '01'

В начале выполнения необходимо напечатать заголовок, но не делать перед этим перевод страницы. Поэтому процедура M10PAGE обходит перевод страницы, если счетчик PAGECTR содержит 01 (начальное значение). Поле PAGECTR определено как
PAGECTR DB '01'
В результате будет сгенерировано число в ASCII коде - шест. 3031. Процедура M10PAGE увеличивает счетчик PAGECTR на 1 так, что значение становится последовательно 3032, 3033 и т.д. Эти значения корректны до 3039, далее следует 303A, что будет распечатано, как двоеточие (:). Поэтому, если в правом байте поля PAGECTR появляется шест.3A, то это значение

заменяется на шест.30, а к левому байту прибавляется единица. Таким образом шест.303A перекодируется в шест. 3130, т.е. в 10 в символьном представлении.

Рис.19.1. Постраничная печать с заголовком.

Проверка на конец страницы до (но не после) печати имени гарантирует, что на последней странице будет напечатано по крайней мере одно имя под заголовком.

ПЕЧАТЬ ASCII-ФАЙЛОВ И ТАБУЛЯЦИЯ

Табуляция, обеспечиваемая, например, видеоадаптерами, заключается в замене одного символа табуляции (код 09) несколькими пробелами при выводе так, чтобы следующая позиция была кратна 8. Таким образом, стандартные позиции табуляции являются 8, 16, 24 и т.д. Многие принтеры, однако, игнорируют символы табуляции. Поэтому, такая программа, как DOS PRINT, предназначенная для печати ASCII файлов (например ассемблерных исходных текстов) проверяет каждый символ, посылаемый на принтер. И, если обнаруживается символ табуляции, то программа выдает несколько пробелов до позиции кратной 8.

Программа, приведенная на рис.19.2, выводит на экран запрос на ввод имени файла и, затем, печатает содержимое указанного файла. Эта программа в отличие от приведенной на рис.17.3 (вывод файлов на экран) осуществляет замену выводимых символов табуляции на соответствующее число пробелов. В результате символ табуляции в позициях от 0 до 7 приводит к переходу на позицию 8, от 8 до 15 - на 16 и т.д. Команды, реализующие данную логику, находятся в процедуре G10XFER после метки G60. Рассмотрим три примера обработки символа табуляции:

Текущая позиция печати: 1 9 21
Двоичное значение: 00000001 00001001 00010101
Очистка трех правых битов: 00000000 00001000 00010000
Прибавление 8: 00001000 00010000 00011000
Новая позиция: 8 16 24

В программе организованы следующие процедуры:
C10PRMP Запрашивает ввод имени файла. Нажатие только
клавиши Return приводит к завершению работы
программы. E10OPEN Открывает дисковый файл по указанному имени. G10XFER
Контролирует конец сектора, конец файла, конец
области вывода, символы "перевод строки" и табуля
ции. Пересылает обычные символы в область вывода.

P10PRNT Распечатывает выводную строку и очищает область
вывода. R10READ Считывает сектор из дискового файла.

Коды "возврат каретки", "перевод строки" и "прогон страницы" действительны для любых принтеров. Можно модифици ровать программу для подсчета распечатываемых строк и выполнения прогона страницы (шест.ОС) при достижении, например, строки 62.

Рис.19.2. Печать ASCII файла.
Некоторые пользователи предпочитают устанавливать символы "прогон страницы" в ASCII файлах с помощью текстового редактора в конкретных местах текста, например, в конце ассемблерных процедур. Кроме того, можно изменить программу для функции 05 базовой версии DOS. Эта функция выполняет вывод каждого символа непосредственно на принтер. Таким образом можно исключить определение и использование области вывода.
ПЕЧАТЬ ПОД УПРАВЛЕНИЕМ БАЗОВОЙ DOS

Для печати в базовой версии DOS необходимо установить в регистре AH код функции 05, а в регистр DL поместить распечатываемый символ и, затем, выполнить команду INT 21H следующим образом:

```
MOV AH,05 ;Запрос функции печати
MOV DL,char ;Распечатываемый символ
INT 21H ;Вызов DOS
```

С помощью этих команд можно передавать на принтер управляющие символы. Однако, печать, обычно, предполагает вывод полной или частичной строки текста и пошаговую обработку области данных, отформатированной по строкам.

Ниже показазна программа печати полной строки. Сначала в регистр SI загружается начальный адрес области HEADG, а в регистр CX - длина этой области. Цикл, начинающийся по метке P20, выделяет очередной символ из области HEADG и посылает его на принтер. Так как первый символ области HEADG - "прогон страницы", а последние два - "перевод строки", то заголовок печатается в начале новой страницы и после него следует двойной интервал.

```
HEADG DB 0CH,'Industrial Bicycle Mfrs',0DH,0AH,0AH
LEA SI,HEADG ;Установка адреса и
MOV CX,27 ; длины заголовка
P20:
MOV AH,05 ;Запрос функции печати
```

```
MOV DL,[SI] ;Символ из заголовка
INT 21H ;Вызов DOS
INC SI ;Следующий символ
LOOP P20
```

Пока принтер не включен, DOS выдает сообщения "Out of pap er". После включения питания программа начинает работать нормально. Для прекращения печати можно нажать клавиши Ctrl/Break.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ КОМАНДЫ ПРИНТЕРА

Выше уже был показан ряд команд, которые являются основными для большинства печатающих устройств. Кроме того существуют следующие команды:

Десятичн.	Шест.	
15	0F	Включить узкий формат
14	0E	Включить широкий формат
18	12	Выключить узкий формат
20	14	Выключить широкий формат

Есть команды, которые распознаются по предшествующему символу Esc (шест.IB). Некоторые из них в зависимости от печатающего устройства представлены ниже:

1B	30	Установить плотность 8 строк на дюйм
1B	32	Установить плотность 6 строк на дюйм
1B	45	Включить жирный формат
1B	46	Выключить жирный формат

Коды команд можно посылать на принтер двумя разными способами:

1. Определить команды в области данных. Следующий пример устанавливает узкий формат, 8 строк на дюйм, затем печатает заголовок с завершающими командами "возврат каретки" и " перевод строки":

```
HEADG DB 0FH, 1BH, 30H, 'Title...', 0DH, 0AH
```

2. Использовать команды с непосредственными данными:

```
MOV AH,05 ;Запрос функции печати
MOV DL,0FH ;Включить узкий формат
INT 21H
```

Все последующие символы будут печататься в узком формате до тех пор, пока программа не выдаст на принтер команду, выключающую этот формат.

Приведенные команды не обязательно работают на принтерах любых моделей. Для проверки возможных команд управления следует ознакомиться с руководством конкретного печатающего устройства.

ПЕЧАТЬ С ПОМОЩЬЮ BIOS INT 17H

Прерывание BIOS INT 17H обеспечивает три различные операции, специфицированные содержимым регистра AH:

AH=0: Данная операция выполняет печать одного символа на три принтера по номерам 0,1 и 2 (стандартное значение - 0).

```
MOV AH,00 ;Запрос функции печати
MOV AL,char ;Символ, выводимый на печать
MOV DX,00 ;Выбор принтера Э 0
INT 17H ;Вызов BIOS
```

Если операция не может распечатать символ, то в регистре AH устанавливается значение 01.

AH=1: Инициализация порта печатающего устройства:

```
MOV AH,01 ;Запрос на инициализацию порта
MOV DX,00 ;Выбор порта Э 0
INT 17H ;Вызов BIOS
```

Данная операция посылает на принтер символ "прогон страницы", поэтому ее можно использовать для установки положения "верх страницы". Большинство принтеров выполняют данную установку автоматически при включении.

AH=2: Чтение состояние порта принтера:

```
MOV AH,02 ;Функция чтения состояния порта
MOV DX,00 ;Выбор порта Э 0
INT 17H ;Вызов BIOS
TEST AH,00101001B; Принтер готов?
JNZ errormsg ;Нет - выдать сообщение об ошибке
```

Назначение функций AH=1 и AH=2 состоит в определении состояния принтера. В результате выполнения этих функций биты регистра AH могут устанавливаться в 1:

```
Бит Причина
7 Не занято
6 Подтверждение от принтера
5 Конец бумаги
4 Выбран
3 Ошибка ввода/вывода
0 Таймаут
```

Если прринтер включен, то операция возвращает шест.90 или двоичное 10010000 - принтер "не занят" и "выбран" - это нормальное состояние готовности. В случае неготовности принтера устанавливаются бит 5 (конец бумаги или бит 3 (ошибка вывода). Если принтер выключен, то операция возвращает шест.B0 или двоичное 10110000, указывая на "конец бумаги".

Выполняя программу при выключенном принтере, BIOS не выдает сообщение автоматически, поэтому предполагается, что программа должна сама проверить и отреагировать на состояние принтера. Если программа не делает этого, то единственной индикацией будет мигающий курсор на экране дисплея. Если в этот момент включить принтер, то некоторые выходные данные могут быть потеряны. Следовательно, прежде чем использовать функции BIOS для печати, следует проверить состояние порта принтера и, если будет обнаружена ошибка, то выдать соответствующее сообщение. (Функции DOS выполняют эту проверку автоматически, хотя их сообщение "Out of paper" относится к различным состояниям). После включения принтера, вывод сообщений об ошибке прекращается и принтер начинает нормально работать без потери данных.

В процессе работы принтер может выйти за страницу или быть нечаянно выключен. Поэтому в программах печати следует предусмотреть проверку состояния принтера перед каждой попыткой печати.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Прежде чем выводить данные на печатающее устройство, включите принтер и вставьте в него бумагу.

ъ Для завершении печати используйте символы "перевод строки" и "прогон страницы" для очистки буфера принтера.

ъ Функции DOS для печати предусматривают вывод сообщений при возникновении ошибки принтера. Функции BIOS возвращают только код состояния. При использовании BIOS INT 17H проверяйте состояние принтера перед печатью.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

19.1. Напишите программу в расширенной версии DOS для а) прогона страницы; б) печати вашего имени; в) перевода строки и печати вашего адреса; г) перевода строки и печати названия вашего города/штата (республики); д) прогона страницы. 19.2. Переделайте программу из предыдущего вопроса для базовой версии DOS.

19.3. Закодируйте строку, в которой имеется следующая информация: возврат каретки, прогон страницы, включение узких букв, заголовок (любое имя) и выключение узких букв. 19.4. Измените программу из вопроса 19.1 для использования BIOS INT 17H. Обеспечьте проверку состояния принтера. 19.5. Измените программу из вопроса 19.1 так, чтобы пункты б), в), г) выполнялись по 5 раз. 19.6. Измените программу на рис.19.1 для выполнения в базовой версии DOS. 19.7. Измените программу на рис.19.2 так, чтобы распечатываемые строки также выводились на экран.

ГЛАВА 20. Макросредства

Макросредства
Цель: Объяснить определение и использование ассемблерных макрокоманд.
ВВЕДЕНИЕ

Для каждой закодированной команды ассемблер генерирует одну команду на машинном языке. Но для каждого закодированного оператора компиляторного языка Pascal или C генерируется один или более (чаще много) команд машинного языка. В этом отношении можно считать, что компиляторный язык состоит из макро операторов.

Ассемблер MASM также имеет макросредства, но макросы здесь определяются программистом. Для этого задается имя макроса, директива MACRO, различные ассемблерные команды, которые должен генерировать данный макрос и для завершения макропределения - директива MEND. Затем в любом месте программы, где необходимо выполнение определенных в макроко манде команд, достаточно закодировать имя макроса. В резуль тате ассемблер сгенерирует необходимые команды.

Использование макрокоманд позволяет:
- упростить и сократить исходный текст программы;
- сделать программу более понятной;
- уменьшить число возможных ошибок кодирования.

Примерами макрокоманд могут быть операции ввода-вывода, связанные с инициализацией регистров и выполнения прерываний преобразования ASCII и двоичного форматов данных, арифмети ческие операции над длинными полями, обработка строковых данных, деление с помощью вычитания.

В данной главе рассмотрены особенности макросредств, включая те, которые не достаточно ясно даны в руководстве по ассемблеру. Тем не менее пояснения для некоторых малоисполь зуемых операций следует искать в руководстве по ассеблеру.
ПРОСТОЕ МАКРООПРЕДЕЛЕНИЕ

Макроопределение должно находиться до определения сегмента. Рассмотрим пример простого макроопределения по имени INIT1, которое инициализирует сегментные регистры для EXE-программы:

```
INIT1 MACRO ;Начало
ASSUME CS:CSEG,DS:DSEG,SS:STACK;ES:DSEG ; \
PUSH DS ; \
```

```
SUB AX,AX ; \
PUSH AX ;Тело \
MOV AX,DSEG ;макро/
MOV DS,AX ; /
MOV ES,AX ; /
ENDM ;Конец
```

Директива MACRO указывает ассемблеру, что следующие команды до директивы ENDM являются частью макроопределения. Имя маккрокоманды - INIT1, хотя здесь возможны другие правильные уникальные ассемблерные имена. Директива ENDM завершает макроопределение. Семь команд между директивами MACRO и ENDM составляют тело макроопределения.

Имена, на которые имеются ссылки в макроопределении, CSEG, DSEG и STACK должны быть определены где-нибудь в другом месте программы. Макрокоманда INIT1 может использо ваться в кодовом сегменте там, где необходимо инициализиро вать регистры. Когда ассемблер анализирует команду INIT1, он сначала просматривает таблицу мнемокодов и, не обнаружив там соответствующего элемента, проверяет макрокоманды. Так как программа содержит определение макрокоманды INIT1 ассем блер подставляет тело макроопределения, генерируя необходи мые команды - макрорасширение. Программа использует рассматриваемую макрокоманду только один раз, хотя имеются другие макрокоманды, предназначенные на любое число применений и для таких макрокоманд ассемблер генерирует одинаковые макрорасширения.

На рис.20.1 показана ассемблированная программа. В листин ге макрорасширения каждая команда, помеченная слева знаком плюс (+), является результатом генерации макрокоманды. Кроме того, в макрорасширении отсутствует директива ASSUME, так как она не генерирует объектный код.

В последующем разделе "Включение из библиотеки макро определений показана возможность каталогизации макрокоманд в библиотеке и автоматическое включение их в любые программы.

Рис.20.1. Пример ассемблирования макрокоманды.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ В МАКРОКОМАНДАХ

В предыдущем макроопределении требовались фиксированные имена сегментов: CSEG, DSEG и STACK. Для того, чтобы макро команда была более гибкой и могла принимать любые имена сегментов, определим эти имена, как формальные параметры:

```
INIT2 MACRO CSNAME,DSNAME,SSNAME ;Формальные параметры
ASSUME CS:CSNAME,DS:DSNAME,SC:SSNAME,ES:DSNAME
PUSH DS
SUB AX,AX
PUSH AX
```

```
    MOV AX,DSNAME
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    ENDM ;Конец макроопределения
```

Формальные параметры в макроопределении указывают ассемблеру на соответствие их имен любым аналогичным именам в теле макроопределения. Все три формальных параметра CSNAME, DSNAME и SSNAME встречаются в директиве ASSUME, а параметр DSNAME еще и в последующей команде MOV. Формальные параметры могут иметь любые правильные ассемблерные имена, не обязательно совпадающими именами в сегменте данных.

Теперь при использовании макрокоманды INIT2 необходимо указать в качестве параметров действительные имена трех сегментов в соответствующей последовательности. Например, следующая макрокоманда содержит три параметра, которые соответствуют формальным параметрам в исходном макроопреде лении:

Макроопределение:

```
    INIT2 MACRO CSNAME,DSNAME,SSNAME (формальные параметры) Макрокоманда: | |
|
    INIT2 CSEG,DSEG,STACK (параметры)
```

Так как ассемблер уже определил соответствие между формальны ми параметрами и операторами в макроопределении, то теперь ему остается подставить параметры макрокоманды в макрорасши рении:

- Параметр 1: CSEG ставится в соответствие с CSNAME в макроопределении. Ассемблер подставляет CSEG вместо CSNAME в директиве ASSUME.
- Параметр 2: DSEG ставится в соответствие с DSNAME в макроопределении. Ассемблер подставляет DSEG вместо двух DSNAME: в директиве ASSUME и в команде MOV.
- Параметр 3: STACK ставится в соответствие с SSNAME в макроопределении. Ассемблер подставляет STACK вместо SSNAME в директиве ASSUME.

Макроопределение с формальными параметрами и соответствую щее макрорасширение приведены на рис.20.2.

Рис.20.2. Использование параметров в макрокомандах.

Формальный параметр может иметь любое правильное ассемблерное имя (включая имя регистра, например, CX), которое в процессе ассемблирования будет заменено на параметр макрокоманды. Отсюда следует, что ассемблер не распознает регистровые имена и имена, определенные в области

данных, как таковые. В одной макрокоманде может быть определено любое число формальных парамтеров, разделенных запятыми, вплоть до 120 колонки в строке.
КОММЕНТАРИИ

Для пояснений назначения макроопределения в нем могут находиться комментарии. Директива COMMENT или символ точка с запятой указывают на строку комментария, как это показано в следующем макроопределении PROMPT:

```
PROMPT MACRO MESSGE
; Эта макрокоманда выводит сообщения на экран
MOV AH,09H
LEA DX,MESSGE
INT 21H
ENDM
```

Так как по умолчанию в листинг попадают только команды генерирующие объектный код, то ассемблер не будет автомати чески выдавать и комментарии, имеющиеся в макроопределении. Если необходимо, чтобы в расширении появлялись комментарии, следует использовать перед макрокомандой директиву .LALL ("list all" - выводить все), которая кодируется вместе с лидирующей точкой:

```
.LALL
PROMPT MESSAG1
```

Макроопределение может содержать несколько комментариев, причем некоторые из них могут выдаваться в листинге, а другие - нет. В первом случае необходимо использовать директиву .LALL. Во втором - кодировать перед комментарием два символа точка с запятой (;;) - признак подавления вывода комментария в листинг. По умолчанию в ассемблере действует директива .XALL, которая выводит в листинг только команды, генерирующие объектный код. И, наконец, можно запретить появление в листинге ассемблерного кода в макрорасширениях, особенно при использовании макрокоманды в одной программе несколько раз. Для этого служит директива .SALL ("suppress all" - подавить весь вывод), которая уменьшает размер выводимого листинга, но не оказывает никакого влияния на размер объектного модуля.

Директивы управления листинком .LALL, .XALL, .SALL сохраняют свое действие по всему тексту программы, пока другая директива листинга не изменит его. Эти директивы можно размещать в программе так, чтобы в одних макрокомандах распечатывались комментарии, в других - макрорасширения, а в третьих подавлялся вывод в листинг.

Программа на рис.20.3 демонстрирует описанное выше свойство директив листинга. В программе опредлелено два макроопределения INIT2 и PROMPT, расмотренные ранее. Кодовый сегмент содержит директиву .SALL для подавления распечатки

INIT2 и первого расширения PROMPT. Для второго расширения PROMPT директива .LALL указывает ассемблеру на вывод в листинг комментария и макрорасширения. Заметим, однако, что комментарий, отмеченный двумя символами точка с запятой (;;) в макроопределении PROMPT, не распечатывается в макрорасшире ниях независимо от действия директив управления листингом.

Рис.20.3. Распечатка и подавление макрорасширений
в листинге.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОКОМАНД В МАКРООПРЕДЕЛЕНИЯХ

Макроопределение может содержать ссылку на другое макроопределение. Рассмотрим простое макроопределение DOS21, которое заносит в регистр AH номер функции DOS и выполняет INT 21H:

```
DOS21 MACRO DOSFUNC
MOV AH,DOSFUNC
INT 21H
ENDM
```

Для использования данной макрокоманды при вводе с клавиатуры необходимо закодировать:

```
LEA DX,NAMEPAR
DOS21 0AH
```

Предположим, что имеется другое макроопределение, использую щее функцию 02 в регистре AH для вывода символа:

```
DISP MACRO CHAR
MOV AH,02
MOV DL,CHAR
INT 21H
ENDM
```

Для вывода на экран, например, звездочки достаточно закодиро вать макрокоманду DISP '*'. Можно изменить макроопределение DISP, воспользовшись макрокомандой DOC21:

```
DISP MACRO CHAR
MOV DL,CHAR
DOS21 02
ENDM
```

Теперь, если закодировать макрокоманду DISP в виде DISP '*', то ассемблер сгенерирует следующие команды:

```
MOV DL,'*'
```

```
    MOV AH,02
    INT 21H
```

ДИРЕКТИВА LOCAL

В некоторых макрокомандах требуется определять элементы данных или метки команд. При использовании такой макрокоманды в программе более одного раза происходит также неоднократное определение одинаковых полей данных или меток. В результате ассемблер выдаст сообщения об ошибке из-за дублирования имен. Для обеспечения уникальности генерируемых в каждом макрорасширении имен используется директива LOCAL, которая кодируется непосредственно после директивы MACRO, даже перед комментариями. Общий формат имеет следующий вид:

```
LOCAL dummy-1,dummy-2,... ;Формальные параметры
```

Рис.20.4. иллюстрирует использование директивы LOCAL. В приведенной на этом рисунке программе выполняется деление вычитанием; делитель вычитается из делимого и частное увеличивается на 1 до тех пор, пока делимое больше делителя. Для данного алгоритма необходимы две метки: COMP - адрес цикла, OUT - адрес выхода из цикла по завершению. Обе метки COMP и OUT определены как LOCAL и могут иметь любые правильные ассемблерные имена.

В макрорасширении для COMP генерируется метка ??0000, а для OUT - ??0001. Если макрокоманда DIVIDE будет использова на в этой программе еще один раз, то в следующем макрорасши рении будут сгенерированы метки ??0002 и ??0003 соответствен но. Таким образом, с помощью директивы LOCAL обеспечивается уникальность меток в макрорасширениях в одной программе.

Рис.20.4. Использование директивы LOCAL.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕК МАКРООПРЕДЕЛЕНИЙ

Определение таких макрокоманд, как INIT1 и INIT2 и одноразовое их использование в программе кажется бессмысленным. Лучшим подходом здесь является каталогизация собственных макрокоманд в библиотеке на магнитном диске, используя любое описательное имя, например, MACRO.LIB:

```
INIT MACRO CSNAME,DSNAME,SSNAME
.
.
ENDM
PROMPT MACRO MESSGE
.     .
```

```
    ENDM
```

Теперь для использования любой из каталогизированных макрокоманд вместо MACRO определения в начале программы следует применять директиву INCLUDE:

```
    INCLUDE C:MACRO.LIB
    .
    .
    INIT CSEG,DATA,STACK
```

В этом случае ассемблер обращается к файлу MACRO.LIB (в нашем примере) на дисководе C и включает в программу оба макроопределения INIT и PROMPT. Хотя в нашем примере требуется только INIT. Ассемблерный листинг будет содержать копию макроопределения, отмеченного символом C в 30 колонке LST-файла. Следом за макрокомандой идет ее расширение с объектным кодом и с символом плюс (+) в 31 колонке.

Так как транслятор с ассемблера является двухпроходовым, то для обеспечения обработки директивы INCLUDE только в первом проходе (а не в обоих) можно использовать следующую конструкцию:

```
    IF1
    INCLUDE C:MACRO.LIB
    ENDIF
```

IF1 и ENDIF являются условными директивами. Директива IF1 указывает ассемблеру на необходимость доступа к библиотеке только в первом проходе трансляции. Директива ENDIF заверша ет IF-логику. Таким образом, копия макроопределений не появится в листинге - будет сэкономлено и время и память.

Программа на рис.20.5 содержит рассмотренные выше директи вы IF1, INCLUDE и ENDIF, хотя в LST-файл ассемблер выводит только директиву ENDIF. Обе макрокоманды в кодовом сегменте INIT и PROMPT закаталогизированы в файле MACRO.LIB, т.е. просто записаны друг за другом на дисковый файл по имени MACRO.LIB с помощью текстового редактора.

Расположение директивы INCLUDE не критично, но она должна появиться ранее любой макрокоманды из включаемой библиотеки.

Рис.20.5. Использование библиотеки макроопределений.

Директива очистки

Директива INCLUDE указывает ассемблеру на включение всех макроопределений из специфицированной библиотеки. Например, библиотека содержит макросы INIT, PROMPT и DIVIDE, хотя

программе требуется только INIT. Директива PURGE позволяет "удалить" нежелательные макросы PROMPT и DIVIDE в текущем ассемблировании:

```
IF1
INCLUDE MACRO.LIB ;Включить всю библиотеку
ENDIF
PURGE PROMRT,DIYIDE ;Удалить ненужные макросы
...
INIT CSEG,DATA,STACK ;Использование оставшейся
; макрокоманды
```

Директива PURGE действует только в процессе ассемблирова ния и не оказывает никакого влияния на макрокоманды, находящиеся в библиотеке.

КОНКАТЕНАЦИЯ (&)

Символ амперсанд (&) указывает ассемблеру на сцепление (конкатенацию) текста или символов. Следующая макрокоманда MOVE генерирует команду MOVSB или MOVSW:

```
MOVE MACRO TAG
REP MOVS&TAG
ENDM
```

Теперь можно кодировать макрокоманду в виде MOVE B или MOVE W. В результате макрорасширения ассемблер сцепит параметр с командой MOVS и получит REP MOVSB или REP MOVSW. Данный пример весьма тривиален и служит лишь для иллюстрации.

ДИРЕКТИВЫ ПОВТОРЕНИЯ: REPT, IRP, IRPC

Директивы повторения заставляют ассемблер повторить блок операторов, завершаемых директивой ENDM. Эти директивы не обязательно должны находится в макроопределении, но если они там находятся, то одна директива ENDM требуется для завершения повторяющегося блока, а вторая ENDM - для завершения макроопределения.

REPT: Повторение

Операция REPT приводит к повторению блока операторов до директивы ENDM в соответствии с числом повторений, указанным в выражении:

```
REPT выражение
```

В следующем примере происходит начальная инициализация значения N=0 и затем повторяется генерация DB N пять раз:

```
N = 0
```

```
    REPT 5
    N = N + 1
    DB N
    ENDM
```

В результате будут сгенерированы пять операторов DB от DB 1 до DB 5. Директива REPT может использоваться таким образом для определения таблицы или части таблицы. Другим примером может служить генерация пяти команд MOVSB, что эквивалентно REP MOVSB при содержимом CX равном 05:

```
    REPT 5
    MOVSB
    ENDM
```

IRP: Неопределенное повторение

Операция IRP приводит к повторению блока команд до директивы ENDM. Основной формат:

```
    IRP dummy,<arguments>
```

Аргументы, содержащиеся в угловых скобках, представляют собой любое число правильных символов, строк, числовых или арифметических констант. Ассемблер генерирует блок кода для каждого аргумента. В следующем примере ассемблер генерирует DB 3, DB 9, DB 17, DB 25 и DB 28:

```
    IRP N,<3, 9, 17, 25, 28>
    DB N
    ENDM
```

IRPC: Неопределенное повторение символа

Операция IRPC приводит к повторению блока операторов до директивы ENDM. Основной формат:

```
    IRPC dummy,string
```

Ассемблер генерирует блок кода для каждого символа в строке "string". В следующем примере ассемблер генерирует DW 3, DW 4 ... DW 8:

```
    IRPC N,345678
    DW N
    ENDM
```

УСЛОВНЫЕ ДИРЕКТИВЫ

Ассемблер поддерживает ряд условных директив. Ранее нам уже приходилось использовать директиву IF1 для включения библиотеки только в первом проходе ассемблирования. Условные

директивы наиболее полезны внутри макроопределений, но не ограничены только этим применением. Каждая директива IF должна иметь спаренную с ней директиву ENDIF для завершения IF-логики и возможную директиву ELSE для альтернативного действия:

```
IFxx (условие)
. }
. } Условный
ELSE (не обязательное действие) }
. } блок
. }
ENDIF (конец IF-логики)
```

Отсутствие директивы ENDIF вызывает сообщение обошибке: "Undeterminated conditional" (незавершенный условный блок). Если проверяемое условие истино, то ассемблер выполняет условный блок до директивы ELSE или при отсутствии ELSE - до директивы ENDIF. Если условие ложно, то ассемблер выполняет условный блок после директивы ELSE, а при отсутствии ELSE вообще обходит условный блок.

Ниже перечислены различные условные директивы:

IF выражение Если выражение не равно нулю, ассемблер обрабатывает операторы в условном блоке. IFE выражение Если выражение равно нулю, ассемблер обрабатывает операторы в условном блоке. IF1 (нет выражения) Если осуществляется первый проход ассемблирования, то обрабатываются операторы в условном блоке. IF2 (нет выражения) Если осуществляется второй проход ассемблирования, то обрабатываются операторы в условном блоке. IFDEF идентификатор Если идентификатор определен в программе или объявлен как EXTRN, то ассемблер обрабатывает операторы в условном блоке. IFNDEF идентификатор Если идентификатор не определен в программе или не объявлен как EXTRN, то ассемблер обрабатывает операторы в условном блоке. IFB <аргумент> Если аргументом является пробел, ассемблер обрабатывает операторы в условном блоке. Аргумент должен быть в угловых скобках. IFNB <аргумент> Если аргументом является не пробел, то ассемблер обрабатывает операторы в условном блоке. Аргумент должен быть в угловых скобках.

IFIDN <арг-1>,<арг-2> Если строка первого аргумента
идентична строке второго аргумента, то
ассемблер обрабатывает операторы в
условном блоке. Аргументы должны быть
в угловых скобках. IFDIF<арг-1>,<арг-2> Если строка первого аргумента
отличается от строки второго
аргумента, то ассемблер обрабатывает
операторы в условном блоке. Аргументы
должны быть в угловых скобках.

Ниже приведен простой пример директивы IFNB (если не пробел). Для DOS INT 21H все запросы требуют занесения номера функции в регистр AH, в то время как лишь некоторые из них используют значение в регистре DX. Следующее макроопределение учитывает эту особенность:

```
DOS21 MACRO DOSFUNC,DXADDRES
MOV AN,DOSFUNC
IFNB <DXADDRES>
MOV DX,OFFSET DXADDRES
ENDIF
INT 21H
ENDM
```

Использование DOS21 для простого ввода с клавиатуры требует установки значения 01 в регистр AH:

```
DOS21 01
```

Ассемблер генерирует в результате команды MOV AH,01 и INT 21H. Для ввода символьной строки требуется занести в регистр AH значение 0AH, а в регистр DX - адрес области ввода:

```
DOS21 0AH,IPFIELD
```

Ассемблер генерирует в результате обе команды MOV и INT 21H.
ДИРЕКТИВА ВЫХОДА ИЗ МАКРОСА EXITM.

Макроопределение может содержать условные дерективы, которые проверяют важные условия. Если условие истинно, то ассемблер должен прекратить дальнейшее макрорасширение. Для этой цели служит директива EXITM:

```
IFxx [условие]
.
. (неправильное условие)
.
EXITM
.
.
```

```
ENDIF
```

Как только ассемблер попадает в процессе генерации макро расширения на директиву EXITM, дальнейшое расширение прекращается и обработка продолжается после директивы ENDM. Можно использовать EXITM для прекращения повторений по директивам REPT, IRP и IRPC даже если они находятся внутри макроопределения.

МАКРОКОМАНДЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ IF И IFNDEF УСЛОВИЯ

Программа на рис.20.6 содержит макроопределение DIVIDE, которая генерирует подпрограмму для выполнения деления вычитанием. Макрокоманда должна кодироваться с параметрами в следующей последовательности: делимое, делитель, частное. Макрокоманда содержит директиву IFNDEF для проверки наличия параметров. Для любого неопределенного элемента макрокоманда увеличивает счетчик CNTR. Этот счетчик может иметь любое корректное имя и предназначен для временного использования в макроопределении. После проверки всех трех параметров, макрокоманда проверяет CNTR:

```
IF CNTR
; Макрорасширение прекращено
EXITM
```

Если счетчик CNTR содержит ненулевое значение, то ассемблер генерирует комментарий и прекращает по директиве EXITM дальнейшее макрорасширение. Заметим, что начальная команда устанавливает в счетчике CNTR нулевое значение и, кроме того, блоки IFNDEF могут устанавливать в CNTR единичное значение, а не увеличивать его на 1.

Если ассемблер успешно проходит все проверки, то он генерирует макрорасширение. В кодовом сегменте первая макрокоманда DIVIDE содержит правильные делимое и частное и, поэтому генерирует только комментарии. Один из способов улучшения рассматриваемой макрокоманды - обеспечить проверку на ненулевой делитель и на одинаковый знак делимого и делителя; для этих целей лучше использовать коды ассемблера, чем условные директивы.

Рис.20.6. Использование директив IF и IFNDEF.

МАКРОС, ИСПОЛЬЗУЮЩИЙ IFIDN-УСЛОВИЕ

Программа на рис.20.7 содержит макроопределение по имени MOVIF, которая генерирует команды MOVSB или MOVSW в зависимости от указанного параметра. Макрокоманду можно кодировать с параметром B (для байта) или W (для слова) для генерации команд MOVSB или MOVSW из MOVS.

Обратите внимание на первые два оператора в макроопределе нии:

MOVIF MACRO TAG

IFIDN <&TAG>,<B>

Условная директива IFIDN сравнивает заданный параметр (предположительно B или W) со строкой B. Если значения идентичны, то ассемблер генерирует REP MOVSB. Обычное использование амперсанда (&) - для конкатенации, но в данном примере операнд <TAG> без амперсанда не будет работать. Если в макрокоманде не будет указан параметр B или W, то ассемблер сгенерирует предупреждающий комментарий и команду MOVSB (по умолчанию).

Примеры в кодовом сегменте трижды проверяют макрокоманду MOVIF: для параметра B, для параметра W и для неправильного параметра. Не следует делать попыток выполнения данной программы в том виде, как она приведена на рисунке, так как регистры CX и DX не обеспечены правильными значениями.

Предполагается, что рассматриваемая макрокоманда не является очень полезной и ее назначение здесь - проиллюстри ровать условные директивы в простой форме. К данному моменту, однако, вы имеете достаточно информации для составления больших полезных макроопределений.

Рис.20.7. Использование директивы IFIDN

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ Макросредства возможны только для полной версии ассемблера (MASM). ъ Использование макрокоманд в программах на ассемблере дает в результате более удобочитаемые программы и более произ водительный код. ъ Макроопределение состоит из директивы MACRO, блока из одного или нескольких операторов, которые генерируются при макрорасширениях и директивы ENDM для завершения определения. ъ Код, который генерируется в программе по макрокоманде, представляет собой макрорасширение. ъ Директивы .SALL,.LALL и .XALL позволяют управлять распечаткой комментариев и генерируемого объектного кода в макрорасширении. ъ Директива LOCAL позволяет использовать имена внутри макроопределений. Директива LOCAL кодируется непосредственно после директивы MACRO.

ъ Использование формальных параметров в макроопределении позволяет кодировать параметры, обеспечивающие большую гибкость макросредств. ъ Библиотека макроопределений дает возможность использовать макрокоманды для различных ассемблерных программ. ъ Условные директивы позволяют контролировать параметры макрокоманд.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

20.1. Напишите необходимые директивы: а) для подавления всех команд, которые генерирует макрокоманда и б) для распечатки только команд, генерирующих объектный код. 20.2. Закодируйте два макроопределения для умножения: а) MULTBY должна генерировать код для умножения байта на байт; б) MULTWD должна генерировать код для умножения слова на слово.

Для множителя и множимого используйте в макро определении формальные параметры. Проверьте выполнение макрокоманд на небольшой программе, в которой также определены необходимые области данных. 20.3. Запишите макроопределения из вопроса 20.2 в "макро библиотеку". Исправьте программу для включения элементов библиотеки по директиве INCLUDE в первом проходе ассемблирования. 20.4. Напишите макроопределение BIPRINT, использующей BIOS INT 17H для печати. Макроопределение должно включать проверку состояния принтера и обеспечивать печать любых строк любой длины. 20.5. Измените макроопределение на рис.20.6 для проверки делителя на ноль (для обхода деления).

ГЛАВА 21. Компановка программ

Компановка программ
Цель: Раскрыть технологию программирования, включающую компа новку и выполнение ассемблерных программ.
ВВЕДЕНИЕ

Примеры программ в предыдущих главах состояли из одного шага ассемблирования. Возможно, однако, выполнение програм много модуля, состоящего из нескольких ассемблированных программ. В этом случае программу можно рассматривать, как состоящую из основной программы и одной или более подпрограмм. Причины такой организации программ состоят в следующем:
ъ бывает необходимо скомпановать программы, написанные на
разных языках, например, для объединения мощности языка
высокого уровня и эффективности ассемблера; ъ программа, написанная в виде одного модуля, может
оказаться слишком большой для ассемблирования; ъ отдельные части программы могут быть написаны разными
группами программистов, ассемблирующих свои модули
раздельно; ъ ввиду возможно большого размера выполняемого модуля,
может появиться необходимость перекрытия частей
программы в процессе выполнения.

Каждая программа ассемблируется отдельно и генерирует собственный уникальный объектный (OBJ) модуль. Программа компановщик (LINK) затем компанует объектные модули в один объединенный выполняемый (EXE) модуль. Обычно выполнение начинается с основной программы, которая вызывает одну или более подпрограмм. Подпрограммы, в свою очередь, могут вызывать другие подпрограммы.

На рис.21.1 показаны два примера иерархической структуры основной подпрограммы и трех подпрограмм. На рис. 21.1 (а) основная программы вызывает подпрограммы 1, 2 и 3. На рис. 21.1 (б) основная программа вызывает подпрограммы 1 и 2, а подпрограмма 1 вызывает подпрограмму 3.

Рис.21.1. Иерархия программ.

Существует много разновидностей организации подпрограмм, но любая организация должна быть "понятна" и ассемблеру, и компановщику, и этапу выполнения. Следует быть внимательным к ситуациям, когда, например, под программа 1 вызывает

подпрограмму 2, которая вызывает подпрограмму 3 и, которая в свою очередь вызывает подпрограмму 1. Такой процесс, известный как рекурсия, может использоваться на практике, но при неаккуратном обращении может вызвать любопытные ошибки при выполнении.

МЕЖСЕГМЕНТНЫЕ ВЫЗОВЫ

Команды CALL в предыдущих главах использовались для внутрисегментных вызовов, т.е. для вызовов внутри одного сегмента. Внутрисегментный CALL может быть короткий (в пределах от +127 до -128 байт) или длинный (превышающий указанные границы). В результате такой операции "старое" значение в регистре IP запоминается в стеке, а "новый" адрес перехода загружается в этот регистр.

Например, внутрисегментный CALL может иметь следующий объектный код: E82000. Шест.E8 представляет собой код операции, которая заносит 2000 в виде относительного адреса 0020 в регистр IP. Затем процессор объединяет текущий адрес в регистре CS и относительный адрес в регистре IP для получения адреса следующей выполняемой команды. При возврате из процедуры команда RET восстанавливает из стека старое значение в регистре IP и передает управление таким образом на следующую после CALL команду.

Вызов в другой кодовый сегмент представляет собой межсег ментный (длинный) вызов. Данная операция сначала записывает в стек содержимое регистра CS и заносит в этот регистр адрес другого сегмента, затем записывает в стек значение регистра IP и заносит новый относительный адрес в этот регистр.

Таким образом в стеке запоминаются и адрес кодового сег мента и смещение для последующего возврата из подпрограммы.

Например, межсегментный CALL может состоять из следующего объектного кода:

9A 0002 AF04

Шест.9A представляет собой код команды межсегментного вызова которая записывает значение 0002 в виде 0200 в регистр IP, а значение AF04 в виде 04AF в регистр CS. Комбинация этих адресов указывает на первую выполняемую команду в вызываемой подпрограмме:

Кодовый сегмент 04AF0
Смещение в IP 0200
Действительный адрес 04CF0

При выходе из вызванной процедуры межсегментная команда возврата REP восстанавливает оба адреса в регистрах CS и IP и таким образом передает управление на следующую после CALL команду.

АТРИБУТЫ EXTRN и PUBLIC

Рассмотрим основную программу (MAINPROG), которая вызывает подпрограмму (SUBPROG) с помощью межсегментного CALL, как показано на рис.21.2.

Команда CALL в MAINPROG должна "знать", что SUBPROG существует вне данного сегмента (иначе ассемблер выдаст сообщение о том, что идентификатор SUBPROG не определен). С помощью директивы EXTRN можно указать ассемблеру, что ссылка на SUBPROG имеет атрибут FAR, т.е.определена в другом ассемблерном модуле. Так как сам ассемблер не имеет возможности точно определить такие ссылки, он генерирует "пустой" объектный код для последующего заполнения его при компановке:

```
9A 0000 ---- E
```

Подпрограмма SUBPROG содержит директиву PUBLIC, которая указывает ассемблеру и компановщику, что другой модуль должен "знать" адрес SUBPROG. В последнем шаге, когда оба модуля MAINPROG и SUBPROG будут успешно ассемблированы в объектные модули, они могут быть скомпанованы следующим образом:

```
Запрос компановщика LINK: Ответ:

Object Modules [.OBJ]: B:MAINPROG+B:SUBPROG
Run File [filespec.EXE]: B:COMBPROG (или другое имя)
List File [NUL.MAP]: CON
Libraries [.LIB]: [return]
```

Рис.21.2. Межсегментный вызов.

Компановщик устанавливает соответствия между адресами EXTRN в одном объектном модуле с адресами PUBLIC в другом и заносит необходимые относительные адреса. Затем он объединя ет два объектных модуля в один выполняемый. При невозможнос ти разрешить ссылки компановщик выдает сообщения об ошибках. Следите за этими сообщениями прежде чем пытаться выполнить программу.

Директива EXTRN

Директива EXTRN имеет следующий формат:

```
EXTRN имя:тип [, ... ]
```

Можно определить более одного имени (до конца строки) или закодировать дополнительные директивы EXTRN. В другом ассемблерном модуле соответствующее имя должно быть определено и идентифицировано как PUBLIC. Тип элемента может

быть ABS, BYTE, DWORD, FAR, NEAR, WORD. Имя может быть определено через EQU и должно удовлетворять реальному определению имени.

Директива PUBLIC

Директива PUBLIC указывает ассемблеру и компановщику, что адрес указанного иддентификатора доступен из других программ Директива имеет следующий формат:

PUBLIC идентификатор [, ...]

Можно определить более одного идентификатора (до конца строки) или закодировать дополнительные директивы PUBLIC. Идентификаторы могут быть метками (включая PROC-метки), переменными или числами. Неправильными идентификаторами являются имена регистров и EQU-идентификаторы, определяющие значения более двух байт.

Рассмотрим три различных способа компановки программ.

ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИРЕКТИВ EXTRN и PUBLIC ДЛЯ МЕТОК

Программа на рис.21.3 состоит из основной программы CALLMUL1 и подпрограммы SUBMUL1. В основной программе определены сегменты для стека, данных и кода. В сегменте данных определены поля QTY и PRICE. В кодовом сегменте регистр AX загружается значением PRICE, а регистр BX - значением QTY, после чего происходит вызов подпрограммы. Директива EXTRN в основной программе определяет SUBMUL как точку входа в подпрограмму.

Подпрограмма содержит директиву PUBLIC (после ASSUME), которая указывает компановщику, что точкой входа для выполне ния является метка SUBMUL. Подпрограмма выполняет умножение содержимого регистра AX (цена) на содержимое регистра BX (количество). Результат умножения вырабатывается в регистро вой паре DX:AX в виде шест. 002E 4000.

Так как подпрограмма не определяет каких-либо данных, то ей не требуется сегмент данных. Если бы подпрограмма имела сегмент данных, то только она одна использовала бы свои данные.

Также в подпрограмме не определен стековый сегмент, так как она использует те же стековые адреса, что и основная программа. Таким образом, стек определенный в основной программе является доступным и в подпрогрпмме. Для компанов щика необходимо обнаружить по крайней мере один стек и определение стека в основной программе является достаточным.

Рассмотрим теперь таблицы идтификаторов, вырабатываемые после каждого ассемблирования. Обратите внимание, что SUBMUL в таблице идентификаторов для основной программы имеет атрибуты FAR и External (внешний), а для подпрограммы - F

(для FAR) и Global (глобальный). Этот последний атрибут указывает, что данное имя доступно из вне подпрограммы, т.е. глобально.

Карта компановки (в конце листинга) отражает организацию программы в памяти. Заметьте, что здесь имеются два кодовых сегмента (для каждого ассемблирования) с разными стартовыми адресами. Последовательность расположения кодовых сегментов соответствует последовательности указанных для компа новки объектных модулей (обычно основная программа указывается первой). Таким образом, относительный адрес начала основной программы - шест.00000, а подпрограммы - шест. 00020.

Рис. 21.3. Использование директив EXTRN и PUBLIC.

При трассировке выполнения программы можно обнаружить, что команда CALL SUBMUL имеет объектный код

9A 0000 D413

Машинный код для межсегментного CALL - шест.9A. Эта команда сохраняет в стеке регистр IP и загружает в него значение 0000, сохраняет в стеке значение шест.13D2 из регистра CS и загружает в него шест.D413. Следующая выполняемая команда находится по адресу в регистровой паре CS:IP т.е. 13D40 плюс 0000. Обратите внимание, что основная программа начинается по адресу в регистре CS, содержащему шест.13D2, т.е. адрес 13D20. Из карты компановки видно, что подпрограмма начинает ся по относительному адресу шест.0020. Складывая эти два значения, получим действительный адрес кодового сегмента для подпрограммы:

Адрес в CS 13D20
Смещение в IP 0020
Действительный адрес 13D40

Компановщик определяет это значение точно таким же образом, и подставляет его в операнд команды CALL.

ПРОГРАММА: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИРЕКТИВЫ PUBLIC В КОДОВОМ СЕГМЕНТЕ

Следующий пример на рис.21.4 представляет собой вариант программы на рис.21.3. Имеется одно изменение в основной программе и одно - в подпрограмме. В обоих случаях в директиве SEGMENT используется атрибут PUBLIC:

CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'CODE'

Рис.21.4. Кодовый сегмент, определенный как PUBLIC.

Рассмотрим результирующую карту компановки и ообъектный код команды CALL.

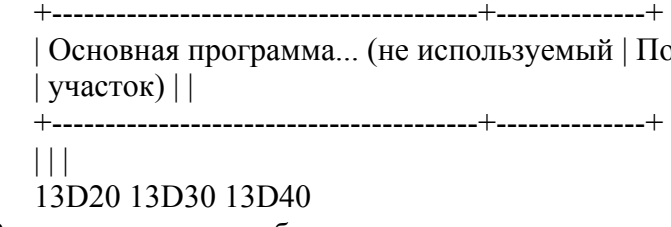
Из таблицы идентификаторов (в конце каждого листинга ассемблирования) следует: обобщенный тип кодового сегмента CODESG - PUBLIC (на рис.21.3 было NONE). Но более интересным является то, что карта компановки в конце листинга показыва ет теперь только один кодовый сегмент! Тот факт, что оба сегмента имеют одни и те же имя (CODESG), класс ('CODE') и атрибут PUBLIC, заставил компановщика объединить два логичес ких кодовых сегмента в один физический кодовый сегмент. Кроме того, при трассировке выполнения программы можно обнаружить, что теперь команда вызова подпрограммы имеет следующий объектный код:

9A 2000 D213

Эта команда заносит шест.2000 в регистр IP и шест. D213 в регистр CS. Так как подпрограмма находится в общем с основной программой кодовом сегменте, то в регистре CS устанавливается тот же стартовый адрес - шест.D213. Но теперь смещение равно шест.0020:

Адрес в CS: 13D20
Смещение в IP: 0020
Действительный адрес: 13D40

Таким образом, кодовый сегмент подпрограммы начинается, очевидно, по адресу шест.13D40. Правильно ли это? Карта компановки не дает ответа на этот вопрос, но можно определить адрес по листингу основной программы, которая заканчивается на смещении шест.0016. Так как кодовый сегмент для подпрограммы определен как SEGMENT, то он должен начинаться на границе параграфа, т.е. его адрес должен нацело делиться на шест.10 или правая цифра адреса должна быть равна 0. Компановщик размещает подпрограмму на ближайшей границе параграфа непосредственно после основной программы - этот относительный адрес равен шест.00020. Поэтому кодовый сегмент подпрограммы начинается по адресу 13D20 плюс 0020 или 13D40.



Рассмотрим, каким образом компановщик согласует данные, определенные в основной программе и имеющие ссылки из подпрограммы.

ПРОГРАММА: ОБЩИЕ ДАННЫЕ В ПОДПРОГРАММЕ

Наличие общих данных предполагает возможность обработки в одном ассемблерном модуле данных, которые определены в другом ассемблерном модуле. Изменим предыдущий пример так, чтобы области QTY и PRICE по-прежнему определялись в основной программе, но загрузка значений из этих областей в регистры BX и AX выполнялась в подпрограмме. Такая программа приведена на рис.21.5. В ней сделаны следующие изменения:

ъ В основной программе имена QTY и PRICE определены как PUBLIC. Сегмент данных также определен с атрибутом PUBLIC. Обратите внимание на атрибут Global (глобаль ный) для QTY и PRICE в таблице идентификаторов.

ъ В подпрограмме имена QTY и PRICE определены как EXTRN и WORD. Такое определение указывает ассемблеру на длину этих полей в 2 байта. Теперь ассемблер сгенерирует правильный код операции для команд MOV, а компановщик установит значения операндов. Заметьте, что имена QTY и PRICE в таблице идентификаторов имеют атрибут External (внешний).

Рис.21.5. Общие данные в подпрограмме.

Команды MOV в листинге подпрограммы имеют следующий вид:

```
A1 0000 E MOV AX,PRICE
8B 1E 0000 E MOV BX,QTY
```

В объектном коде шест.A1 обозначает пересылку слова из памяти в регистр AX, а шест.8B - пересылку слова из памяти в регистр BX (объектный код для операций с регистром AX чаще требует меньшее число байтов, чем с другими регистрами). Трассировка выполнения программы показывает, что компановщик установил в объектном коде следующие операнды:

```
A1 0200
8B 1E 0000
```

Объектный код теперь идентичен коду сгенерированному в преды дущем примере, где команды MOV находились в вызывающей программе. Это логичный результат, так как операнды во всех трех программах базировались по регистру DS и имели одинаковые относительные адреса.

Основная программа и подпрограмма могут определять любые другие элементы данных, но общими являются лишь имеющие атрибуты PUBLIC и EXTRN.

Следуя основным правилам, рассмотренным в данной главе, можно теперь компановать программы, состоящие более чем из двух ассемблерных модулей и обеспечивать доступ к общим

данным из всех модулей. При этом следует предусматривать стек достаточных размеров - в разумных пределах, для больших программ определение 64 слов для стека бывает достаточным.

В главе 23 будет рассмотрены дополнительные свойства сегментов, включая определение более одного сегмента данных и кодового сегмента в одном ассемблерном модуле и использова ние директивы GROUP для объединения сегментов в один общий сегмент.

ПЕРЕДАЧА ПАРАМЕТРОВ

Другим способом обеспечения доступа к данным из вызывае мой подпрограммы является передача параметров. В этом случае вызывающая программа физически передает данные через стек. Каждая команда PUSH должна записывать в стек данные размером в одно слово из памяти или из регистра.

Программа, приведенная на рис.21.6, прежде чем вызвать подпрограмму SUBMUL заносит в стек значения из полей PRICE и QTY. После команды CALL стек выглядит следующим образом:

... | 1600 | D213 | 4001 | 0025 | 0000 | C213 |
6 5 4 3 2 1

1. Инициализирующая команда PUSH DS заносит адрес сегмента в стек. Этот адрес может отличаться в разных версиях DOS. 2. Команда PUSH AX заносит в стек нулевой адрес. 3. Команда PUSH PRICE заносит в стек слово (2500). 4. Команда PUSH QTY заносит в стек слово (0140). 5. Команда CALL заносит в стек содержимое регистра CS (D213) 6. Так как команда CALL представляет здесь межсегментный вызов, то в стек заносится также содержимое регистра IP (1600).

Вызываемая программа использует регистр BP для доступа к параметрам в стеке, но прежде она запоминает содержимое регистра BP, записывая его в стек. В данном случае, предположим, что регистр BP содержит нуль, тогда нулевое слово будет записано в вершине стека (слева).

Затем программа помещает в регистр BP содержимое из регистра SP, так как в качестве индексного регистра может использоваться регистр BP, но не SP. Команда загружает в регистр BP значение 0072. Первоначально регистр SP содержал размер пустого стека, т.е. шест.80. Запись каждого слова в стек уменьшает содержимое SP на 2:

| 0000 | 1600 | D213 | 4001 | 0025 | 0000 |C213 |
| | | | | | |
SP: 72 74 76 78 7A 7C 7E

Так как BP теперь также содержит 0072, то параметр цены (PRICE) будет по адресу BP+8, а параметр количества (QTY) - по адресу BP+6. Программа пересылает эти величины из стека в регистры AX и BX соответственно и выполняет умножение.

Рис.21.6. Передача параметров.

Перед возвратом в вызывающую программу в регистре BP восстанавливается первоначальное значение, а содержимое в регистре SP увеличивается на 2, с 72 до 74.

Последняя команда RET представляет собой "длинный" возврат в вызывающую программу. По этой команде выполняются следующие действия:
ъ Из вершины стека восстанавливается значение регистра IP

(1600). ъ Содержимое регистра SP увеличивается на 2, от 74 до 76. ъ Из новой вершины стека восстанавливается значение

регистра CS (D213). ъ Содержимое регистра SP увеличивается на 2 от 76 до 78.

Таким образом осуществляется корректный возврат в вызываю щую программу. Осталось одно небольшое пояснение. Команда RET закодирована как

RET 4

Параметр 4 представляет собой число байт в стеке использо ванных при передаче параметров (два слова в данном случае). Команда RET прибавит этот параметр к содержимому регистра SP, получив значение 7C. Таким образом, из стека исключаются ненужные больше параметры. Будьте особенно внимательны при восстановлении регистра SP - ошибки могут привести к непред сказуемым результатам.

КОМПАНОВКА ПРОГРАММ НА BASIC-ИНТЕРПРЕТАТОРЕ И АССЕМБЛЕРЕ

В руководстве по языку BASIC для IBM PC приводятся различ ные методы связи BASIC-интерпретатора и программ на ассемблере. Для этого имеются две причины: сделать возможным использование BIOS-прерываний через ассемблерные модули и создать более эффективные программы. Цель данного раздела - дать общий обзор по данному вопросу; повторять здесь технические подробности из руководства по языку BASIC нет необходимости.

Для связи с BASIC ассемблерные программы кодируются, транслируются и компануются отдельно. Выделение памяти для подпрограмм на машинном языке может быть либо внутри, либо вне 64 Кбайтовой области памяти, которой ограничен BASIC. Выбор лежит на программисте.

Существует два способа загрузки машинного кода в память: использование оператора языка BASIC - POKE или объединение скомпанованного модуля с BASIC-программой.

Использование BASIC-оператора POKE.

Хотя это и самый простой способ, но он удобен только для очень коротких подпрограмм. Способ заключается в том, что сначала определяется объектный код ассемблерной программы по LST-файлу или с помощью отладчика DEBUG. Затем шестнадцати ричные значения кодируются непосредственно в BASIC-программе в операторах DATA. После этого с помощью BASIC-оператора READ считывается каждый байт и оператором POKE заносится в память для выполнения.

Компановка ассемблерных модулей.

С большими ассемблерными подпрограммами обычно проще иметь дело, ели они оттранслированы и скомпанованые как выполнимые (EXE) модули. Необходимо организовать BASIC-программу и выполнимый модуль в рабочую программу. При работе с BASIC-программой не забывайте пользоваться командой BSAVE (BASIC save) для сохранения программы и BLOAD - для загрузки ее перед выполнением.

Прежде чем кодировать BASIC- и ассемблерную программы, необходимо решить, каким из двух способов они будут связаны. В языке BASIC возможны два способа: функция USR и оператор CALL. В обоих способах регистры DS, ES и SS на входе содержат указатель на адресное пространство среды BASIC. Регистр CS содержит текущее значение, определенное последним оператором DEF SEG (если он имеется). Стековый указатель SP указывает на стек, состоящий только из восьми слов, так что может потребоваться установка другого стеке в подпрограмме. В последнем случае необходимо на входе сохранить значение указателя текущего стека, а при выходе восстановить его. В обоих случаях при выходе необходимо восстановить значение сегментных регистров и SP и обеспечить возврат в BASIC с помощью межсегментного возврата RET.

Скомпануйте ваш ассемблированный объектный файл так, что бы он находился в старших адресах памяти. Для этого используется параметр HIGH при ответе на второй запрос компа новщика, например, B:имя/HIGH. Затем с помощью отладчика DEBUG необходимо загрузить EXE-подпрограмму и по команде R определить значения в регистрах CS и IP: они показывают на стартовый адрес подпрограммы. Находясь в отладчике укажите имя (команда N) BASIC и загрузите его командой L.

Два способа связи BASIC-программы и EXE-подпрограммы - использование операторов USR или CALL. Работая в отладчике, необходимо определить стартовый адрес EXE-подпрограммы и, затем, указать этот адрес или в операторе USRn или в CALL. В руководстве по языку BASIC для IBM PC детально представлено описание функции USRn и оператора CALL с различными примерами.

Программа: Компановка BASIC и ассемблера.

Рассмотрим теперь простой пример компановки программы для BASIC-интерпретатора и подпрограммы на ассемблере. В этом примере BASIC-программа запрашивает ввод значений времени и расценки и выводит на экран их произведение - размер зарплаты. Цикл FOR-NEXT обеспечивает пятикратное выполнение ввода и затем программа завершается. Пусть BASIC-программа вызывает ассемблерный модуль, который очищает экран.

На рис. 21.7 приведена исходная BASIC-программа и ассемб лерная подпрограмма. Обратите внимание на следующие особен ности BASIC-программы: оператор 10 очищает 32К байт памяти; операторы 20, 30, 40 и 50 временно содержат комментарии.

Позже мы вставим BASIC-операторы для связи с ассемблерным модулем. BASIC-программу можно сразу проверить. Введите команду BASIC и затем наберите все пронумерованные операторы так, как они показаны в примере. Для выполнения программы нажмите F2. Не забудте сохранить текст программы с помощью команды

SAVE "B:BASTEST.BAS"

Обратите внимание на следующие особенности ассемблерной подпрограммы:

- отсутствует определение стека, так как его обеспечивает BASIC; программа не предусмотрена для отдельного выполнения и не может быть выполнена;
- подпрограмма сохраняет в стеке содержимое регистра BP и записывает значение регистра SP в BP;
- подпрограмма выполняет очистку экрана, хотя она может быть изменена для выполнения других операций, таких как прокрутка экрана вверх или вниз или установка курсора.

Рис.21.7. Основная программа на языке BASIC
и подпрограмма на ассемблере.

Все что осталось - это связать эти программы вместе. Следующие действия предполагают, что системная дискета (DOS) находится на дисководе A, а рабочие программы - на дисководе B:

1. Наберите ассемблерную подпрограмму, сохраните ее под
именем B:LINKBAS.ASM и оттранслируйте ее. 2. Используя компановщик LINK, сгенерируйте объектный
модуль, который будет загружаться в старшие адреса
памяти:
LINK B:LINKBAS,B:LINKBAS/HIGH,CON;
3. С помощью отладчика DEBUG загрузите BASIC - компилятор:
DEBUG BASIC.COM.

4. По команде отладчика R выведите на экран содержимое
регистров. Запишите значения в регистрах SS, CS и IP. 5. Теперь установите имя и загрузите скомпанованный
ассемблерный модуль следующими командами:

```
N B:LINKBAS.EXE
L
```

6. По команде R выведите на экран содержимое регистров и
запишите значения в CX, CS и IP. 7. Замените содержимое регистров SS, CS и IP значениями из
шага 4. (Для этого служат команды R SS, R CS и R IP). 8. Введите команду отладчика G (go) для передачи управле
ния в BASIC. На экране должен появиться запрос из
BASIC-программы. 9. Для того, чтобы сохранить ассемблерный модуль, введите
следующие команды (без номеров операторов):

```
DEF SEG = &Hxxxx (значение в CS из шага 6)
BSAVE "B:CLRSCRN.MOD",0,&Hxx (значение в CX из шага 6)
```

Первая команда обеспечивает адрес загрузки модуля в
память для выполнения. Вторая команда идентифицирует
имя модуля, относительную точку входа и размер модуля.
По второй команде система запишет модуль на дисковод B. 10. Теперь необходимо модифицировать BASIC-программу для
компановки. Можно загрузить ее сразу, находясь в
отладчике, но вместо этого наберите команду SYSTEM для
выхода из BASIC и, затем, введите Q для выхода из
отладчика DEBUG. На экране должно появиться приглашение
DOS. 11. Введите команду BASIC, загрузите BASIC-программу и
выведите ее на экран:

```
BASIC
LOAD "B:BASTEST.BAS"
LIST
```

12. Измените операторы 20, 30, 40 и 50 следующим образом:

```
20 BLOAD "B:CLRSCRN.MOD"
30 DEF SEG = &Hxxxx (значение в CS из шага 6)
40 CLRSCRN = 0 (точка входа в подпрограмму)
50 CALL CLRSCRN (вызов подпрограммы)
```

13. Просмотрите, выполните и сохраните измененную BASIC-
программу.

Если BASIC-программа и ассемблерные команды были введены правильно, а также правильно установлены шестнадцатеричные значения из регистров, то связанная программа должна сразу очистить экран и выдать запрос на ввод времени и расценки.

На рис.21.8 приведен протокол всех шагов - но некоторые значения могут отличаться в зависимости от версии операционной системы и размера памяти.

Приведенный пример выбран намеренно простым только для демонстрации компановки. Можно использовать более сложную технологию, используя передачу параметров из BASIC-программы в ассемблерную подпрограмму с помощью оператора

CALL подпрограмма (параметр-1,параметр-2,...)

Рис.21.8. Этапы связи BASIC и ассемблера.

Ассемблерная подпрограмма может получить доступ к этим параметрам, используя регистр BP в виде [BP], как это делалось ранее на рис.21.3. В этом случае необходимо определить операнд в команде RET, соответствующий длине адресов параметров в стеке. Например, если оператор CALL передает три параметра то возврат должен быть закодирован в виде RET 6.

КОМПАНОВКА ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ PASCAL И АССЕМБЛЕРЕ

В данном разделе показано, как можно установить связь между программами на языке PASCAL фирм IBM и MicroSoft с программами на ассемблере. На рис.21.9 приведен пример связи простой PASCAL-программы с ассемблерной подпрограммой. PASCAL-программа скомпилирована для получения OBJ-модуля, а ассемблерная программа оттранслирована также для получения OBJ-модуля. Программа LINK затем компанует вместе эти два OBJ-модуля в один выполнимый EXE-модуль.

В PASCAL-программе определены две переменные: temp_row и temp_col, которые содержат введенные с клавиатуры значения строки и колонки соответственно. Программа передает адреса переменных temp_row и temp_col в виде парамтеров в ассемблерную подпрограмму для установки курсора по этим координатам. PASCAL-программа определяет также имя ассемблерной подпрограммы в операторе procedure как move_cursor и определяет два параметра, как extern (внешние). Оператор в PASCAL-программе, который вызывает ассемблерную программу по имени и передает парметры, имеет следующий вид:

move_cursor (temp_row, temp_col);

Через стек передаются следующие величины: указатель блока вызывающей программы, указатель на сегмент возврата, смещение возврата и адреса двух передаваемых параметров. Ниже показаны смещения для каждого элемента в стеке:

00 Указатель блока вызывающей программы
02 Указатель сегмента возврата

04 Указатель смещения возврата
06 Адрес второго параметра
08 Адрес первого параметра

Так как ассемблерная подпрограмма будет использовать регистр BP, то его необходимо сохранить в стеке для последующего восстановления при возврате в вызывающую PASCAL-программу. Заметьте, что этот шаг в вызываемой подпрограмме аналогичен предыдущему примеру на рис.21.6.

Рис.21.9. Компановка PASCAL-ассемблер.

Регистр SP обычно адресует элементы стека. Но так как этот регистр нельзя использовать в качестве индексного регистра, то после сохранения старого значения регистра BP необходимо переслать адрес из регистра SP в BP. Этот шаг дает возможность использовать регистр BP в качестве индексного регистра для доступа к элементам в стеке.

Следующий шаг - получить доступ к адресам двух параметров в стеке. Первый переданный параметр (адрес строки) находится в стеке по смещению 08, и может быть адресован по BP+08. Второй переданный параметр (адрес столбца) находится в стеке по смещению 06 и может быть адресован по BP+06.

Два адреса из стека должны быть переданы в один из индексных регистров BX, DI или SI. В данном примере адрес строки пересылается из [BP+08] в регистр SI, а затем содержимое из [SI] (значение строки) пересылается в регистр DH.

Значение столбца пересылается аналогичным способом в регистр DL. Затем подпрограмма использует значения строки и столбца в регистре DX при вызове BIOS для установки курсора. При выходе подпрограмма восстанавливает регистр BP. Команда RET имеет операнд, значение которого в два раза больше числа параметров, в данном случае 2x2, или 4. Параметры автома тически выводятся из стека и управление переходит в вызываю щую программу.

Если в подпрограмме предстоит изменить сегментный регистр то необходимо сохранить его значение командой PUSH на входе и восстановить командой POP на выходе. Можно также использо вать стек для передачи величин из подпрограммы в вызывающую программу. Хотя рассмотренная подпрограмма не возвращает каких-либо значений, в языке PASCAL предполагается, что подпрограмма возращает одно слово в регистре AX или двойное слово в регистровой паре DX:AX.

В результате компановки двух программ будет построена карта компановки, в которой первый элемент PASCALL представляет PASCALL-программу, второй элемент CODESEG (имя сегмента кода) представляет ассемблерную подпрограмму. Далее следует несколько подпрограмм для PASCALL-программы. Эта довольно тривиальная программа занимает в результате

шест.5720 байт памяти - более 20К. Компилирующие языки обычно генерируют объектные коды значительно превышающие по объему размеры компилируемой программы.

КОМПАНОВКА ПРОГРАММ НА ЯЗЫКЕ С И АССЕМБЛЕРЕ

Трудность описания связи программ на языке С и ассемблерных программ состоит в том, что различные версии языка С имеют разные соглашения о связях и для более точной информации следует пользоваться руководством по имеющейся версии языка С. Здесь приведем лишь некоторые соображения, представляющие интерес:

ъ Большинство версий языка С обеспечивают передачу параметров через стек в обратной (по сравнению с другими языками) последовательности. Обычно доступ, например, к двум параметрам, передаваемым через стек, осуществляется следующим образом:

```
MOV ES,BP
MOV BP,SP
MOV DH,[BP+4]
MOV DL,[BP+6]
...
POP BP
RET
```

ъ Некоторые версии языка С различают прописные и строчные буквы, поэтому имя ассемблерного модуля должно быть представленно в том же символьном регистре, какой используют для ссылки С-программы.

ъ В некоторых версиях языка С требуется, чтобы ассемб лерные программы, изменяющие регистры DI и SI, записы вали их содержимое в стек при входе и восстанавливали эти значения из стека при выходе.

ъ Ассемблерные программы должны возвращать значения, если это необходимо, в регистре AX (одно слово) или в регистровой паре DX:AX (два слова).

ъ Для некоторых версий языка С, если ассемблерная программа устанавливает флаг DF, то она должна сбросить его командой CLD перед возвратом.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НА ПАМЯТЬ

ъ В основной программе, вызывающей подпрограмму, необходимо определять точку входа как EXTRN, а в подпрограмме - как PUBLIC.

ъ Будьте внимательны при использовании рекурсий, когда подпрограмма 1 вызывает подпрограмму 2, которая в свою очередь вызывает подпрограмму 1.
ъ Если кодовые сегменты необходимо скомпановать в один сегмент, то необходимо определить их с одинаковыми именами, одинаковыми классами и атрибутом PUBLIC.
ъ Для простоты программирования начинайте выполнение с основной программы.
ъ Определение общих данных в основной программе обычно проще (но не обязательно). Основная программа определя ет общие данные как PUBLIC, а подпрограмма (или подпрограммы) - как EXTRN.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

21.1. Предположим, что программа MAINPRO должна вызвать под программу SUBPRO. а) Какая директива в программе MAINPRO указывает ассемблеру, что имя SUBPRO определе но вне ее собственного кода? б) Какая директива в подпрограмме SUBPRO необходима для того, чтобы имя точки входа было доступно в основной программе MAINPRO?

21.2. Предположим, что в программе MAINPRO определены переменные QTY как DB, VALUE как DW и PRICE как DW. Подпрограмма SUBPRO должна разделить VALUE на QTY и записать частное в PRICE. а) Каким образом программа MAINPRO указывает ассемблеру, что три переменные должны быть доступный извне основной программы? б) Каким образом подпрограмма SUBPRO указывает ассемблеру, что три переменные определены в другом модуле?

21.3. На основании вопросов 21.2 и 21.3 постройте работающую программу и проверьте ее.

21.4. Измените программу из предыдущего вопроса так, чтобы программа MAINPRO передавала все три переменные, как параметры. Подпрограмма SUBPRO должна возвращать результат через параметр.

21.5. Теперь предлагаем упражнение, на которое потребуется больше времени. Требуется расширить программу из вопроса 21.4 так, чтобы программа MAINPRO позволяла вводить количество (QTY) и общую стоимость (VALVE) с клавиатуры, подпрограмма SUBCONV преобразовывала ASCII-величины в двоичное представление; подпрограмма SUBCALC вычисляла цену (PRICE); и подпрограмма SUBDISP преобразовывала двоичную цену в ASCII-представление и выводила результат на экран.

ГЛАВА 22. Программный загрузчик

Программный загрузчик
Цель: Раскрыть особенности загрузки выполнимых модулей в память для выполнения.
ВВЕДЕНИЕ

В данной главе описана организация базовой версии DOS и операции, которые выполняет DOS для загрузки выполнимых модулей в память для выполнения. DOS состоит из четырех основных программ, которые обеспечивают конкретные функции:

1. Блок начальной загрузки находится на первом секторе нулевой дорожки дискеты DOS, а также на любом диске, форматированном командой FORMAT /S. Когда вы инициируете систему (предполагается, что DOS расположен на дисководе A или C) происходит автоматическая загрузка с диска в память блока начальной загрузки. Этот блок представляет собой программу, которая затем загружает с диска в память три программы, описанные ниже.
2. Программа IBMBIO.COM обеспечивает интерфейс низкого уровня с программами BIOS в ROM; она загружается в память, начиная с адреса шест.00600. При инициализации программа IBMBIO.COM определяет состояние всех устройств и оборудования, а затем загружает программу COMMAND.COM. Программа IBMBIO.COM управляет операциями ввода-вывода между памятью и внешними устройствами, такими как видеомонитор и диск.
3. Программа IBMDOS.COM обеспечивает интерфейс высокого уровня с программами и загружается в память, начиная с адреса шест.00B00. Эта программа управляет оглавлениями и файлами на диске, блокированием и деблокированием дисковых записей, функциями INT 21H, а также содержит ряд других сервисных функций.
4. Программа COMMAND.COM выполняет различные команды DOS, такие как DIR или CHKDSK, а также выполняет COM, EXE и BAT-программы. Она состоит из трех частей: небольшая резидентная часть, часть инициализации и транзитная часть. Программа COMMAND.COM, подробно расмотренная в следующем разделе, отвечает за загрузку выполняемых программ с диска в память.

На рис.22.1 показана карта распределения памяти. Некото рые элементы могут отличаться в зависимости от модели компьютера.

Начальный Программа
адрес
00000 Векторная таблица прерываний (см.гл.23)
00400 Область связи с ROM (ПЗУ)
00500 Область связи с DOS
00600 IBMBIO.COM
XXXX0 IBMDOS.COM
Буфер каталога
Дисковый буфер
Таблица параметров дисковода или таблица
распределения файлов (FAT, по одной для
каждого дисковода)
XXXX0 Резидентная часть COMMAND.COM
XXXX0 Внешние команды или утилиты (COM или EXE-файлы)
XXXX0 Пользовательский стек для COM-файлов (256 байтов)
XXXX0 Транзитная часть COMMAND.COM, записывается в самые
старшие адреса памяти.

Рис.22.1. Карта распределения DOS в памяти.

КОМАНДНЫЙ ПРОЦЕССОР COMMAND.COM

Система загружает три части программы COMMAND.COM в память во время сеанса работы постоянно или временно. Ниже описано назначение каждой из трех чатей COMMAND.COM:

1. Резидентная часть непосредственно следует за программой IBMDOS.COM (и ее области данных), где она находится на протяжении всего сеанса работы. Резидентная часть обрабатывает все ошибки дисковых операций ввода-вывода и управляет следующими прерываниями:

   INT 22H Адрес программы обработки завершения задачи.
   INT 23H Адрес программы реакции на Ctrl/Break.
   INT 24H Адрес программы реакции на ошибоки дисковых операций чтения/записи или сбойный участок памяти в таблице распределения файлов (FAT).
   INT 27H Завершение работы, после которого программа остается резидентной.

2. Часть инициализации непосредственно следует за резидент ной чатью и содержит средства поддержки AUTOEXEC-файлов. В начале работы системы данная часть первой получает управление. Она выдает запрос на ввод даты и

определяет сегментный адрес, куда система должна загружать программы для выполнения. Ни одна из этих программ инициализации не потребуются больше во время сеанса работы. Поэтому первая же команда вводимая с клавиатуры и вызывающая загрузку некоторой программы с диска перекрывают часть инициализации в памяти.

3. Транзитная часть загружается в самые старшие адреса
памяти. "Транзит" обозначает, что DOS может перекрыть
данную область другими программами, если потребуется.
Транзитная часть программы COMMAND.COM выводит на экран
приглашение DOS A> или C>, вводит и выполняет запросы.
Она содержит настраивающий загрузчик и предназначена
для загрузки COM- или EXE-файлов с диска в память для
выполнения. Если поступил запрос на выполнение
какой-либо программы, то транзитная часть строит
префикс программного сегмента (PSP) непосредственно
вслед за резидентной частью COMMAND.COM. Затем она
загружает запрошенную программу с диска в память по
смещению шест.100 от начала программного сегмента,
устанавливает адреса выхода и передает управление в
загруженную программу. Ниже приведена данная
последовательность:

IBMBIO.COM
IBMDOS.COM
COMMAND.COM (резидент)
Префикс программного сегмента
Выполняемая программа
...
COMMAND.COM (транзитная часть, может быть перекрыта).

Выполнение команды RET или INT 20H в конце программы приводит к возврату в резидентную часть COMMAND.COM. Если транзитная часть была перекрыта, то резидентная часть перезагружает транзитную часть с диска в память.
ПРЕФИКС ПРОГРАММНОГО СЕГМЕНТА

Префикс программного сегмента (PSP) занимает 256 (шест. 100) байт и всегда предшествует в памяти каждой COM- или EXE-программе, которая должна быть выполнена. PSP содержит следующие поля:
00 Команда INT 20H (шест.CD20). 02 Общий размер доступной памяти в формате xxxx0. Напри
мер, 512K указывается как шест.8000 вместо шест.80000. 04 Зарезервировано. 05 Длинный вызов диспетчера функций DOS. OA Адрес подпрограммы завершения. OE Адрес подпрограммы реакции на Ctrl/Break. 12 Адрес подпрограммы реакции на фатальную ошибку. 16 Зарезервировано. 2C Сегментный адрес среды для хранения ASCIIZ строк. 50 Вызов функций DOS (INT 21H и RETF). 5C Параметрическая область 1, форматированная как стандарт
ный неоткрытый блок управления файлов (FCBЭ1).

6C Параметрическая область 2, форматированная как стандарт
ный неоткрытый блок управления файлом (FCBЭ2); перекры
вается, если блок FCBЭ1 открыт. 80-FF Буфер передачи данных (DTA).

Буфер передачи данных DTA

Данная часть PSP начинается по адресу шест.80 и представляет собой буферную область ввода-вывода для текущего дисковода. Она содержит в первом байте число, указывающее сколько раз были нажаты клавиши на клавиатуре непосредственно после ввода имени программы. Начиная со второго байта, находятся введенные символы (если таковые имеются). Далее следует всевозможный "мусор", оставшийся в памяти после работы предыдущей программы. Следующие примеры демонстрируют назначение буфера DTA:

Пример 1. Команда без операндов. Предположим, что вы выз вали программу CALCIT.EXE для выполнения с помощью команды CALCIT [return]. После того, как DOS построит PSP для этой программы, он установит в буфере по адресу шест.80 значение шест.000D. Первый байт содержит число символов, введенных с клавиатуры после имени CALCIT, исключая символ "возврат каретки". Так как кроме клавиши Return не было нажато ни одной, то число символов равно нулю. Второй байт содержит символ возврата каретки, шест.0D. Таким образом, по адресам шест.80 и 81 на ходятся 000D.

Пример 2. Команда с текстовым операндом. Предположим, что после команды был указан текст (но не имя файла), например, COLOR BY, обозначающий вызов программы COLOR и передачу этой программе параметра "BY" для установки голубого цвета на желтом фоне. В этом случае, начиная с адреса шест.80, DOS установит следующие значения байт:

80: 03 20 42 59 0D

Эти байты обозначают длину 3, пробел, "BY" и возврат каретки.

Пример 3. Команда с именем файла в операнде. Программы типа DEL (удаление файла) предполагают после имени программы ввод имени файла в качестве параметра. Если будет введено, например, DEL B:CALCIT.OBJ [return], то PSP, начиная с адресов шест.5C и шест.80, будет содержать:

5C: 02 43 41 4C 43 49 54 20 20 4F 42 4A
C A L C I T O B J
80: 0D 20 42 3A 43 41 4C 43 49 54 2E 4F 42 4A 0D
B : C A L C I T . 0 B J

Начиная с адреса шест.5C, находится неоткрытый блок FCB, содержащий имя файла, который был указан в параметре, CALCIT.OBJ, но не имя выполняемой программы. Первый символ указывает номер дисковода (02=B в данном случае). Следом за CALCIT находятся два пробела, которые дополняют имя файла до восьми символов, и тип файла, OBJ. Если ввести два параметра, например:

```
progname A:FILEA,B:FILEB
```

тогда DOS построит FCB для FILEA по смещению шест.5C и FCB для FILEB по смещению шест.6C.

Начиная с адреса шест.80 в этом случае содержится число введенных символов (длина параметров) - 16, пробел (шест.20) A:FILEA,B:FILEB и символ возврат каретки (OD).

Так как PSP непосредственно предшествует вашей программе, то возможен доступ к области PSP для обработки указанных файлов или для предпринятия определенных действий. Для локализации буфера DTA COM-программа может просто поместить шест.80 в регистр SI и получить доступ следующим образом:

```
MOV SI,80H ;Адрес DTA
CMP BYTE PTR [SI],0 ;В буфере нуль?
JE EXIT
```

Для EXE-программы нельзя с уверенностью утверждать, что кодовый сегмент непосредственно располагается после PSP. Однако, здесь при инициализации регистры DS и ES содержат адрес PSP, так что можно сохранить содержимое регистра ES после загрузки регистра DS:

```
MOV AX,DSEG
MOV DS,AX
MOV SAVEPSP,ES
```

Позже можно использовать сохраненный адрес для доступа к буферу PSP:

```
MOV SI,SAVEPSP
CMP BYTE PTR [SI+ 80H],0 ;В буфере нуль?
JE EXIT
```

DOS версии 3.0 и страше содержит команду INT 62H, загружаю щую в регистр BX адрес текущего PSP, который можно использо вать для доступа к данным в PSP.

ВЫПОЛНЕНИЕ COM-ПРОГРАММЫ

В отличие от EXE-файла, COM-файл не содержит заголовок на диске. Так как организация COM-файла намного проще, то для DOS необходимо "знать" только то, что тип файла - COM.

Как описано выше, загруженным в память COM- и EXE-файлам предшествует префикс программного сегмента. Первые два байта этого префикса содержат команду INT 20H (возврат в DOS). При загрузке COM-программы DOS устанавливает в четырех сегментных регистрах адрес первого байта PSP. Затем устанавливается указатель стека на конец 64 Кбайтового сегмента (шест.FFFE) или на конец памяти, если сегмент не достаточно большой. В вершину стека заносится нулевое слово. В командный указатель помещается шест.100 (размер PSP). После этого управление передается по адресу регистровой пары CS:IP, т.е. на адрес непосредственно после PSP. Этот адрес является началом выполняемой COM-программы и должен содержать выполнимую команду.

При выходе из программы команда RET заносит в регистр IP нулевое слово, которое было записано в вершину стека при инициализации. В этом случае в регистровой паре CS:IP получается адрес первого байта PSP, где находится команда INT 20H. При выполнении этой команды управление передается в резидентную часть COMMAND.COM. (Если программа завершается по команде INT 20H вместо RET, то управление непосредственно передается в COMMAND.COM).

ВЫПОЛНЕНИЕ EXE-ПРОГРАММЫ

EXE-модуль, созданный компановщиком, состоит из следующих двух частей: 1) заголовок - запись, содержащая информацию по управлению и настройке программы и 2) собственно загрузоч ный модуль.

В заголовке находится информация о размере выполняемого модуля, области загрузки в памяти, адресе стека и относитель ных смещениях, которые должны заполнить машинные адреса в соответствии с относительными шест. позициями:

00 Шест.4D5A. Компановщик устанавливает этот код для иден

тификации правильного EXE-файла. 02 Число байтов в последнем блоке EXE-файла. 04 Число 512 байтовых блоков EXE-файла, включая заголо

вок. 06 Число настраиваемых элементов. 08 Число 16-тибайтовых блоков (параграфов) в заголовке,

(необходимо для локализации начала выполняемого модуля,

следующего после заголовка). OA Минимальное число параграфов, которые должны находится

после загруженной программы. OC Переключатель загрузки в младшие или старшие адреса.

При компановке программист должен решить, должна ли его
программа загружаться для выполнения в младшие адреса
памяти или в старшие. Обычным является звгрузка в млад
шие адреса. Значение шест.0000 указывает на загрузку в
старшие адреса, а шест.FFFF - в младшие. Иные значения
определяют максимальное число параграфов, которые
должны находиться после загруженной программы.

0E Относительный адрес сегмента стека в выполняемом
модуле. 10 Адрес, который загрузчик должен поместить в регистр SP
перед передачей управления в выполнимый модуль. 12 Контрольная сумма - сумма всех слов в файле (без учета
переполнений) используется для проверки потери данных. 14 Относительный адрес, который загрузчик должен поместить
в регистр IP до передачи управления в выполняемый
модуль. 16 Относительный адрес кодового сегмента в выполняемом
модуле. Этот адрес загрузчик заносит в регистр CS. 18 Смещение первого настраиваемого элемента в файле. 1A Номер оверлейного фрагмента: нуль обозначает, что заго
ловок относится к резидентной части EXE-файла. 1C Таблица настройки, содержащая переменное число
настраиваемых элементов, соответствующее значению по
смещению 06.

Заголовок имеет минимальный размер 512 байтов и может быть больше, если программа содержит большое число настраи ваемых элементов. Позиция 06 в заголовке указывает число элементов в выполняемом модуле, нуждающихся в настройке. Каждый элемент настройки в таблице, начинающейся в позиции 1C заголовка, состоит из двухбайтовых величин смещений и двухбайтовых сегментных значений.

Система строит префикс программного сегмента следом за резидентной часью COMMAND.COM, которая выполняет операцию загрузки. Затем COMMAND.COM выполняет следующие действия:

ъ Считывает форматированную часть заголовка в память. ъ Вычисляет размер выполнимого модуля (общий размер файла
в позиции 04 минус размер заголовка в позиции 08) и
загружает модуль в память с начала сегмента. ъ Считывает элементы таблицы настройки в рабочую область
и прибавляет значения каждого элемента таблицы к началу
сегмента (позиция 0E). ъ Устанавливает в регистрах SS и SP значения из заголовка
и прибавляет адрес начала сегмента. ъ Устанавливает в регистрах DS и ES сегментный адрес
префикса программного сегмента. ъ Устанавливает в регистре CS адрес PSP и прибавляет вели
чину смещения в заголовке (позиция 16) к регистру CS.
Если сегмент кода непосредственно следует за PSP, то
смещение в заголовке равно 256 (шест.100). Регистровая
пара CS:IP содержит стартовый адрес в кодовом сегменте,
т.е. начальный адрес программы.

После инициализации регистры CS и SS содержат правильные адреса, а регистр DS (и ES) должны быть установлены в программе для их собственных сегментов данных:

```
1. PUSH DS ;Занести адрес PSP в стек
2. SUB AX,AX ;Занести нулевое значение в стек
```

3. PUSH AX ; для обеспечения выхода из программы
4. MOV AX,datasegname ;Установка в регистре DX
5. MOV DS,AX ; адреса сегмента данных

При завершении программы команда RET заносит в регистр IP нулевое значение, которое было помещено в стек в начале выполнения программы. В регистровой паре CS:IP в этом случае получается адрес, который является адресом первого байта PSP, где расположена команда INT 20H. Когда эта команда будет выполнена, управление перейдет в DOS.
ПРИМЕР EXE-ПРОГРАММЫ

Рассмотрим следующую таблицу компановки (MAP) программы:

Start Stop Length Name Class
00000H 0003AH 003BH CSEG CODE
00040H 0005AH 001BH DSEG DATA
00060H 0007FH 0020H STACK STACK
Program entry point at 0000:0000

Таблица MAP содержит относительные (не действительные) адреса каждого из трех сегментов. Символ H после каждого значения указывает на шестнадцатиричный формат. Заметим, что компановщик может организовать эти сегменты в последователь ности отличного от того, как они были закодированы в програм ме.

В соответствии с таблицей MAP кодовый сегмент CSEG нахо дится по адресу 00000 - этот относительный адрес является началом выполняемого модуля. Длина кодового сегмента составляет шест.003B байтов. Следующий сегмент по имени DSEG начинается по адресу шест.00040 и имеет длину шест.001B. Адрес шест.00040 является первым после CSEG адресом, выров ненным на границу параграфа (т.е. это значение кратно шест.10). Последний сегмент, STACK, начинается по адресу шест.00060 - первому после DSEG, адресу выровненному на границу параграфа.

С помощью отладчика DEBUG нельзя проверить содержимое заголовка, так как при загрузке программы для выполнения DOS замещает заголовок префиксом программного сегмента. Однако, на рынке программного обеспечения имеются различные сервис ные утилиты (или можно написать собственную), которые позво ляют просматривать содержимое любого дискового сектора в шестнадцатиричном формате. Заголовок для рассматриваемого примера программы содержит следующую информацию (содержимое слов представлено в обратной последовательности байтов).
00 Шест.4D5A. 02 Число байтов в последнем блоке: 5B00. 04 Число 512 байтовых блоков в файле, включая заголовок:
0200 (шест.0002x512=1024).

06 Число элементов в таблице настройки, находящейся после
форматированной части заголовка: 0100, т.е. 0001. 08 Число 16 байтовых элементов в заголовке: 2000
(шест.0020=32 и 32x16=512). 0C Загрузка в младшие адреса: шест.FFFF. 0E Относительный адрес стекового сегмента: 6000 или шест.
60. 10 Адрес для загрузки в SP: 2000 или шест.20. 14 Смещение для IP: 0000. 16 Смещение для CS: 0000. 18 Смещение для первого настраиваемого элемента: 1E00 или
шест.1E.

После загрузки программы под управлением отладчика DEBUG регистры получают следующие значения:

SP = 0020 DS = 138F ES = 138F
SS = 13A5 CS = 139F IP = 0000

Для EXE-модулей загрузчик устанавливает в регистрах DS и ES адрес префикса программного сегмента, помещенного в доступной области памяти, а в регистрах IP, SS и SP - значения из заголовка программы.

Регистр SP

Загрузчик использует шест.20 из заголовка для инициализа ции указателя стека значением длины стека. В данном примере стек был определен, как 16 DUP (?), т.е. 16 двухбайтовых полей общей длиной 32 (шест.20) байта. Регистр SP указывает на текущую вершину стека.

Регистр CS

В соответствии со значением в регистре DS после загрузки программы, адрес PSP равен шест.138F(0). Так как PSP имеет длину шест.100 байтов, то выполняемый модуль, следующий непо средственно после PSP, находится по адресу шест.138F0+100= 139F0. Это значение устанавливается загрузчиком в регистре CS. Таким образом, регистр CS определяет начальный адрес кодовой части программы (CSEG). С помощью команды D CS:0000 в отладчике DEBUG можно просмотреть в режиме дампа машинный код в памяти. Обратите внимание на идентичность дампа и шестнадцатиричной части ассемблерного LST файла кроме операндов, отмеченных символом R.

Регистр SS

Для установки значения в регистре SS загрузчик также использует информацию из заголовка:

Начальный адрес PSP (см.DS) 138F0
Длина PSP 100

Относительный адрес стека 60
Адрес стека 13A50

Регистр DS

Загрузчик использует регистр DS для установки начального адреса PSP. Так как заголовок не содержит стартового адреса, то регистр DS необходимо инициализировать в программе следую щим образом:

0004 B8 ---- R MOV AX,DSEG
0007 8E D8 MOV DS,AX

Ассемблер оставляет незаполненным машинный адрес сегмента DSEG, который становится элементом таблицы настройки в заго ловке. С помощью отладчика DEBUG можно просмотреть завершен ную команду в следующем виде:

B8 A313
Значение A313 загружается в регистр DS в виде 13A3. В результате имеем

Регистр Адрес Смещение
CS 139F0 00
DS 13A30 40
SS 13A50 60
В качестве упражнения выполните трассировку любой вашей скомпанованной программы под управлением отладчика DEBUG и обратите внимание на изменяющиеся значения в регистрах:

Команда Изменяющиеся регистры
PUSH DS IP и SP
SUB AX,AX IP и AX (если был не нуль)
PUSH AX IP и SP
MOV AX,DSEG IP и AX
MOV DS,AX IP и DS
Регистр DS содержит теперь правильный адрес сегмента данных. Можно использовать теперь команду D DS:00 для просмотра содержимого сегмента данных DSEG и команду D SS:00 для просмотра содержимого стека.
ФУНКЦИИ ЗАГРУЗКИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Рассмотрим теперь, как можно загрузить и выполнить программу из другой программы. Функция шест.4B дает возможность одной программе загрузить другую программу в память и при необходимости выполнить. Для этой функции необходимо загрузить адрес ASCIIZ-строки в регистр DX, а

адрес блока параметров в регистр BX (в действительности в регистровую пару ES:BX). В регистре AL устанавливается номер функции 0 или 3:

AL=0. Загрузка и выполнение. Данная операция устанавлива ет префикс программного сегмента для новой программы, а также адрес подпрограммы реакции на Cntrl/Break и адрес передачи управления на следующую команду после завершения новой программы. Так как все регистры, включая SP, изменяют свои значения, то данная операция не для новичков. Блок параметров, адресуемый по ES:BX, имеет следующий формат:

Смещение Назначение
0 Двухбайтовый сегментный адрес строки
параметров для передачи.
2 Четырехбайтовый указатель на командную строку
в PSP+80H.
6 Четырехбайтовый указатель на блок FCB
в PSP+5CH.
10 Четырехбайтовый указатель на блок FCB
в PSP+6CH.

AL=3. Оверлейная загрузка. Данная операция загружает программу или блок кодов, но не создает PSP и не начинает выполнение. Таким образом можно создавать оверлейные программы. Блок параметров адресуется по регистровой паре ES:BX и имеет следующий формат:

Смещение Назначение
0 Двухбайтовый адрес сегмента для загрузки
файла.
2 Двухбайтовый фактор настройки загрузочного
модуля.

Возможные коды ошибок, возвращаемые в регистре AX: 01, 02, 05, 08, 10 и 11. Программа на рис.22.2 запрашивает DOS выполнить команду DIR для дисковода D. Выполните эту программу, как EXE-модуль. (Автор благодарен журналу PC Magazine за эту идею).

Рис.22.2. Выполнение команды DIR из программы.

ГЛАВА 23. Прерывания BIOS и DOS

Прерывания BIOS и DOS
Цель: Описать функции, доступные через прерывания BIOS и DOS.
ВВЕДЕНИЕ

Прерывание представляет собой операцию, которая приоста навливает выполнение программ для специальных системных действий. Необходимость прерываний обусловлено двумя основными причинами: преднамеренный запрос таких действий, как операции ввода-вывода на различные устройства и непредвиденные программные ошибки (например, переполнение при делении).

Система BIOS (Basic Input/Output System) находится в ROM и управляет всеми прерываниями в системе. В предыдущих главах уже использовались некоторые прерывания для вывода на экран дисковых операций ввода-вывода и печати. В этой главе описаны различные BIOS- и DOS-прерывания, резидентные программы и команды IN и OUT.
ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРЕРЫВАНИЙ

В компьютерах IBM PC ROM находится по адресу FFFF0H. При включении компьютера процессор устанавливает состояние сброса, выполняет контроль четности, устанавливает в регистре CS значение FFFFH, а в регистре IP - нуль. Первая выполняемая команда поэтому находится по адресу FFFF:0 или FFFF0, что является точкой входа в BIOS. BIOS проверяет различные порты компьютера для определения и инициализации подключенных устрой ств. Затем BIOS создает в начале памяти (по адресу 0) таблицу прерываний, которая содержит адреса обработчиков прерываний, и выполняет две операции INT 11H (запрос списка присоединенного оборудования) и INT 12H (запрос размера физической памяти).

Следующим шагом BIOS определяет имеется ли на диске или дискете операционная система DOS. Если обнаружена системная дискета, то BIOS выполняет прерывание INT 19H для доступа к первому сектору диска, содержащему блок начальной загрузки. Этот блок представляет собой программу, которая считывает системные файлы IBMBIO.COM, IBMDOS.COM и COMMAND.COM с диска в память. После этого память имеет следующее распределение:

Таблица векторов прерываний
Данные BIOS
IBMBIO.COM и IBMDOS.COM
Резидентная часть COMMAND.COM

Доступная память для прикладных программ
Транзитная часть COMMAND.COM
Конец RAM (ОЗУ)
ROM BASIC
ROM BIOS

Внешние устройства передают сигнал внимания через контакт INTR в процессор. Процессор реагирует на этот запрос, если флаг прерывания IF установлен в 1 (прерывание разрешено), и (в большинстве случаев) игнорирует запрос, если флаг IF установлен в 0 (прерывание запрещено).

Операнд в команде прерывания, например, INT 12H, содержит тип прерывания, который идентифицирует запрос. Для каждого типа система содержит адрес в таблице векторов прерываний, начинающейся по адресу 0000. Так как в таблице имеется 256 четырехбайтовых элементов, то она занимает первые 1024 байта памяти от шест.0 до шест.3FF. Каждый элемент таблицы указывает на подпрограмму обработки указанного типа прерывания и содержит адрес кодового сегмента и смещение, которые при прерывании устанавливаются в регистры CS и IP соответственно. Список элементов таблицы векторов прерываний приведен на рис. 23.1.

Прерывание заносит в стек содержимое флагового регистра, регистра CS и регистра IP. Например, для прерывания 12H (которое возвращает в регистре AX размер памяти) адрес элемента таблицы равен шест.0048 (шест.12 x 4 = шест.48). Операция выделяет четырехбайтовый элемент по адресу шест. 0048 и заносит два байта в регистр IP и два байта в регистр SS. Адрес, который получается в регистровой паре CS:IP, представляет собой адрес начала подпрограммы в области BIOS, которая получает управление. Возврат из этой подпрограммы осуществляется командой IRET (Interrupt Return), которая восстанавливает флаги и регистры CS и IP из стека и передает управление на команду, следующую за выполненной командой прерывания.

ПРЕРЫВАНИЯ BIOS

В данном разделе представлены основные прерывания BIOS.

INT 05H (Печать экрана). Приводит к передаче содержимого экрана на печатающее устройство. INT 05H применяется для внутренних целей, т.е. из программ, клавиши Ctrl/PrtSc активизируют печать с клавиатуры. Данная операция маскирует прерывания и сохраняет позицию курсора.

Адрес Функция прерыаний
(шест) (шест)
0-3 0 Деление на нуль
4-7 1 Пошаговый режим (трассировка DEBUG)

8-B 2 Немаскированное прерывание (NMI)
C-F 3 Точка останова (используется в DEBUG)
10-13 4 Переполнение регистра
14-17 5 Печать экрана
18-1F 6,7 Зарезервировано
20-23 8 Сигнал от траймера
24-27 9 Сигнал от клавиатуры
28-37 A,B,C,D Используются в компьютерах AT
38-3B E Сигнал от дискетного дисковода
3C-3F F Используется для принтера
40-43 10 Управление дисплеем (см.гл. 8, 9, 10)
44-47 11 Запрос оборудования (см.гл.9)
48-4B 12 Запрос размера памяти (см.гл.2)
4C-4F 13 Дисковые операции ввода-вывода (см.гл.18)
50-53 14 Управление коммуникационным адаптером
54-57 15 Кассетные операции и спец. функции AT
58-5B 16 Ввод с клавиатуры (см.гл.9)
5C-5F 17 Вывод на принтер (см.гл.19)
60-63 18 Обращение к BASIC, встроенному в ROM
64-67 19 Перезапуск системы
68-6B 1A Запрос и установка времени и даты
6C-6F 1B Прерывание от клавиатуры
70-73 1C Прерывание от таймера
74-77 1D Адрес таблицы параметров дисплея
78-7B 1E Адрес таблицы параметров дисковода
7C-7F 1F Адрес таблицы графических символов
80-83 20 Нормальное завершение программы (DOS)
84-87 21 Обращение к функциям DOS
88-8B 22 Адрес обработки завершения задачи (DOS)
8C-8F 23 Адрес реакции по Ctrl/Break (DOS)
90-93 24 Адрес реакции на фатальную ошибку (DOS)
94-97 25 Абсолютное чтение с диска (DOS)
98-9B 26 Абсолютная запись на диск (DOS)
97-9F 27 Создание резидентной программы (DOS)
AO-FF 28-3F Другие функции DOS
100-1FF 40-7F Зарезервировано
200-217 80-85 Зарезервировано для BASIC
218-3C3 86-F0 Используются BASIC-интерпретатором
3C4-3FF F1-FF Зарезервировано

Примечание: Прерывания 00-1F относятся к BIOS, прерывания 20-FF относятся к DOS и BASIC.

Рис.23.1. Таблица адресов прерываний.

ПРЕРЫВАНИЯ BIOS

В данном разделе приведены основные прерывания BIOS.

INT 05H Печать экрана. Выполняет вывод содержимого экрана на печатающее устройство. Команда INT 05H выполняет данную операцию из программы, а нажатие клавишей Ctrl/PrtSc - с клавиатуры. Операция запрещает прерывания и сохраняет позицию курсора.

INT 10H Управление дисплеем. Обеспечивает экранные и кла виатурные операции, детельно описанные в главе 9.

INT 11H Запрос списка присоединенного оборудования. Опре деляет наличие различных устройств в системе, результирующее значение возвращает в регистре AX. При включении компьютера система выполняет эту операцию и сохраняет содержимое AX в памяти по адресу шест.410. Значения битов в регистре AX:

Бит Устройство
15,14 Число подключенных принтеров
13 Последовательный принтер
12 Игровой адаптер
11-9 Число последовательных адаптеров стыка RS232
7,6 Число дискетных дисководов, при бите 0=1:
00=1, 01=2, 10=3 и 11=4
5,4 Начальный видео режим:
00 = неиспользуется
01 = 40x25 плюс цвет
10 = 80x25 плюс цвет
11 = 80x25 черно-белый режим
1 Значение 1 говорит о наличии сопроцессора
0 Значение 1 говорит о наличии одного или более
дисковых устройств и загрузка операционной
системы должна осуществляться с диска

INT 12H Запрос размера физической памяти. Возвращает в регистре AX размер памяти в килобайтах, например, шест.200 соответствует памяти в 512 К. Данная операция полезна для выравнивания размера программы в соответствии с доступной памятью.

INT 13H Дисковые операции ввода-вывода. Обеспечивает опе рации ввода-вывода для дискет и винчестера, рассмотренные в главе 16.

INT 14H Управление коммуникационным адаптером. Обеспечи вает последовательный ввод-вывод через коммуникационный порт RS232. Регистр DX должен содержать номер (0 или 1) адаптера стыка RS232. Четыре типа операции, определяемые регистром AH, выполняют прием и передачу символов и возвращают в регистре AX байт состояния коммуникационного порта.

INT 15H Кассетные операции ввода-вывода и специальные функции для компьютеров AT. Обеспечивает операции ввода- вывода для касетного магнитофона, а также расширенные операции для компьютеров AT.

INT 16H Ввод с клавиатуры. Обеспечивает три типа команд ввода с клавиатуры, подробно описанные в главе 9.

INT 17H Вывод на принтер. Обеспечивает вывод данных на пе чатающее устройство. Подробно рассмотрено в главе 19.

INT 18H Обращение к BASIC, встроенному в ROM. Вызывает BASIC-интерпретатор, находящийся в постоянной памяти ROM.

INT 19H Перезапуск системы. Данная операция при доступном диске считывает сектор 1 с дорожки 0 в область начальной загрузки в памяти (сегмент 0, смещение 7C00) и передает управление по этому адресу. Если дисковод не доступен, то операция передает управление через INT 18H в ROM BASIC. Данная операция не очищает экран и не инициализирует данные в ROM BASIC, поэтому ее можно использовать из программы.

INT 1AH Запрос и установка текущего времени и даты. Считы вает и записывает показание часов в соответствии со значением в регистре AH. Для определения продолжительности выполнения программы можно перед началом выполнения установить часы в 0, а после считать текущее время. Отсчет времени идет примерно 18,2 раза в секунду. Значение в регистре AH соответствует следующим операциям:

AH=00 Запрос времени. В регистре CX устанавливается стар шая часть значения, а в регистре DX - младшая. Если после последнего запроса прошло 24 часа, то в регистре AL будет не нулевое значение.

AH=01 Установка времени. Время устанавливается по регист рам CX (старшая часть значения) и DX (младшая часть значе ния).

Коды 02 и 06 управляют временем и датой для AT.

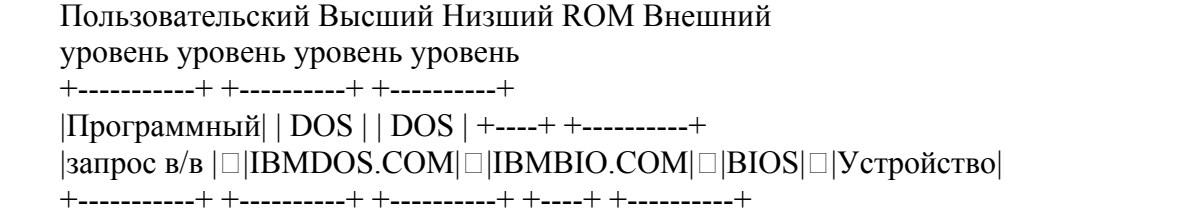
INT 1FH Адрес таблицы графических символов. В графическом режиме имеется доступ к символам с кодами 128-255 в 1K таблице, содержащей по восемь байт на каждый символ. Прямой доступ в графическом режиме обеспечивается только к первым 128 ASCII-символам (от 0 до 127).

ПРЕРЫВАНИЯ DOS

Во время своей работы BIOS использует два модуля DOS: IBMBIO.COM и IBMDOS.COM. Так как модули DOS обеспечивают большое количество разных дополнительных проверок, то операция DOS обычно проще в использовании и менее машинно зависимы, чем их BIOS аналоги.

Модуль IBMBIO.COM обеспечивает интерфейс с BIOS низкого уровня. Эта программа выполняет управление вводом-выводом при чтении данных из внешних устройств в память и записи из памяти на внешние устройства.

Модуль IBMDOS.COM содержит средства управления файлами и ряд сервисных функций, таких как блокирование и деблокиро вание записей. Когда пользовательская программа выдает запрос INT 21H, то в программу IBMDOS через регистры передается определенная информация. Затем программа IBMDOS транслирует эту информацию в один или несколько вызовов IBMBIO, которая в свою очередь вызывает BIOS. Указанные связи приведены на следующей схеме:



Как показано выше, прерывания от шест.20 до шест.62 зарезервированы для операций DOS. Ниже приведены наиболее основные из них:

INT 20H Завершение программы. Запрос завершает выполнение программы и передает управление в DOS. Данный запрос обычно находится в основной процедуре.

INT 21H Запрос функций DOS. Основная операция DOS, вызыва ющая определенную функцию в соответствии с кодом в регистре AH. Назначение функций DOS описано в следующем разделе.

INT 22H Адрес подпрограммы обработки завершения задачи. (см.INT 24H).

INT 23H Адрес подпрограммы реакции на Ctrl/Break. (см.INT 24H).

INT 24H Адрес подпрограммы реакции на фатальную ошибку. В этом элементе и в двух предыдущих содержатся адреса, которые инициализируются системой в префиксе программного сегмента и, которые можно изменить для своих целей. Подробности приве дены в техническом описании DOS.

INT 25H Абсолютное чтение с диска. См.гл.17.

INT 26H Абсолютная запись на диск. См.гл.17.

INT 27H Завершение программы, оставляющее ее резедентной. Позволяет сохранить COM-программу в памяти. Подробно данная операция рассмотренна в последующем разделе "Резиденные прогарммы".

ФУНКЦИИ ПРЕРЫВАНИЯ DOS INT 21H

Ниже приведены базовые функции для прерывания DOS INT 21H. Код функции устанавливается в регистре AH:

00 Завершение программы (аналогично INT 20H).
01 Ввод символа с клавиатуры с эхом на экран.
02 Вывод символа на экран.
03 Ввод символа из асинх. коммуникационного канала.
04 Вывод символа на асинх. коммуникационный канал.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Коды ASCII-символов

Ниже представлены первые 128 символов ASCII-кода. В руко водстве по языку BASIC приведены остальные 128 символов. На помним, что шест.20 представляет стандартный символ пробела.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Шестнадцатерично-десятичные преобразования

В данном приложении представлены приемы преобразования между шестнадцатеричным и десятичным форматами. В первом разделе показан пример преобразования шест. A7B8 в десятичное 42936, а во втором - 42936 обратно в шест. A7B8.

Преобразование шестнадцатеричного формата в десятичный

Для перевода шест. A7B8 в десятичное число необходимо последовательно, начиная с самой левой шест. цифры (A), умножать на 16 и складывать со следующей цифрой. Так как операции выполняются в десятичном формате, то шест. числа от A до F необходимо преобразовать в десятичные от 10 до 15.

Первая цифра: A (10) 10
Умножить на 16 *16
160
Прибавить следующую цифру, 7 7
167
Умножить на 16 *16
2672
Прибавить следующую цифру, B (11) 11
2683
Умножить на 16 *16
42928
Прибавить следующую цифру, 8 8
Десятичное значение 42936

Можно использовать также таблицу преобразования. Для шест. числа A7B8 представим правую цифру (8) как позицию 1, следующую влево цифру (B) как позицию 2, следующую цифру (7) как позицию 3 и самую левую цифру (A) как позицию 4. Из таблицы B-1 выберем значения для каждой шест. цифры:

Для позиции 1 (8), столбец 1 8
Для позиции 1 (8), столбец 1 176

Для позиции 1 (8), столбец 1 1792
Для позиции 1 (8), столбец 1 40960

Десятичное значение 42936

Преобразование десятичного формата в шестнадцатеричный

Для преобразования десятичного числа 42936 в шестнадцате ричный формат необходимо сначала исходное число 42936 разделить на 16; число, получившееся в остатке, (6) является младшей шестнадцатеричной цифрой. Затем полученное частное необходимо снова разделить на 16 и полученный остаток (11 или B) дает следующую влево шестнадцатеричную цифру. Продол жая таким образом деления до тех пор, пока в частном не получится 0, получим из остатков все необходимые шестнадцате ричные цифры.

Частное Остаток Шест.
42936 / 16 2683 8 8 (младшая цифра)
2683 / 16 167 11 B
167 / 16 10 7 7
10 / 16 0 10 A (старшая цифра)

Для преобразования чисел из десятичного формата в шестнад цатеричный можно также воспользоваться таблицей B-1. Для десятичного числа 42936 необходимо найти в таблице число равное или ближайшее меньшее исходному, и записать соот ветствующую шестнадцатеричную цифру и ее позицию. Затем следует вычесть найденное десятичное число из 42936 и с полу ченной разностью проделать проделать ту же операцию:

Дес. Шест.
Исходное десятичное число 42936
Вычесть ближайшее меньшее 40960 A000
Разность 1976
Вычесть ближайшее меньшее 1792 700
Разность 184
Вычесть ближайшее меньшее 176 B0
Разность 8 8
Результирующее шест. число 7 A7B8

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Зарезервированные слова

Большинство из следующих зарезервированных слов при ис пользовании их для определении элементов данных могут привес ти к ошибкам ассемблирования (в ряде случаев - к весьма грубым):
Имена регистров

AH BH CH DH CS SS BP
AL BL CL DL DS SI SP

AX BX CX DX ES DI

Мнемокоды

AAA DIV JLE JS OR SBB
AAD ESC JMP JZ OUT SCAS
AAM HLT JNA LAHF POP SHL
AAS IDIV JNAE LDS POPF SHR
ADC IMUL JNB LEA PUSH STC
ADD IN JNBE LES PUSHF STD
AND INC JNE LOCK RCL STI
CALL INT JNG LODS RCR STOS
CBW INTO JNGE LOOP REP SUB
CLC IRET JNL LOOPE REPE TEST
CLD JA JNLE LOOPNE REPNE WAIT
CLI JAE JNO LOOPNZ REPNZ XCHG
CMC JB JNP LOOPZ REPZ XLAT
CMP JBE JNS MOV RET XOR
CMPS JCXZ JNZ MOVS ROL
CWD JE JO MUL ROR
DAA JG JP NEG SAHF
DAS JGE JPE NOP SAL
DEC JL JPO NOT SAR

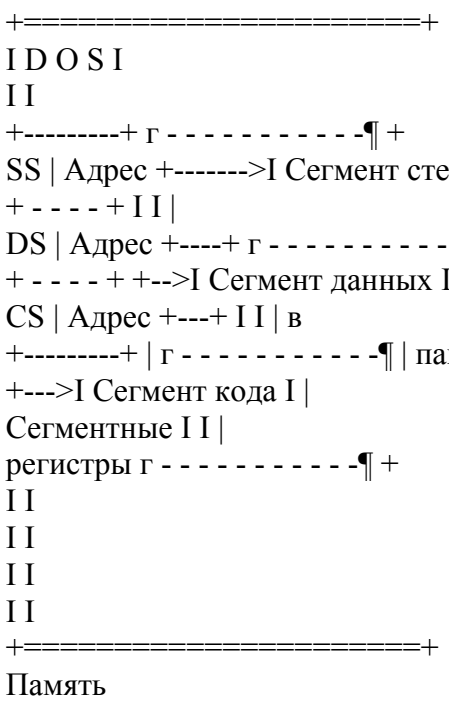
Директивы ассемблера

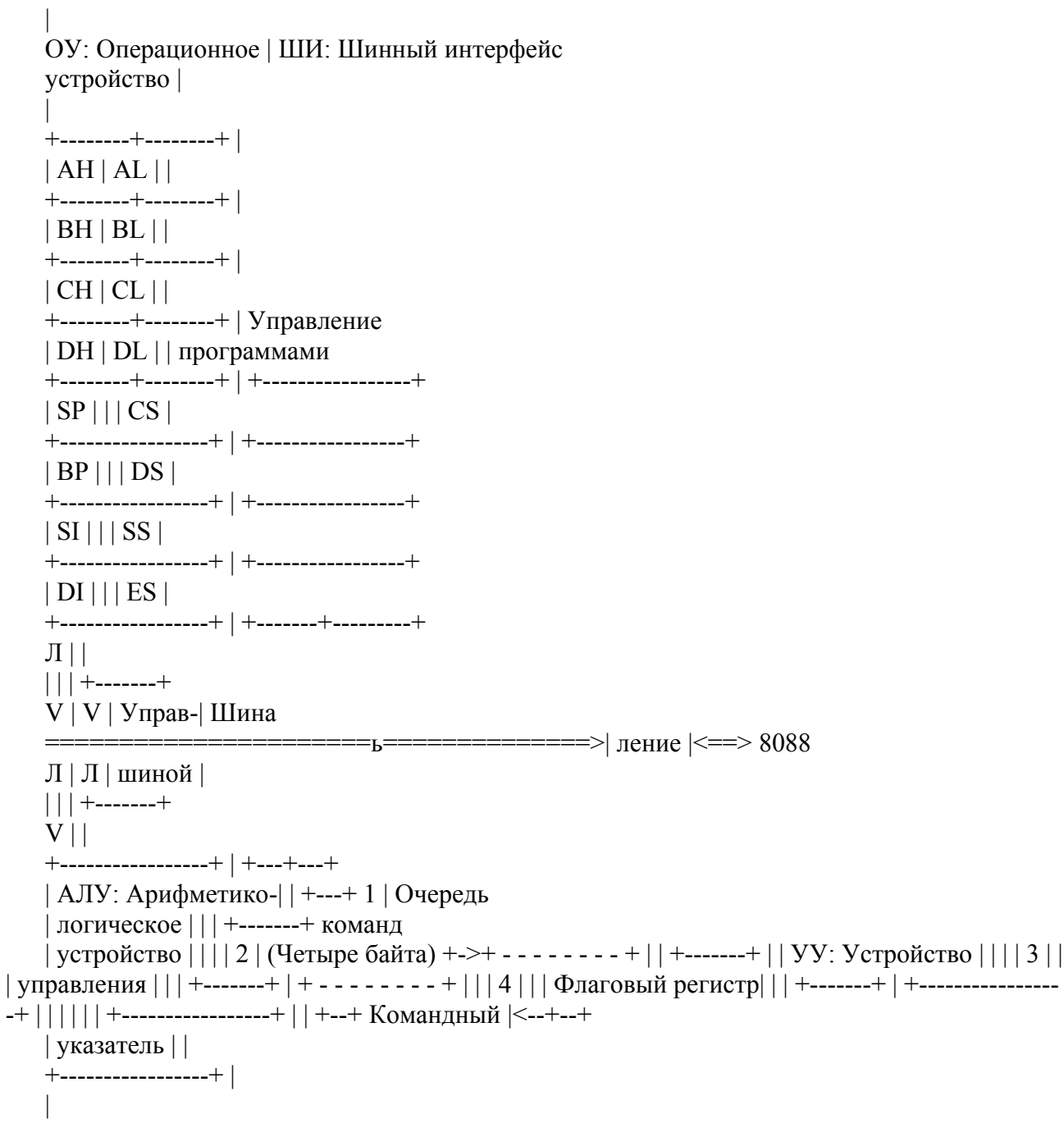
ASSUME END EXTRN IFNB LOCAL PURGE COMMENT ENDIF GROUP IFNDEF MACRO RECORD DB ENDM IF IF1 NAME REPT DD ENDP IFB IF2 ORG SEGMENT DQ ENDS IFDEF INCLUDE OUT STRUC DT EQU IFDIF IRP PAGE SUBTTL DW EVEN IFE IRPC PROC TITLE ELSE EXITM IFIDN LABEL PUBLIC

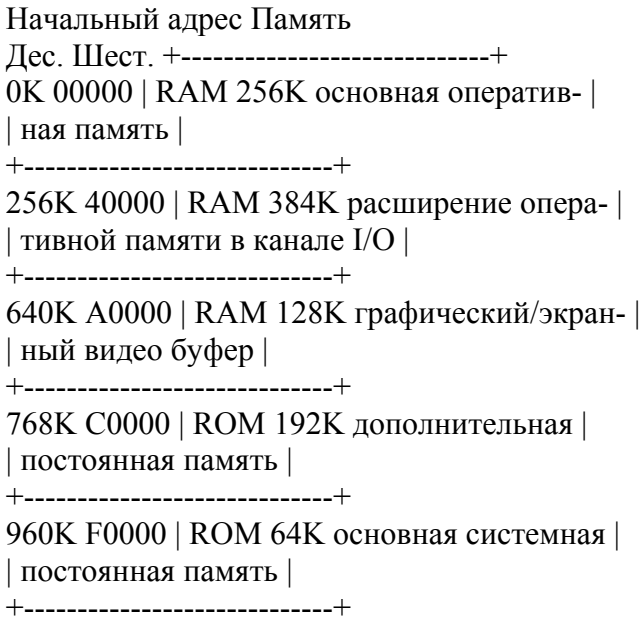
Прочие элементы языка

BYTE FAR LENGTH MOD PRT THIS COMMENT GE LINE NE SEG TYPE CON GT LT NEAR SHORT WIDTH DUP HIGH LOW NOTHING SIZE WORD EQ LE MASK OFFSET STACK

Двоич. Дес. Шест. Двоич. Дес. Шест.
0000 0 0 1000 8 8 0001 1 1 1001 9 9 0010 2 2 1010 10 A 0011 3 3 1011 11 B 0100 4 4 1100 12 C
0101 5 5 1101 13 D 0110 6 6 1110 14 E 0111 7 7 1111 15 F




ОУ: Операционное устройство
ШИ: Шинный интерфейс
AH
AL
BH
BL
CH
CL
DH
DL
SP
CS
BP
DS
SI
SS
DI
ES
Управление программами
Управ-ление
Шина
8088
АЛУ: Арифметико-логическое устройство
Очередь команд
(Четыре байта)
УУ: Устройство управления
Флаговый регистр
Командный указатель
1
2
3
4


Начальный адрес Память
Дес. Шест. +----------+
0K 00000 | RAM 256K основная оператив- |
| ная память |
+----------+
256K 40000 | RAM 384K расширение опера- |
| тивной памяти в канале I/O |
+----------+
640K A0000 | RAM 128K графический/экран- |
| ный видео буфер |
+----------+
768K C0000 | ROM 192K дополнительная |
| постоянная память |
+----------+
960K F0000 | ROM 64K основная системная |
| постоянная память |
+----------+

```
D>DEBUG -E CS:100 B8 23 01 05 25 00 -E CS:106 8B D8 03 D8 8B CB -E CS:10C 2B C8 2B C0
90 CB -R AX=0000 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=13C6 ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0100 NV UP EI PL NZ NA PO NC 13C6:0100 B8230
MOV AX,0123 -T
AX=0123 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0103 NV UP EI PL NZ NA PO NC 13C6:0103 052500 ADD
AX,0025 -T
AX=0148 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0106 NV UP EI PL NZ NA PE NC 13C6:0106 8BD8 MOV
BX,AX -T
AX=0148 BX=0148 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0108 NV UP EI PL NZ NA PO NC 13C6:0108 03D8 ADD
BX,AX -T
AX=0148 BX=0290 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=010A NV UP EI PL NZ AC PO NC 13C6:010A 8BCB MOV
CX,BX -T
AX=0148 BX=0290 CX=0290 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=010C NV UP EI PL NZ AC PO NC 13C6:010C 2BC8 SUB
CX,AX -T
AX=0148 BX=0290 CX=0148 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0100 NV UP EI PL NZ AC PO NC 13C6:010E 2BC0 SUB
AX,AX -T
AX=0000 BX=0290 CX=0148 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0110 NV UP EI PL ZR NA PO NC 13C6:0110 90 NOP -T
AX=0000 BX=0290 CX=0148 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0111 NV UP EI PL ZR NA PO NC 13C6:0111 CB RETF -
```

```
-D CS:100 13C6:0100 B8 23 01 05 25 00 8B D8-03 D8 8B CB 2B C8 2B C0 .#..%.....+.+.
13C6:0110 90 CB 8D 46 14 50 51 52-FF 76 28 E8 74 00 8B E5 ...F.PQR.v(.t...
13C6:0120 B8 01 00 50 FF 76 32 FF-76 30 FF 76 2E FF 76 28 ...P.v2.v0.v..v(
13C6:0130 E8 88 15 8B E5 BF 36 18-12 FF 36 16 12 8B 76 28 ......6...6...v(
13C6:0140 FF 74 3A 89 46 06 E8 22-CE 8B E5 30 E4 3D 0A 00 .t:.F.."...0.=..
13C6:0150 75 32 A1 16 12 2D 01 00-8B 1E 18 12 83 DB 00 53 u2...-.........S
13C6:0160 50 8B 76 28 FF 74 3A A3-16 12 89 1E 18 12 E8 FA P.v(.t:.........
13C6:0170 CD 8B E5 30 E4 3D 0D 00-74 0A 83 06 16 12 01 83 ...0.=..t.......
-Q
```

```
D>DEBUG -E DS:23 01 25 00 00 -E DS:2A 2A 2A -E CS:100 A1 00 00 03 06 02 00 -E CS:107 A3
04 00 CB -D DS:0 13C6:0000 23 01 25 00 00 9A 2A 2A-2A F0 F5 02 2C 10 2E 03 #.%...***...,...
13C6:0010 2C 10 BD 02 2C 10 B1 0D-01 03 01 00 02 FF FF FF ,...,..... 13C6:0020 FF FF FF
FF FF FF FF FF-FF FF FF FF EF 0F 64 00 ..............d. 13C6:0030 61 13 14 00 18 00 C7 13-FF FF
FF FF 00 00 00 00 a..... 13C6:0040 00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00
..... 13C6:0050 CD 21 CB 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 20 20 20 .!..... 13C6:0060 20 20
20 20 20 20 20 20 00 00 00 00 00 20 20 20 ..... 13C6:0070 20 20 20 20 20 20 20 20-00 00 00 00 00
00 00 00 ..... -R AX=0000 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000
DS=13C6 ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0100 NV UP EI PL NZ NA PO NC 13C6:0100
A10000 MOV AX,[0000] DS:0000=0123 -T
AX=0123 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0103 NV UP EI PL NZ NA PO NC 13C6:0103 03060200 ADD
AX,[0002] DS:0002=0025 -T
AX=0148 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0107 NV UP EI PL NZ NA PE NC 13C6:0107 A30400 MOV
[0004],AX DS:0004=9A00 -T
AX=0148 BX=0000 CX=0000 DX=0000 SP=FFEE BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=13C6
ES=13C6 SS=13C6 CS=13C6 IP=0108 NV UP EI PL NZ NA PO NC 13C6:010A CB RETF -D
DS:0 13C6:0000 23 01 25 00 00 9A 2A 2A-2A F0 F5 02 2C 10 2E 03 #.%...***...,... 13C6:0010 2C
10 BD 02 2C 10 B1 0D-01 03 01 00 02 FF FF FF ,...,..... 13C6:0020 FF FF FF FF FF FF FF FF-
FF FF FF FF EF 0F 64 00 ..............d. 13C6:0030 61 13 14 00 18 00 C7 13-FF FF FF FF 00 00 00 00
a..... 13C6:0040 00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00 ..... 13C6:0050 CD
21 CB 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 20 20 20 .!..... 13C6:0060 20 20 20 20 20 20 20 20 00 00
00 00 00 20 20 20 ..... 13C6:0070 20 20 20 20 20 20 20 20-00 00 00 00 00 00 00 00 ..... -Q
```

```
CODESG SEGMENT PARA 'CODE'
BEGIN PROC FAR
1. ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKG
2. PUSH DS ;Записать DS в стек
3. SUB AX,AX ;Установить ноль в AX
PUSH AX ;Записать ноль в стек
```

```
    4. MOV AX,DATASG ;Занести адрес
    MOV DS,AX ; DATASG в DS
    .
    .
    .
    5. RET ;Возврат в DOS
    BEGIN ENDP
    CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE EXASM1 (EXE) Пример регистровых операций ;-----------------------------
------------------- STACKSG SEGMENT PARA SACK 'Stack'
    DB 12 DUP('STACKSEG') STACKSG ENDS ;-----------------------------------------------
CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME SS:STACKSG,CS:CODESG,DS:NOTHING
    PUSH DS ;Записать DS в стек
    SUB AX,AX ;Записать ноль
    PUSH AX ; в стек

    MOV AX,0123H ;Записать шест.0123 в AX
    ADD AX,0025H ;Прибавить шест.25 к AX
    MOV BX,AX ;Переслать AX в BX
    ADD BX,AX ;Прибавить BX к AX
    MOV CX,BX ;Переслать BX в CX
    SUB CX,AX ;Вычесть AX из CX
    SUB AX,AX ;Очистить AX
    NOP
    RET ;Возврат в DOS BEGIN ENDP ;Конец процедуры
CODESG ENDS ;Конец сегмента
    END BEGIN ;Конец программы
```

```
1 page 60,132 2 TITLE EXASM1 (EXE) Пример регистровых операций 3 ;-------------------------
------------------- 4 0000 STACKSG SEGMENT PARA SACK 'Stack' 5 0000 0C [ DB 12
DUP('STACKSEG') 6 53 54 41 43 7 4B 53 45 47 8 ] 9 10 0060 STACKSG ENDS 11 ;----------------
-------------------------------- 12 0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code' 13 0000 BEGIN PROC
FAR 14 ASSUME SS:STACKSG,CS:CODESG,DS:NOTHING 15 0000 1E PUSH DS ;Записать
DS в стек 16 0001 2B C0 SUB AX,AX ;Записать ноль 17 0003 50 PUSH AX ; в стек 18 19 0004
B8 0123 MOV AX,0123H ;Записать шест.0123 в AX 20 0007 05 0025 ADD AX,0025H
;Прибавить шест.25 к AX 21 000A 8B D8 MOV BX,AX ;Переслать AX в BX 22 000C 03 D8
ADD BX,AX ;Прибавить BX к AX 23 000E 8B CB MOV CX,BX ;Переслать BX в CX 24 0010
2B C8 SUB CX,AX ;Вычесть AX из CX 25 0012 2B C0 SUB AX,AX ;Очистить AX 26 0014 90
NOP 27 0015 CB RET ;Возврат в DOS 28 0016 BEGIN ENDP ;Конец процедуры 29 30 0016
CODESG ENDS ;Конец сегмента 31 END BEGIN ;Конец программы
```

```
Segments and Groups:
N a m e Size Align Combine Class
CODESG . . . . . 0016 PARA NONE 'CODE'
STACKSG. . . . . 0060 PARA STACK 'STACK'

Symbols:
N a m e Type Value Attr
BEGIN. . . . . F PROC 0000 CODESG Length=0016
```

```
1 page 60,132 2 TITLE EXASM2 (EXE) Операции пересылки и сложения 3 ;---------- 4 0000 STACKSG SEGMENT PARA SACK 'Stack' 5 0000 20 [ DB 32 DUP(?) 6 ???? 7 ] 8 9 0040 STACKSG ENDS 10 ;---------- 11 0000 DATASG SEGMENT PARA 'Data' 12 0000 00FA FLDA DW 250 13 0002 007D FLDB DW 125 14 0004 ???? FLDC DW ? 15 0006 DATASG ENDS 16 ;---------- 17 0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code' 18 0000 BEGIN PROC FAR 19 ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:NOTHING 20 0000 1E PUSH DS ;Записать DS в стек 21 0001 2B C0 SUB AX,AX ;Записать в стек 22 0003 50 PUSH AX ; нулевой адрес
    23 0004 B8 ---- R MOV AX,DATASG ;Поместить адрес DATASG 24 0007 8E D8 MOV DS,AX ; в регистр DS 25 26 0009 A1 0000 R MOV AX,FLDA ;Переслать 0250 в AX 27 000C 03 06 0002 R ADD AX,FLDB ;Прибавить 0125 к AX 28 0010 A3 0004 R MOV FLDC,AX ;Записать сумму в FLDC
    29 0013 CB RET ;Вернуться в DOS 30 0014 BEGIN ENDP 31 0014 CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
Segments and Groups:
N a m e Size Align Combine Class
CODESG . . . . . 0014 PARA NONE 'CODE'
DATASG . . . . . 0006 PARA NONE 'DATA'
STACKSG. . . . . 0040 PARA STACK 'STACK'

Symbols:
N a m e Type Value Attr
BEGIN. . . . . F PROC 0000 CODESG Length=0014
FLDA . . . . . L WORD 0000 DATASG
FLDB . . . . . L WORD 0002 DATASG
FLDC . . . . . L WORD 0004 DATASG
```

EXASM2 (EXE) Операции пересылки и сложения

Symbol Cross Reference (# is definition) Cref-1

BEGIN. . . . . 18# 30 32

CODE 17
CODESG . . . . . 17# 19 31

DATA 11
DATASG . . . . . 11# 15 19 23

FLDA . . . . . 12# 26
FLDB . . . . . 13# 27
FLDC . . . . . 14# 28

STACK. 4
STACKSG. . . . . 4# 9 19

10 Symbols

```
page 60,132
TITLE EXDEF (EXE) Определение данных
0000 DATASG SEGMENT PARA 'Data'

; Определение байта - DB:
; ----------------------
0000 ?? FLD1DB DB ? ;Неинициализирован
0001 50 65 72 73 6F 6E FLD2DB DB 'Personal Computer' ;Сим. строка
61 6C 20 43 6F 6D
70 75 74 65 72
0012 20 FLD3DB DB 32 ;Десятичная константа
0013 20 FLD4DB DB 20H ;Шест. константа
0014 59 FLD5DB DB 01011001B ;Двоичная константа
0015 01 4A 41 4E 02 46 FLD6DB DB 01,'JAN',02,'FEB',03,'MAR' ;Таблица
45 42 03 4D 41 52
0021 33 32 36 35 34 FLD7DB DB '32654' ;Символьные числа
0026 0A [ 00 ] FLD8DB DB 10 DUP(0) ;Десять нулей

; Определение слова - DW:
; ----------------------
0030 FFF0 FLD1DW DW 0FFF0H ;Шест. константа
0032 0059 FLD2DW DW 01011001B ;Двоичная константа
0034 0021 R FLD3DW DW FLD7DB ;Адресная константа
0036 0003 0004 0007 FLD4DW DW 3,4,7,8,9 ;Пять констант
0008 0009
0040 05 [ 0000 ] FLD5DW DW 5 DUP(0) ;Пять нулей

; Определение двойного слова - DD:
; -------------------------------
004A ???????? FLD1DD DD ? ;Неинициализировано
004E 43 50 00 00 FLD2DD DD 'PC' ;Символьная строка
0052 3C 7F 00 00 FLD3DD DD 32572 ;Десятичное значение
0056 11 00 00 00 FLD4DD DD FLD3DB - FLD2DB ;Разность адресов
005A 0E 00 00 00 31 00 FLD5DD DD 14,49 ;Две константы
00 00
; Определение учетверенного слова - DQ:
; -----------------------------------
0062 ???????????????? FLD1DQ DQ ? ;Неинициализировано
006A 47 4D 00 00 00 00 FLD2DQ DQ 04D47H ;Шест. константа
00 00
0072 3C 7F 00 00 00 00 FLD3DQ DQ 32572 ;Десятич. константа
00 00
; Определение десяти байт - DT:
; ----------------------------
007A ????????????????? FLD1DT DT ? ;Неинициализировано
```

```
??
0084 43 50 00 00 00 00 FLD2DT DT 'PC' ;Символьная строка
00 00 00 00

008E DATASG ENDS
END
```

```
Segments and Groups:
N a m e Size Align Combine Class
DATASG . . . . . . . . . . . . 008E PARA NONE 'DATA'

Symbols:
N a m e Type Value Attr
FLD1DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0000 DATASG
FLD1DD . . . . . . . . . . . . L DWORD 004A DATASG
FLD1DQ . . . . . . . . . . . . L QWORD 0062 DATASG
FLD1DT . . . . . . . . . . . . L TBYTE 007A DATASG
FLD1DW . . . . . . . . . . . . L WORD 0030 DATASG
FLD2DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0001 DATASG
FLD2DD . . . . . . . . . . . . L DWORD 004E DATASG
FLD2DQ . . . . . . . . . . . . L QWORD 006A DATASG
FLD2DT . . . . . . . . . . . . L TBYTE 0084 DATASG
FLD2DW . . . . . . . . . . . . L WORD 0032 DATASG
FLD3DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0012 DATASG
FLD3DD . . . . . . . . . . . . L DWORD 0052 DATASG
FLD3DQ . . . . . . . . . . . . L QWORD 0072 DATASG
FLD3DW . . . . . . . . . . . . L WORD 0034 DATASG
FLD4DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0013 DATASG
FLD4DD . . . . . . . . . . . . L DWORD 0056 DATASG
FLD4DW . . . . . . . . . . . . L WORD 0036 DATASG
FLD5DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0014 DATASG
FLD5DD . . . . . . . . . . . . L DWORD 005A DATASG
FLD5DW . . . . . . . . . . . . L WORD 0040 DATASG Length =0005
FLD6DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0015 DATASG
FLD7DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0021 DATASG
FLD8DB . . . . . . . . . . . . L BYTE 0026 DATASG Length =000A
```

D:\ D>DEBUG D:EXDEF.EXE -D 1421:0000 00 50 65 72 73 6F 6E 61-6C 20 43 6F 6D 70 75 74 .Personal Comput 1421:0010 65 72 20 20 59 01 4A 41-4E 02 46 45 42 03 4D 41 er Y.JAN.FEB.MA 1421:0020 52 33 32 36 35 34 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00 R32654..... 1421:0030 F0 FF 59 00 21 00 03 00-04 00 07 00 08 00 09 00 ..Y.!..... 1421:0040 00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 43 50 ....CP 1421:0050 00 00 3C 7F 00 00 11 00-00 00 0E 00 00 00 31 00 ..<.....1. 1421:0060 00 00 00 00 00 00 00 00-00 00 47 4D 00 00 00 00 ....GM.... 1421:0070 00 00 3C 7F 00 00 00 00-00 00 00 00 00 00 00 00 ..<..... -D 1421:0080 00 00 00 00 43 50 00 00-00 00 00 00 00 00 33 33 ....CP.....33 1421:0090 3E 36 33 33 73 00 00 00-0A 0E 00 00 3E 63 63 30 >633s.....>cc0 1421:00A0 1C 06 63 63 3E 00 00 00-0A 0E 00 00 FF DB 99 18 ..cc>..... 1421:00B0 18 18 18 18 3C 00 00 00-0A 0E 00 00 63 63 63 63 ....<.....cccc 1421:00C0 63 63 63 63 3E 00 00 00-0A 0E 00 00 C3 C3 C3 C3 cccc>..... 1421:00D0 C3 C3 66 3C 18 00 00 00-0A 0E 00 00 C3 C3 C3 C3 ..f<..... 1421:00E0 DB DB FF 66 66 00 00 00-0A 0E 00 00 C3 C3 66 3C ...ff.....f< 1421:00F0 18 3C 66 C3 C3 00 00 00-0A 0E 00 00 C3 C3 C3 66 .<f.....f -Q

```
     page 60,132
     TITLE EXIMM (EXE) Пример непосредственных операндов
     ; (Кодируется для ассемблирования,
     ; но не для выполнения) 0000 DATASG SEGMENT PARA 'Data' 0000 ?? FLD1 DB ? 0001
???? FLD2 DW ? 0003 DATASG ENDS
0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN PROC FAR
     ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG

     ; Операции пересылки и сравнения:
     ; ----------------------------- 0000 BB 0113 MOV BX,275 ;Пересылка 0003 3C 19 CMP AL,H
;Сравнение

     ; Арифметические операции:
     ; ---------------------- 0005 14 05 ADC AL,5 ;Сложение с переносом 0007 80 C7 0C ADD
BH,12 ;Сложение 000A 1C 05 SBB AL,5 ;Вычитание с заемом 000C 80 2E 000 R 05 SUB
FLD1,5 ;Вычитание

     ; Ротация и сдвиг (только на 1 бит):
     ; --------------------------------- 0011 D0 D3 RCL BL,1 ;Ротация влево с переносом 0013 D0 DC
RCR AH,1 ;Ротация вправо с переносом 0015 D1 06 0001 R ROL FID2,1 ;Ротация влево 0019
D0 C8 ROR AL,1 ;отация вправо 001B D1 E1 SAL CX,1 ;Сдвиг влево 001D D1 FB SAR BX,1
;Арифм. сдвиг вправо 001F D0 2E 0000 R SHR FLD1,1 ;Сдвиг вправо

     ; Логические операции:
     ; ------------------- 0023 24 2C AND AL,00101100B ;AND (регистр) 0025 80 CF 2A OR
BH,2AH ;OR (регистр) 0028 F6 C3 7A TEST BL,7AH ;TEST (регистр) 002B 80 36 0000 R 23
OR FLD1,23H ;XOR (память) 0030 BEGIN ENDP 0030 CODESG ENDS
     END
```

```
    page 60,132 TITLE XCOM1 COM-программа для пересылки и сложения CODESG
SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H ;Начало в конце PSP BEGIN: JMP MAIN ;Обход через данные ; ----------
------------------------------ FLDA DW 250 ;Определение данных FLDB DW 125 FLDC DW ? ; ---
------------------------------------------------ MAIN PROC NEAR
    MOV AX,FLDA ;Переслать 0250 в AX
    ADD AX,FLDB ;Прибавить 0125 к AX
    MOV FLDC,AX ;Записать сумму в FLDC
    RET ;ернуться в DOS MAIN ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132
    TITLE EXJUMP (COM) Организация цикла с помощью JMP 0000 CODESG SEGMENT
PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG 0100 ORG 100H
0100 MAIN PROC NEAR 0100 B8 0001 MOV AX,01 ;Инициализация AX, 0103 BB 0001 MOV
BX,01 ; BX, 0106 B9 0001 MOV CX,01 ; и CX 0109 A20: 0109 05 0001 ADD AX,01 ;Прибавить
01 к AX 010C 03 D8 ADD BX,AX ;Прибавить 01 к BX 010E D1 E1 SHL CX,1 ;Удвоить CX
0110 EB F7 JMP A20 ;Переход на A20 0112 MAIN ENDP 0112 CODESG ENDS
    END MAIN
```

```
    page 60,132
    TITLE EXLOOP (COM) Организация цикла командой LOOP 0000 CODESG SEGMENT
PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG 0100 ORG 100H
0100 BEGIN PROC NEAR 0100 B8 0001 MOV AX,01 ;Инициализация AX, 0103 BB 0001
MOV BX,01 ; BX, 0106 BA 0001 MOV DX,01 ; и DX 0109 B9 000A MOV CX,10 ;Число циклов
010C A20: 010C 40 INC AX ;Прибавить 01 к AX 010D 03 D8 ADD BX,AX ;Прибавить AX к
BX 010F D1 E2 SHL DX,1 ;Удвоить DX 0111 E2 F9 LOOP A20 ;Уменьшить CX и повторить
    ; цикл, если ненуль 0113 C3 RET ;Завершить работу 0114 BEGIN ENDP 0114 CODESG
ENDS
    END BEGIN
```

```
+------------------------+
| CODESG SEGMENT PARA |
+------------------------+
| BEGIN PROC FAR |
| . |
| . |
| CALL B10 |
| CALL C10 |
| RET |
| BEGIN ENDP |
+------------------------+
| B10 PROC NEAR |
| . |
| . |
| RET |
| B10 ENDP |
+------------------------+
| C10 PROC NEAR |
| . |
| . |
| RET |
| C10 ENDP |
+------------------------+
| CODESG ENDS |
| END BEGIN |
+------------------------+
```

```
    TITLE CALLPROC (EXE) Вызов процедур 0000 STACKSG SEGMENT PARA STACK
'Stack' 0000 20 [ ???? ] DW 32 DUP(?) 0040 STACKG ENDS
0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,SS:STACKSG 0000 1E PUSH DS 0001 2B C0 SUB AX,AX 0003 50
PUSH AX 0004 E8 0008 R CALL B10 ;Вызвать B10
    ; ... 0007 CB RET ;Завершить программу 0008 BEGIN ENDP
    ;-------------------------------------- 0008 B10 PROC 0008 E8 000C R CALL C10 ;Вызвать C10
    ; ... 000B C3 RET ;Вернуться в 000C B10 ENDP ; вызывающую программу
    ;-------------------------------------------- 000C C10 PROC
    ; ... 000C C3 RET ;Вернуться в 000D C10 ENDP ; вызывающую программу
    ;-------------------------------------------- 000D CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 65,132 TITLE EXMOVE (EXE) Операции расширенной пересылки ;-----------------------------------------------------------------------------
STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACKSG ENDS ;-------------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' NAME1 DB 'ABCDEFGHI' NAME2 DB 'JKLMNOPQR' NAME3 DB
'STUVWXYZ*' DATASG ENDS ;-------------------------------------------------------- CODESG
SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    CALL B10MOVE ;Вызвать JUMP подпрограмму
    CALL C10MOVE ;Вызвать CALL подпрограмму
    RET ;Завершить программу BEGIN ENDP
; Расширенная пересылка (JUMP-подпрограмма), ; использующая переход по условию: ; ------
------------------------------------ B10MOVE PROC
    LEA SI,NAME1 ;Инициализация адресов
    LEA DI,NAME2 ; NAME1 и NAME2
    MOV CX,09 ;Переслать 9 символов B20:
    MOV AL,[SI] ;Переслать из NAME1
    MOV [DI],AL ;Переслать в NAME2
    INC SI ;Следующий символ в NAME1
    INC DI ;Следующая позиция в NAME2
    DEC CX ;Уменьшить счетчик цикла
    JNZ B20 ;Счетчик > 0? Да - цикл
    RET ;Если счетчик = 0, то B10MOVE ENDP ; вернуться
; Расширенная пересылка (LOOP-подпрограмма), ; использующая команду LOOP: ; ----------
----------------------------; C10MOVE PROC
    LEA SI,NAME2 ;Инициализация адресов
    LEA DI,NAME3 ; NAME2 и NAME3
    MOV CX,09 ;Переслать 9 символов C20
```

```
    MOV AL,[SI] ;Переслать из NAME2
    MOV [DI],AL ;Переслать в NAME3
    INC DI ;Следующий символ в NAME2
    INC SI ;Следующая позиция в NAME3
    LOOP C20 ;Уменьшить счетчик,
    ; если не ноль, то цикл
    RET ;Если счетчик = 0, то C10MOVE ENDP ; вернуться CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    TITLE CASE (COM) Перекодировка в заглавные буквы 0000 CODESG SEGMENT PARA
'CODE'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG 0001 ORG 100H 0001 EB 1C 90 BEGIN:
JMP MAIN
    ; ---------------------------------------- 0003 43 68 61 6E 67 65 TITLEX DB 'Change to uppercase
letters'
    20 74 6F 20 75 70
    70 65 72 63 61 73
    65 20 6C 65 74 74
    65 72 73
    ; ---------------------------------------- 011E MAIN PROC NEAR 011E 8D 1E 0104 R LEA
BX,TITLEX+1 ;Адрес первого символа 0122 B9 001F MOV CX,31 ;Число символов 0125 B20:
0125 8A 27 MOV AH,[BX] ;Символ из TITLEX 0127 80 FC 61 CMP AH,61H ;Это 012A 72 0A
JB B30 ; прописная 012C 80 FC 7A CMP AH,7AH ; буква 012F 77 05 JA B30 ; ? 0131 80 E4 DF
AND AH,11011111B ;Да - преобразовать 0134 88 27 MOV [BX],AH ;Записать в TITLEX 0136
B30: 0136 43 INC BX ;Следующий символ 0137 E2 EC LOOP B20 ;Повторить цикл 31 раз
0139 C3 RET 013A MAIN ENDP 013A CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE ALLASC (COM) Вывод на экран ASCII-символов 00-FF CODESC
SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:NOTHING
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN CTR DB 00,'S'
; Основная процедура: ; ------------------ MAIN PROC NEAR
    CALL B10CDR ;Очистить экран
    CALL C10SET ;Установить курсор
    CALL D10DISP ;Вывести символ на экран
    RET MAIN ENDP ; Очистка экрана: ; ---------- B10CLR PROC
    MOV AX,0600H
    MOV BH,07
    MOV CX,0000 ;Левая верхняя позиция
    MOV DX,184FH ;Правая нижняя позиция
    INT 10H
    RET B10CLR ENDP ; Установка курсора в 00,00: ; ------------------------- C10SET PROC
    MOV AN,02
    MOV BN,00
    MOV DX,0000
    INT 10H
    RET C10SET ENDP ; Вывод на экран ASCII символов: ; ---------------------------- D10DISP
PROC
    MOV CX,256 ;256 итераций
    LEA DX,CTR ;Адрес счетчика D20
    MOV AH,09 ;Функция вывода символа
    INT 21H
    INC CTR ;Увеличить счетчик
    LOOP D20 ;Уменьшить CX,
    ; цикл, если не ноль
    RET ;Вернуться D10DISP ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE CTRNAME (EXE) Ввод имен и вывод в центр экрана ;---------------------
--------------------------------- STSCKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACKSG ENDS ;-------------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' NAMEPAR LABEL BYTE ;Имя списка параметров: MAXNLEN DB
20 ; макс.длина имени NAMELEN DB ? ; число введенных символов NAMEFLD DB 20 DUP('
'),'$' ; имя и ограничитель
    ; для вывода на экран PRIMPT DB 'Name? ', '$' DATASG ENDS ;-----------------------------------
---------------------- CODESG SEGMENT PARA 'Code" BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASC
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUCH AX
    MOV AX,DATASC
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    CALL Q10CLR ;Очистить экран A20LOOP:
    MOV DX,0000 ;Установить курсор в 00,00
    CALL Q20CURS
    CALL B10PRMP ;Выдать текст запроса
    CALL D10INPT ;Ввести имя
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    CMP NAMELEN,00 ;Имя введено?
    JE A30 ; нет - выйти
    CALL E10CODE ;Установить звуковой сигнал
    ; и ограничитель '$'
    CALL F10CENT ;Центрирование и вывод
    JMP A20LOOP
    A30:
    RET ;Вернуться в DOS BEGIN ENDP ; Вывод текста запроса: ; ---------- B10PRMP
PROC NEAR
    MUV AN,09 ;Функция вывода на экран
    LEA DX,PROMPT
    INT 21H
    RET B10PRMP ENDP ; Ввод имени с клавиатуры: ; ---------- D10INPT PROC
NEAR
```

```
    MOV AN,0AN ;Функция ввода
    LEA DX,NAMEPAR
    INT 21H
    RET D10INPT ENDP ; Установка сигнала и ограничителя '$': ; ----------------------------------
E10CODE PROC NEAR
    MOV BN,00 ;Замена символа Return (0D)
    MOV BL,NAMELEN ; на зв.сигнал (07)
    MOV NAMEFLD[BX],07
    MOV NAMEFLD[BX+1],'$' ;Установить ограничитель
    RET E10CODE ENDP ; Центрирование и вывод имени на экран: ; ------------------------------
----- F10CENT PROC NEAR
    MOV DL,NAMELEN ;Определение столбца:
    SHR DL,1 ; разделить длину на 2,
    NEG DL ; поменять знак,
    ADD DL,40 ; прибавить 40
    MOV DH,12 ;Центральная строка
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    MOV AN,09
    LEA DX,NAMEFLD ;Вывести имя на экран
    INT 21H
    RET F10CENT ENDP ; Очистить экран: ; ---------- Q10CLR PROC NEAR
    MOV AX,0600H ;Функция прокрутки экрана
    MOV BH,30 ;Цвет (07 для ч/б)
    MOV CX,0000 ;От 00,00
    MOV DX,184FH ;До 24,79
    INT 10H ;Вызов BIOS
    RET Q10CLR ; Установка курсора (строка/столбец): ; ---------------------------------
Q20CURS PROC NEAR ;DX уже установлен
    MOV AH,02 ;Функция установки курсора
    MOV BH,00 ;Страница #0
    INT 10H ;Вызов BIOS
    RET Q20CURS ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE NMSCROLL (EXE) Инвертирование, мигание, прокрутка ; ----------
---------------------------------------- STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACKG ENDS ; ---------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' NAMEPAR LABEL BYTE ;Имя списка параметров: MAXNLEN DB
20 ; макс.длина имени ACTNLEN DB ? ; число введенных символов NAMEFLD DB 20 DUP('
') ; имя
COL DB 00 COUNT DB ? PROMPT DB 'Name? ' ROW DB 00 DATASG ENDS ; ----------------
---------------------------------- CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH DS
    MOV AX,DATASG
    MOV ES,AX
    MOV AX,0600H
    CALL Q10CLR ;Очистить экран A20LOOP:
    MOV COL,00 ;Установить столбец 0
    CALL Q20CURS
    CALL B10PRMP ;Выдать текст запроса
    CALL D10INPT ;Ввести имя с клавиатуры
    CMP ACTNLEN,00 ;Нет имени? (т.е. конец)
    JNE A30
    MOV AX,0600H
    CALL Q10CLR ;Если да, то очистить экран,
    RET ; и завершить программу A30:
    CALL E10NAME ;Вывести имя на экран
    JMP A20LOOP BEGIN ENDP ; Вывод текста запроса: ; ------------------- B10PRMP PROC
NEAR
    LEA SI,PROMPT ;Адрес текста
    MOV COUNT,05 B20:
    MOV BL,70H ;Видеоинверсия
```

```
    CALL F10DISP ;Подпрограмма вывода
    INC SI ;Следующий символ в имени
    INC COL ;Следующий столбец
    CALL Q20CURS
    DEC COUNT ;Уменьшение счетчика
    JNZ B20 ;Повторить n раз
    RET B10PRMP ENDP ; вод имени с клавиатуры: ; ---------- D10INPT PROC NEAR
    MOV AN,0AH
    LEA DX,NAMEPAR
    INT 21H
    RET D10INPT ENDP ; Вывод имени с миганием и инверсией: ; ----------
E10NAME PROC NEAR
    LEA SI,NAMEFLD ;Адрес имени
    MOV COL,40 ;Установить столбец E20:
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    MOV BL,0FOH ;Мигание и инверсия
    CALL F10DISP ;Подпрограмма вывода
    INS SI ;Следующий символ в имени
    INS COL ;Следующий столбец на экране
    DES ACTNLEN ;Уменьшить счетчик длины
    JNZ E20 ;Циклить n раз
    CMP ROW,20 ;Последняя строка экрана?
    JAE E30 ; нет
    INC ROW
    RET E30: MOV AX,0601H ; да --
    CALL Q10CLR ; очистить экран
    RET E10NAME ENDP ; Вывод символа на экран: ; ---------- F10DISP PROC
NEAR ;BL (атрибут) уже установлен
    MOV AN,09 ;Функция вывода на экран
    MOV AL,[SI] ;Получить символ из имени
    MOV BH,00 ;Номер страницы
    MOV CX,01 ;Один символ
    INT 10H ;Вызов BIOS
    RET F10DISP ENDP ; Очистка экрана: ; ---------- Q10CLR PROC NEAR ;AX установлен
при вызове
    MOV BH,07 ;Нормальный ч/б
    MOV CX 0000
    MOV DX,184FH
```

```
    INT 10H ;Вызов BIOS
    RET Q10CLR ENDP ; Установить курсор (строка/столбец): ; ----------
Q20CURS PROC NEAR
    MOV AN,02
    MOV BH,00
    MOV DH,ROW
    MOV DL,COL
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

Расширенная функция Скэн-код

Alt/A до Alt/Z 1E - 2C
F1 до F10 3B - 44
Home 47
Стрелка вверх 48
PgUp 49
Стрелка влево 4B
Стрелка вправо 4D
End 4F
Стрелка вниз 50
PgDn 51
Ins 52
Del 53

```
TITLE GRAPHIX (COM) Пример цвета и графики CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG
    ORG 100H
MAIN PROC NEAR
    MOV AN,00 ;Установка режима графики
    MOV AL,0DH ; для EGA (CGA=04)

    MOV AH,0BH ;Установить палитру
    MOV BH,00 ;Фон
    MOV BL,02 ;Зеленый
    INT 10H

    MOV BX,00 ;Начальные цвет,
    MOV CX,00 ; столбец
    MOV DX,00 ; и строка A50:
    MOV AH,0CH ;Функция вывода точки
    MOV AL,BL ;Установить цвет
    INT 10H ;BX, CX, и DX сохраняются
    INC CX ;Увеличить столбец
    CMP CX,320 ;Столбец 320?
    JNE A50 ; нет - цикл,
    MOV CX,00 ; да - сбросить столбец
    INS BL ;Изменить цвет
    INS DX ;Увеличить строку
    CMP DX,40 ;Строка 40?
    JNE A50 ; нет - цикл,
    RET ; да - завершить MAIN ENDP CODESG ENDS
    END MAIN
```

```
    page 60,132 TITLE STRING (EXE) Проверка строковых операций ; ------------------------------
---------- STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACKG ENDS ; ------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' NAME1 DB 'Assemblers' ;Элементы данных NAME2 DB 10 DUP(' ')
NAME3 DB 10 DUP(' ') DATASG ENDS ; ------------------------------------------------- CODESG
SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR ;Основная процедура
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    CALL C10MVSB ;Подпрограмма MVSB
    CALL D10MVSW ;Подпрограмма LODS
    CALL E10LODS ;Подпрограмма LODS
    CALL F10STOS ;Подпрограмма CMPS
    CALL H10SCAS ;Подпрограмма SCAS
    RET BEGIN ENDP ; Использование MOVSB: ; ------------------- C10MVSB PROC NEAR
    CLD
    LEA SI,NAME1
    LEA D1,NAME2
    MOV CX,10 ;Переслать 10 байтов
    REP MOVSB ; из NAME1 в NAME2
    RET C10MVSB ENDP ; Использование MOVSW: ; ------------------- D10MVSW PROC
NEAR
    CLD
    LEA SI,NAME2
    LEA DI,NAME3
    MOV CX,05 ;Переслать 5 слов
    REP MOVSW ; из NAME2 в NAME3
    RET D10MVSW ENDP ; Использование LODSW: ; ------------------- E10LODS PROC NEAR
```

```
    CLD
    LEA SI,NAME1 ;Загрузить первое слово
    LODSW ; из NAME1 в AX
    RET E10LODS ENDP ; Использование STOSW: ; ---------- F10STOS PROC NEAR
    CLD
    LEA D1,NAME3
    MOV CX,05
    MOV AX,2020H ;Переслать пробелы
    REP STOSW ; в NAME3
    RET F10STOS ENDP ; Использование CMPSB: ; ---------- G10CMPS PROC NEAR
    CLD
    MOV CX,10
    LEA SI,NAME1
    LEA DI,NAME2
    REPE CMPSB ;Сравнить NAME1 и NAME2
    JNE G20 ;Не равны?
    MOV BH,01
G20: MOV CX,10
    LEA SI,NAME2
    LEA DI,NAME3
    REPE CMPSB ;Сравнить NAME2 и NAME3
    JE G30 ;Если равны, то выйти
    MOV BL,02 G30: RET G10CMPS ENDP
; Использование SCASB: ; ---------- H10SCAS PROC NEAR
    CLD
    MOV CX,10
    LEA DI,NAME1
    MOV AL,'m' ;Поиск символа 'm'
    REPNE SCASB ; в NAME1
    JNE H20 ;Если не найден - выйти
    MOV AH,03 H20: RET H10SCAS ENDP
CODES ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE EXRING (COM) Вывод имен, выровненных справа CODESG
SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ;-----------------------------------------------------
NAMEPAR LABEL BYTE ;Имя списка параметров MAXNLEN DB 31 ;Макс. длина
ACTNLEN DB ? ;Число введенных символов NAMEFLD DB 31 DUP(' ') ;Имя
PROMPT DB 'Name?', '$' NAMEDSP DB 31 DUP(' '), 13, 10, '$' ROW DB 00 ;-----------------------
------------------------------- MAIN PROC NEAR ;Основная процедура
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    SUB DX,DX ;Установить курсор в 00,00
    CALL Q20CURS A10LOOP:
    CALL B10INPT ;Ввести имя с клавиатуры
    TEST ACTNLEN,0FFH ;Нет имени? (т.е. конец)
    JZ A90 ; да - выйти
    CALL D10SCAS ;Найти звездочку
    CMP AL,'*' ;Найдена?
    JE A10LOOP ; да - обойти
    CALL E10RGHT ;Выровнять имя справа
    CALL A10LOOP A90: RET MAIN ENDP ; Вывод запроса для ввода имени: ; ------------------
----------- B10INPT PROC
    MOV AH,09
    LEA DX,PROMPT ;Выдать текст запроса
    INT 21H
    RET B10INPT ENDP ; Поиск звездочки в имени: ; ---------------------- D10SCAS PROC
    CLD
    MOV AL,'*'
    MOV CX,30 ;Длина сканирования - 30
    LEA DI,NAMEFLD
    REPNE SCASB ;Звездочка найдена?
    JE D20 ; да - выйти,
    MOV AL,20H ; нет стереть * в AL D20: RET D10SCAS ENDP
```

```
; Выравнивание справа и вывод на экран: ; ---------- E10RGHT PROC
    STD
    SUB CH,CH
    MOV CL,ACTNLEN ;Длина в CX для REP
    LEA SI,NAMEFLD ;Вычислить самую правую
    ADD SI,CX ; позицию
    DEC SI ; введенного имени
    LEA DI,NAMEDSP+30 ;Правая поз. поля имени
    REP MOVSB ;Переслать справа налево
    MOV DH,ROW
    MOV DL,48
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    MOV AH,09
    LEA DX,NAMEDSP ;Выдать имя на экран
    INT 21H
    CMP ROW,20 ;Последняя строка экрана?
    JAE E20 ; нет -
    INC ROW ; увеличить строку,
    JMP E90 E20:
    MOV AX,0601H ; да -
    CALL Q10SCR ; прокрутить и
    MOV DH,ROW ; установить курсор
    MOV DL,00
    CALL Q20CURS E90: RET E10RGHT ENDP ; Очистить область имени: ; ----------
F10CLNM PROC
    CLD
    MOV AX,2020H
    MOV CX,15 ;Очистить 15 слов
    LEA DI,NAMEDSP
    REP STOSW
    RET F10CLNM ENDP ; Прокрутка экрана: ; ---------- Q10SCR PROC ;AX установлен
при вызове
    MOV BH,30 ;Цвет ( 07 для ч/б)
    MOV CX,00
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10SCR ENDP ; Установить курсор (строка/столбец): ; ----------
Q20CURS PROC ;DX установлен при вызове
    MOV AH,02
    SUB BH,BH
```

```
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE EXDWMUL - Умножение двойных слов CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------- MULTCND
DW 3206H ;Элементы данных
    DW 2521H MULTPLR DW 6400H
    DW 0A26H PRODUCT DW 0
    DW 0
    DW 0
    DW 0 ; ---------------------------------------- MAIN PROC NEAR ;Основная процедура
    CALL E10XMUL ;Вызвать 1-е умножение
    CALL Z10ZERO ;Очистить произведение
    CALL F10XMUL ;Вызвать 2-е умножение
    RET MAIN ENDP ; Умножение двойного слова на слово: ; ----------------------------------
------- E10XMUL PROC
    MOV AX,MULTCND+2 ;Умножить правое слова
    MUL MULTPLR ; множимого
    MOV PRODUCT+4,AX ;Записать произведение
    MOV PRODUCT+2,DX

    MOV AX,MULTCND ;Умножить левое слово
    MUL MULTPLR ; множимого
    ADD PRODUCT+2,AX ;Сложить с полученным ранее
    ADC PRODUCT,DX
    RET E10XMUL ENDP ; Перемножение двух двойных слов: ; ----------------------------------
------ F10XMUL PROC
    MOV AX,MULTCND+2 ;Слово-2 множимого
    MUL MULTPLR+2 ; * слово-2 множителя
    MOV PRODUCT+6,AX ;Сохранить результат
    MOV PRODUCT+4,DX

    MOV AX,MULTCND+2 ;Слово-2 множимого
    MUL MULTPLR ; * слово-1 множителя
    ADD PRODUCT+4,AX ;Сложить с предыдущим
    ADC PRODUCT+6,DX
    ADC PRODUCT,00 ;Прибавить перенос

    MOV AX,MULTCND ;Слово-1 множимого
    MUL MULTPLR+2 ; * слово-2 множителя
    ADD PRODUCT+4,AX ;Сложить с предыдущим
```

```
    ADC PRODUCT+6,DX
    ADC PRODUCT,00 ;Прибавить перенос
    MOV AX,MULTCND ;Слово-1 множимого
    MUL MULTPLR ; * слово-1 множителя
    ADD PRODUCT+2,AX ;Сложить с предыдущим
    ADC PRODUCT,DX
    RET F10XMUL ENDP ; Очистка области результата: ; ----------------------------------------
Z10XMUL PROC
    MOV PRODUCT,0000
    MOV PRODUCT+2,0000
    MOV PRODUCT+4,0000
    MOV PRODUCT+6,0000
    RET Z10XMUL ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE EXDIV (COM) Пример операций DIV и IDIV CODESG SEGMENT
PARA 'Code'
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------- BYTE1 DB
80H ;Data items BYTE2 DB 16H WORD1 DW 2000H WORD2 DW 0010H WORD3 DW 1000H ;
---------------------------------------- MAIN PROC NEAR ;Основная процедура
    CALL D10DIV ;Вызов подпрограммы DIV
    CALL E10IDIV ;Вызов подпрограммы IDIV MAIN ENDP ; Примеры с командой DIV: ; ----
---------------------------------------- D10DIV PROC
    MOV AX,WORD1 ;Слово / байт
    DIV BYTE1 ; остаток:частное в AH:AL
    MOV AL,BYTE1 ;Байт / байт
    SUB AH,AH ; расширить делимое в AH
    DIV BYTE3 ; остаток:частное в AH:AL

    MOV DX,WORD2 ;Двойное слово / слово
    MOV AX,WORD3 ; делимое в DX:AX
    DIV WORD1 ; остаток:частное в DX:AX
    MOV AX,WORD1 ;Слово / слово
    SUB DX,DX ; расширить делимое в DX
    DIV WORD3 ; остаток:частное в DX:AX
    RET D10DIV ENDP ; Примеры с командой IDIV: ; ----------------------------------------
E10IDIV PROC
    MOV AX,WORD1 ;Слово / байт
    IDIV BYTE1 ; остаток:частное в AH:AL
    MOV AL,BYTE1 ;Байт / байт
    CBW ; расширить делимое в AH
    IDIV BYTE3 ; остаток:частное в AH:AL

    MOV DX,WORD2 ;Двойное слово / слово
    MOV AX,WORD3 ; делимое в DX:AX
    IDIV WORD1 ; остаток:частное в DX:AX
    MOV AX,WORD1 ;Слово / слово
    CWD ; расширить делимое в DX
    IDIV WORD3 ; остаток:частное в DX:AX
    RET E10DIV ENDP
CODESG ENDS
```

```
    END BEGIN


TITLE ASCADD (COM) Сложение чисел в ASCII-формате CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------------- ASC1 DB
'578' ;Элементы данных ASC2 DB '694' ASC3 DB '0000' ; ----------------------------------------------
MAIN PROC NEAR
    CLC
    LEA SI,AASC1+2 ;Адреса ASCII-чисел
    LEA DI,AASC2+2
    LEA BX,AASC1+3
    MOV CX,03 ;Выполнить 3 цикла A20:
    MOV AH,00 ;Очистить регистр AH
    MOV AL,[SI] ;Загрузить ASCII-байт
    ADC AL,[DI] ;Сложение (с переносом)
    AAA ;Коррекция для ASCII
    MOV [BX],AL ;Сохранение суммы
    DEC SI
    DEC DI
    DEC BX
    LOOP A20 ;Циклиться 3 раза
    MOV [BX],AH ;Сохранить перенос
    RET MAIN ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE ASCMUL (COM) Умножение ASCII-чисел CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP MAIN ; ---------------------------------------- MULTCND DB '3783'
;Элементы данных MULTPLR DB '5' PRODUCT DB 5 DUP(0) ; ----------------------------------------
------ MAIN PROC NEAR
    MOV CX,04 ;4 цикла
    LEA SI,MULTCND+3
    LEA DI,PRODUCT+4
    AND MULTPLR,0FH ;Удалить ASCII-тройку A20:
    MOV AL,[SI] ;Загрузить ASCII-символ
    ; (можно LODSB)
    AND AL,OFH ;Удалить ASCII-тройку
    MUL MULTPLR ;Умножить
    AAM ;Коррекция для ASCII
    ADD AL,[DI] ;Сложить с
    AAA ; записанным
    MOV [DI],AL ; произведением
    DEC DI
    MOV [DI],AH ;Записать перенос
    DEC SI
    LOOP A20 ;Циклиться 4 раза
    RET MAIN ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN


TITLE ASCDIV (COM) Деление ASCII-чисел CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------- DIVDND DB
'3698' ;Элементы данных DIVSOR DB '4' QUOTNT DB 4 DUP(0) ; ----------------------------------
--------- MAIN PROC NEAR
    MOV CX,04 ;4 цикла
    SUB AH,AH ;Стереть левый байт делимого
    AND DIVSOR,0FH ;Стереть ASCII 3 в делителе
    LEA SI,DIVDND
    LEA DI,QUOTNT A20:
```

```
MOV AL,[SI] ;Загрузить ASCII байт
; (можно LODSB)
AND AL,0FH ;Стереть ASCII тройку
AAD ;Коррекция для деления
DIV DIVSOR ;Деление
MOV [DI],AL ;Сохранить частное
INC SI
INC DI
LOOP A20 ;Циклиться 4 раза
RET MAIN ENDP CODEGS ENDS
END BEGIN
```

```
TITLE SCREMP (EXE) Ввод времени и расценки,
    ;вывод величины оплаты ; ---------------------------------------------------- STACKSG SEGMENT
PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACKSG ENDS ; ------------------------------------------------------ DATASG
SEGMENT PARA 'Data' HRSPAR LABLE BYTE ;Список параметров для
    ; ввода времени: MAXHLEN DB 6 ;---------------------- ACTHLEN DB ? HRSFLD DB 6
DUP(?)
RATEPAR LABLE BYTE ;Список параметров для
    ; ввода расценки: MAXRLEN DB 6 ;---------------------- ACTRLEN DB ? RATEFLN DB 6
DUP(?)
MESSG1 DB 'Hours worked? ','$' MESSG2 DB 'Rate of pay? ','$' MESSG3 DB 'Wage = '
ASCWAGE DB 10 DUP(30H), 13, 10, '$' ADJUST DW ? ASCHRS DB 0 ASCRATE DB 0
BINVAL DW 00 BINHRS DW 00 BINRATE DW 00 COL DB 00 DECIND DB 00 MULT10 DW
01 NODEC DW 00 ROW DB 00 SHIFT DW ? TENWD DW 10 DATASG ENDS ; ------------------
--------------------------------- CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор A20LOOP:
```

```
    CALL B10INPT ;Ввести время и расценку
    CMP ACTHLEN,00 ;Завершить работу?
    JE A30
    CALL D10HOUR ;Получить двоичное время
    CALL E10RATE ;Получить двоичную расценку
    CALL F10MULT ;Расчитать оплату
    CALL G10WAGE ;Преобразовать в ASCII
    CALL K10DISP ;Выдать результат на экран
    JMP A20LOOP A30:
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    RET ;Выйти из программы BEGIN ENDP ; Ввод времени и расценки ; ----------
---------- B10INPT PROC
    LEA DX,MESSG1 ;Запрос для ввода времени
    MOV AH,09
    INT 21H
    LEA DX,HRSPAR ;Ввести время
    MOV AH,0AH
    INT 21H
    CMP ACTHLEN,00 ;Пустой ввод?
    JNE B20
    RET ; да - вернуться A20LOOP B20:
    MOV COL,25 ;Установить столбец
    CALL Q20CURS
    LEA DX,MESSG2 ;Запрос для ввода засценки
    MOV AH,09
    INT 21H
    LEA DX,RATEPAR ;Ввести расценку
    MOV AH,0AH
    INT 21H
    RET B10INPT ENDP ; Обработка времени: ; ---------- D10HOUR PROC
    MOV NODEC,00
    MOV CL,ACTHLEN
    SUB CH,CH
    LEA SI,HRSFLD-1 ;Установить правую позицию
    ADD SI,CX ; времени
    CALL M10ASBI ;Преобразовать в двоичное
    MOV AX,BINVAL
    MOV BINHRS,AX
    RET D10HOUR ENDP ; Обработка расценки: ; ---------- E10RATE PROC
```

```
    MOV CL,ACTRLEN
    SUB CH,CH
    LEA SI,RATEFLD-1 ;Установить правую позицию
    ADD SI.CX ; расценки
    CALL M10ASBI ;Преобразовать в двоичное
    MOV AX,BINVAL
    MOV BINRATE,AX
    RET E10RATE ENDP ; Умножение, округление и сдвиг: ; ----------
F10MULT PROC
    MOV CX,05
    LEA DI,ASCWAGE ;Установить формат оплаты
    MOV AX,3030H ; в код ASCII (30)
    CLD
    REP STOSW
    MOV SHIFT,10
    MOV ADJUST,00
    MOV CX,NODEC
    CMP CL,06 ;Если более 6 десятичных
    JA F40 ; знаков, то ошибка
    DEC CX
    DEC CX
    JLE F30 ;Обойти, если менее 3 знаков
    MOV NODEC,02
    MOV AX,01 F20:
    MUL TENWD ;Вычислить фактор сдвига
    LOOP F20
    MOV SHIFT,AX
    SHR AX,1 ;Округлить результат
    MOV ADJUST,AX F30:
    MOV AX,BINHRS
    MUL BINRATE ;Вычислить оплату
    ADD AX,ADJUST ;Округлить оплату
    ADC DX,00
    CMP DX,SHIFT ;Результат слишком велик
    JB F50 ; для команды DIV? F40:
    SUB AX,AX
    JMP F70 F50:
    CMP ADJUST,00 ;Сдвиг нее требуется?
    JZ F80
    DIV SHIFT ;Сдвинуть оплату F70: SUB DX,DX ;Стереть остаток F80: RET F10MULT
ENDP ; Преобразование в ASCII формат: ; ---------- G10WAGE PROC
```

```
LEA SI,ASCWAGE+7 ;Установить дес. точку
MOV BYTE PTR[SI],'.'
ADD SI,NODEC ;Установить правую позицию G30:
CMP BYTE PTR[SI],'.'
JNE G35 ;Обойти, если дес.поз.
DEC SI G35:
CMP DX,00 ;Если dx:ax < 10,
JNZ G40
CMP AX,0010 ; то операция завершена
JB G50 G40:
DIV TENWD ;Остаток - ASCII-цифра
OR DL,30H
MOV [SI],DL ;Записать ASCII символ
DEC SI
SUB DX,DX ;Стереть остаток
JMP G30 G50:
OR AL,30H ;Записать последний ASCII
MOV [SI],AL ; символ
RET G10WAGE ENDP ; Вывод величины оплаты: ; ---------- K10DISP PROC
MOV COL,50 ;Установить столбец
CALL Q20CURS
MOV CX,09
LEA SI,ASCWAGE K20: ;Стереть лидирующие нули
CMP BYTE PTR[SI],30H
JNE K30 ; пробелами
MOV BYTE PTR[SI],20H
INC SI
LOOP K20 K30:
LEA DX,MESSG3 ;Вывод на экран
MOV AH,09
INT 21H
CMP ROW,20 ;Последняя строка экрана?
JAE K80
INC ROW ; нет - увеличить строку
JMP K90 K80:
MOV AX,0601H ; да --
CALL Q10SCR ; прокрутить и
MOV COL,00 ; установить курсор
CALL Q20CURS K90: RET K10DISP ENDP ; Преобразование ASCII-чисел
```

```
; в двоичное представление: ; -------------------------- M10ASBI PROC
    MOV MULT10,0001
    MOV BINVAL,00
    MOV DECIND,00
    SUB BX,BX M20:
    MOV AL,[SI] ;ASCII-символ
    CMP AL,'.' ;Обойти, если дес.точка
    JNE M40
    MOV DECIND,01
    JMP M90 M40:
    AND AX,000FH
    MUL MULT10 ;Умножить на фактор
    ADD BINVAL,AX ;Сложить с дв.значением
    MOV AX,MULT10 ;Вучислить следующий
    MUL TENVD ; фактор x 10
    MOV MULT10,AX
    CMP DECIND,00 ;Десятичная точка?
    JNZ M90
    INC BX ; да - обойти точку M90:
    DEC SI
    LOOP M20
    ;Конец цикла
    CMP DECIND,00 ;Была дес.точка?
    JZ M100 ; да --
    ADD NODEC,BX ; сложить с итогом M100: RET M10ASBI ENDP ; Прокрутка экрана: ; ---
---------- Q10SCR PROC NEAR ;AX установлен при вызове
    MOV BH,30 ;Цвет (07 для ч/б)
    SUB CX,CX
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10SCR ENDP ; Установка курсора: ; ----------------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02
    SUB BH,BH
    MOV DH,ROW
    MOV DL,COL
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP
CODESG ENDS
```

```
END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE DIRECT (COM) Прямой табличный доступ CODESG SEGMENT PARA
'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------------- THREE DB
3 MONIN DB '11' ALFMON DB '???','$' MONTAB DB 'JAN','FEB','MAR','APR','MAY','JUN'
    DB 'JUL','AUG','SEP','OKT','NOV','DEC' ; ---------------------------------------------- MAIN
PROC NEAR ;Основная процедура
    CALL C10CONV ;Получить двоичное значение
    CALL D10LOC ;Выделить месяц из таблицы
    CALL F10DISP ;Выдать месяц на экран
    RET MAIN ENDP ; Перевод ASCII в двоичное представление: ; ----------------------------------
---- C10CONV PROC
    MOV AH,MONIN ;Загрузить номер месяца
    MOV AL,MONIN+1
    XOR AX,3030H ;Удалить ASCII тройки
    CMP AH,00 ;Месяц 01-09?
    JZ C20 ; да - обойти
    SUB AH,AH ; нет - очистить AH,
    ADD AL,10 ; и перевести в двоичное C20 RET C10CONV ENDP ; Выделение месяца из
таблицы: ; -------------------------- D10LOC PROC
    LEA SI,MONTAB
    DEC AL ;Коррекция для таблицы
    MUL THREE ;Умножить AL на 3
    ADD SI,AX
    MOV CX,03 ;Трехсимвольная пересылка
    CLD
    LEA DI,ALFMON
    REP MOVSB ;Переслать 3 символа
    RET D10LOC ENDP ; Вывод на экран симв.месяца: ; -------------------------- F10DISP PROC
    LEA DX,ALFMON
    MOV AH,09
    INT 21H
    RET F10DISP ENDP
```

```
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE TABSRCH (COM) Табличный поиск CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------------- STOKNIN
DW '23' STOKTAB DB '05','Excavators'
    DB '08','Lifters '
    DB '09','Presses '
    DB '12','Valves '
    DB '23','Processors'
    DB '27','Pumps ' DESCRN 10 DUP(?) ; ---------------------------------------------- MAIN PROC
NEAR
    MOV AX,STOKNIN ;Загрузить номер элемента
    XCHG AL,AH
    MOV CX,06 ;Число элементов в таблице
    LEA SI,STOKTAB ;Начальный адрес таблицы A20:
    CMP AX,[SI] ;Сравнить элементы
    JE A30 ;Если равны - выйти,
    ADD SI,12 ; нет - следующий элемент
    LOOP A20
    CALL R10ERR ;Элемент в таблице не найден
    RET A30:
    MOV CX,05 ;Длина описания элемента
    LEA DI,DESCRN ;Адрес описания элемента
    INC SI
    INC SI ;Выделить описание
    REP MOVSW ; из таблицы
    RET MAIN ENDP ; R10ERR PROC ; <Вывод сообщения об ошибке>
    RET R10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE TABSRCH (COM) Табличный поиск, использующий CMPSB CODESG
SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ----------------------------------------------------
STOKNIN DW '123' STOKTAB DB '035','Excavators' ;Начало таблицы
    DB '038','Lifters '
    DB '049','Presses '
    DB '102','Valves '
    DB '123','Processors'
    DB '127','Pumps '
    DB '999', 10 DUP(' ') ;Конец таблицы DESCRN 10 DUP(?) ; ----------------------------------------
---------- MAIN PROC NEAR
    CLD
    LEA SI,STOKTAB ;Начальный адрес таблицы A20:
    MOV CX,03 ;Сравнивать по 3 байта
    LEA DI,STOKNIN ;Адрес искомого элемента
    REPE CMPSB ;Сравнение
    JE A30 ;Если равно - выйти,
    JA A40 ;если больше - нет в таблице
    ADD SI,CX ;Прибавить CX к адресу
    JMP A20 ;Следующий элемент таблицы A30:
    MOV CX,05 ;Пересылать 5 слов
    LEA DI,DESCRN ;Адрес описания
    REP MOVSV ;Переслать из таблицы
    RET A40:
    CALL R10ERR ;элемент в таблице не найден
    RET MAIN ENDP
R10ERR PROC ; <Вывод на экран сообщения об ошибке>
    RET R10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE XLATE (COM) Перевод кода ASCII в код EBCDIC CODESG
SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP MAIN ; ---------------------------------------------------- ASCNO DB '-
31.5' EBCNO DB 6 DUP(' ') XLTAB DB 45 DUP(40H)
    DB 60H, 2DH
    DB 5CH
    DB 0F0H,0F1H,0F2H,0F3H,0F4H
    DB 0F5H,0F6H,0F7H,0F8H,0F9H
    DB 199 DUP(40H) ; ---------------------------------------------------- MAIN PROC NEAR
;Основная процедура
    LEA SI,ASCNO ;Адрес символов ASCNO
    LEA DI,EBCNO ;Адрес поля EBCNO
    MOV CX,06 ;Длина
    LEA BX,XLTAB ;Адрес таблицы A20:
    MOV AL,[SI] ;Получить ASCII символ
    XLAT ;Перекодировка
    MOV [DI],AL ;Записать в поле EBCNO
    INC DI
    INC SI
    LOOP A20 ;Повторить 6 раз
    RET MAIN ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE ASCHEX (COM) Преобразование ASCII в шест. CODESG SEGMENT
PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP MAIN ; ---------------------------------------------- DISPROW DB 16
DUP(' '), 13 HEXSTR DB 00 XLATAB DB 30H,31H,32H,33H,34H,35H,36H,37H,38H,39H
    DB 41H,42H,43H,44H,45H,46H ; ---------------------------------------------- MAIN PROC NEAR
;Основная процедура
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    LEA SI,DISPROW A20LOOP:
    CALL C10HEX ;Перекодировать
    CALL D10DISP ; и вывести на экран
    CMP HEXCTR,0FFH ;Последнее значение (FF)?
    JE A50 ; да - завершить
    INC HEXCTR ; нет - перейти к следующему
    JMP A20LOOP A50: RET MAIN ENDP
C10HEX PROC NEAR ;Перекодировка в шест.
    MOV AH,00
    MOV AL,HEXCTR ;Получить шест.пару
    SHR AX,CL ;Сдвиг правой шест.цифры
    LEA BX,XLATAB ;Установить адрес таблицы
    MOV CL,04 ;Установить величину сдвига
    XLAT ;Перекодировка в шест.
    MOV [SI],AL ;Записать левый символ

    MOV AL,HEXCTR
    SHL AX,CL ;Сдвиг левой цифры
    XLAT
    MOV [SI]+1,AL ;Перекодировка в шест.
    RET ;Записать правый символ C10HEX ENDP
D10DISP PROC NEAR ;Вывод на экран
    MOV AL,HEXCTR
    MOV [SI]+3,AL
    CMP AL,1AH ;Символ EOF?
    JE D20 ; да - обойти
    CMP AL,07H ;Меньше/равно 08?
    JB D30 ; да - OK
    CMP AL,10H ;Больше/равно 0F?
    JAE D30 ; да - OK D20:
    MOV BYTE PTR [SI]+3,20H
```

```
D30:
    ADD SI,05 ;Следующий элемент в строке
    LEA DI,DISPROW+80
    CMP DI,SI
    JNE D40
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01 ;Номер устройства
    MOV CX,81 ;Вся строка
    LEA DX,DISPROW
    INT 21H
    LEA SI,DISPROW ;Начальный адрес строки D40: RET D10DISP ENDP
Q10CLR PROC NEAR ;Очистка экрана
    MOV AX,0600H
    MOV BH,03 ;Цвет (07 для ч/б)
    MOV CX,0000
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10CLR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE NMSORT (EXE) Ввод и сортировка имен ; ---------------------------------
---------- STACK SGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 32 DUP(?) STACK ENDS ; ---------------------------------------------- DATASG SEGMENT
PARA 'Data' NAMEPAR LABEL BYTE ;Имя списка параметров: MAXNLEN DB 21 ; макс.
длина NAMELEN DB ? ; число введенных символов NAMEFLD DB 21 DUP(' ') ; имя
CRLF DB 13, 10, '$' ENDADDR DW ? MESSG1 DB 'Name?', '$' NAMECTR DB 00 NAMETAB
DB 30 DUP(20 DUP(' ')) ;Таблица имен NAMESAV DB 20 DUP(?), 13, 10, '$' SWAPPED DB 00
DATA ENDS ; ---------------------------------------------- CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN
PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATDSG,SS:STACK,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    CLD
    LEA DI,NAMETAB
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор A20LOOP:
    CALL B10READ ;Ввести имя с клавиатуры
    CMP NAMELEN,00 ;Есть ли еще имена?
    JZ A30 ; нет - идти на сортировку
    CMP NAMECTR,30 ;Введено 30 имен?
    JE A30 ; да - идти на сортировку
    CALL D10STOR ;Записать имя в таблицу
    JMP A20LOOP A30: ;Конец ввода имен
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ; и установить курсор
    CMP NAMECTR,01 ;Введено менее 2 имен?
    JBE A40 ; да - выйти
    CALL G10SORT ;Сортировать имена
    CALL K10DISP ;Вывести результат на экран A40: RET ;Завершить программу BEGIN
ENDP
```

```
; Ввод имен с клавиатуры? ; ---------------------- B10READ PROC
    MOV AH,09
    LEA DX,MESSG1 ;Вывести текст запроса
    INT 21H
    MOV AH,0AH
    LEA DX,NAMEPAR ;Ввести имя
    INT 21H
    MOV AH,09
    LEA DX,CRLF ;Вывести CRLF
    INT 21H

    MOV BH,00 ;Очистить поле после имени
    MOV BL,NAMELEN ;Получить счетчик символов
    MOV CX,21
    SUB CX,BX ;Вычислить оставшуюся длину B20:
    MOV NAMEFLD[BX],20H ;Установить символ пробела
    INC BX
    LOOP B20
    RET B10READ ENDP ; Запись имени в таблицу: ; ---------------------- D10STOR PROC
    INC NAMECTR ;Число имен в таблице
    CLD
    LES SI,NAMEFLD
    MOV CX,10
    REP MOVSV ;Переслать имя в таблицу
    RET D10STOR ENDP ; Сортировка имен в таблице: ; ------------------------- G10SORT PROC
    SUB DI,40 ;Установить адреса останова
    MOV ENDADDR,DI G20:
    MOV SWAPPED,00 ;Установить начало
    LEA SI,NAMETAB ; таблицы G30:
    MOV CX,20 ;Длина сравнения
    MOV DI,SI
    ADD DI,20 ;Следующее имя для сравнения
    MOV AX,DI
    MOV BX,SI
    REPE CMPSB ;Сравнить имя со следующим
    JBE G40 ; нет перестановки
    CALL H10XCHG ; перестановка G40:
    MOV SI,AX
    CMP SI,ENDADDR ;Конец таблицы?
```

```
    JBE G30 ; нет - продолжить
    CMP SWAPPED,00 ;Есть перестановки?
    JNZ G20 ; да - продолжить,
    RET ; нет - конец сортировки G10SORT ENDP ; Перестановка элементов таблицы: ; --------
---------------------- H10XCHG PROC
    MOV CX,10
    LEA DI,NAMESAV
    MOV SI,BX
    REP MOVSW ;Сохранить меньший элемент

    MOV CX,10
    MOV DI,BX
    REP MOVSW ;Переслать больший элемент
    ; на место меньшего
    MOV CX,10
    LEA SI,NAMESAV
    REP MOVSW ;Переслать сохраненный
    ; элемент на место большего
    MOV SWAPPED,01 ;Признак перестановки
    RET H10XCHG ENDP ; Вывод на экран отсортированные имена: ; ----------------------------
------ K10DISP PROC
    LEA SI,NAMETAB K20:
    LEA DI,NAMESAV ;Начальный адрес таблицы
    MOV CX,10
    REP MOVSV
    MOV AH,09
    LEA DX,NAMESAV
    INT 21H ;Вывести на экран
    DEC NAMECTR ;Это последний элемент?
    JNZ K20 ; нет - повторить цикл,
    RET ; да - выйти K10DISP ENDP ; Очистка экрана: ; ---------- Q10CLR PROC
    MOV AX,0600H
    MOV BH,61H ;Цвет (07 для ч/б)
    SUB CX,CX
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10CLR ENDP ; Установка курсора: ; ---------- Q20CURS PROC
    MOV AH,02
```

```
    SUB BH,BH
    SUB DX,DX ;Установить курсор в 00,00
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE FCBCREAT (EXE) Использование FCB для создания файла ;----------
---------------------------------------- STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 80 DUP(?) STACKSG ENDS ;---------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' RECLEN EQU 32 NAMEPAR LABEL BYTE ;Список параметров:
MAXLEN DB RECLEN ; макс.длина имени NAMELEN DB ? ; число введенных символов
NAMEDTA DB RECLEN DUP(' ') ; область передачи (DTA)
FCBREC LABEL BYTE ;FCB для дискового файла FCBDRIV DB 04 ; дисковод D FCBNAME
DB 'NAMEFILE' ; имя файла FCBEXT DB 'DAT' ; тип файла FCBBLK DW 0000 ; номер
текущего блока FCBRCSZ DW ? ; размер логической записи FCBFLSZ DD ? ; размер файла
(DOS)
    DW ? ; дата (DOS)
    DT ? ; зарезервировано (DOS) FCBSQRC DB 00 ; номер текущей записи
    DD ? ; относительный номер
CRLF DB 13,10,'$' ERRCDE DB 00 PROMPT DB 'Name? ','$' ROW DB 01 OPNMSG DB '***
Open error ***', '$' WRTMSG DB '*** Write error ***', '$' DATASG ENDS ; ----------
---------------------------------- CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL C10OPEN ;Открыть, установить DTA
    CMP ERRCDE,00 ;Есть место на диске?
    JZ A20LOOP ; да - продолжить,
    RET ; нет - вернуться в DOS A20LOOP:
    CALL D10PROC
```

```
    CMP NAMELEN,00 ;Конец ввода?
    JNE A20LOOP ; нет - продолжить,
    CALL G10CLSE ; да - закрыть файл
    RET ; и вернуться в DOS BEGIN ENDP ; Открытие дискового файла: ; ----------
C10OPEN PROC NEAR
    MOV AH,16H ;Функция создания файла
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    CMP AL,00 ;Есть место на диске?
    JNZ C20 ; нет - ошибка

    MOV FCBRCSZ,RECLEN ;Размер записи (EQU)
    LEA DX,NAMEDTA ;Загрузить адрес DTA
    MOV AH,1AH
    INT 21AH
    RET C20:
    LEA DX,OPNMSG ;Сообщение об ошибке
    CALL X10ERR
    RET C10OPEN ENDP ; Ввод с клавиатуры: ; ---------- D10PROC PROC NEAR
    MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
    LEA DX,PROMPT ;Выдать запрос
    INT 21H

    MOV AH,0AH ;Функция ввода
    LEA DX,NAMEPAR ;Ввести имя файла
    INT 21H
    CALL E10DISP ;Прокрутка на экране

    CMP NAMELEN,00 ;Имя введено?
    JNE D20 ; да - продолжить,
    RET ; нет - выйти D20:
    MOV BH,00 ;Заменить символ Return
    MOV BL,NAMELEN
    MOV NAMEDTA[BX],' ' ;Записать пробел
    CALL F10WRIT ;Вызвать
    ; подпрограмму записи
    CLD
    LEA DI,NAMEDTA ;Очистить
    MOV CX,RECLEN / 2 ; поле
    MOV AX,2020H ; имени
    REP STOSW
    RET ;Выйти D10PROC ENDP ; Прокрутка и установка курсора:
```

```
; ----------------------------- E10DISP PROC NEAR
    MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
    LEA DX,CRLF ;CR/LF
    INT 21H ;Вызов DOS
    CMP ROW,18 ;Последняя строка экрана?
    JAE E20 ; да - обойти,
    INC ROW ; нет - увеличить строку
    RET E20:
    MOV AX,0601H ;Прокрутка на 1 строку
    CALL Q10SCR
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    RET E10DISP ENDP ; Запись на диск: ; -------------- F10WRIT PROC NEAR
    MOV AH,15H ;Функция записи
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    CMP AL,00 ;Запись без ошибок?
    JZ F20 ; да
    LEA DX,WRTMSG ; нет -
    CALL X10ERR ; выдать сообщение
    MOV NAMELEN,00 F20: RET F10WRIT ENDP ; Закрытие дискового файла: ; ----------------
-------- G10CLSE PROC NEAR
    MOV NAMEDTA,1AH ;Установить EOF
    CALL F10WRIT
    MOV AH,10H ;Функция закрытия
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    RET G10CLSE ENDP ; Прокрутка экрана: ; ----------------- Q10SCR PROC NEAR ;AX уже
установлен
    MOV BH,1EH ;Цвет желтый на синем
    MOV CX,0000
    MOV DX,184FH
    INT 10H ;Прокрутка
    RET Q10SCR ENDP ; Установка курсора: ; ----------------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02
    MOV BH,00
    MOV DL,00
```

```
    MOV DH,ROW ;Установить курсор
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке на диске: ; ----------
- X10ERR PROC NEAR
    MOV AH,09 ;DX содержит
    INT 21H ; адрес сообщения
    MOV ERRCDE,01 ;Установить код ошибки
    RET X10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE FCBREAD (EXE) Чтение записей созданных в CREATDSK ; ---------- STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 80 DUP(?) STACKSG ENDS ;---------- DATASG SEGMENT PARA 'Data' FCBREC LABEL BYTE ;FCB для файла FCBDRIV DB 04 ; дисковод
D FCBNAME DB 'NAMEFILE' ; имя файла FCBEXT DB 'DAT' ; тип файла FCBBLK DW 0000
; номер текущего блока FCBRCSZ DW 0000 ; длина логической записи
    DD ? ; размер файла (DOS)
    DW ? ; дата (DOS)
    DT ? ; зарезервировано (DOS) FCBSQRC DB 00 ; текущий номер записи
    DD ? ; относительный номер
RECLEN EQU 32 ;Длина записи NAMEFLD DB RECLEN DUP(' '), 13, 10, '$'
ENDCDE DB 00 OPENMSG DB '*** Open error ***', '$' READMSG DB '*** Read error ***', '$'
ROW DB 00 DATASG ENDS ;---------- CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL E10OPEN ;Открыть файл,
    ; установить DTA
    CMP ENDCDE,00 ;Открытие без ошибок?
    JNZ A90 ; нет - завершить A20LOOP:
    CALL F10READ ;Прочитать запись
    CMP ENDCDE,00 ;Чтение без ошибок?
    JNZ A90 ; нет - выйти
    CALL G10DISP ;Выдать имя на экран
    JMP A20LOOP ;Продолжить A90: RET ;Завершить BEGIN ENDP
```

```
; Открытие файла на диске: ; ---------- E10OPEN PROC NEAR
    LEA X,FCBREC
    MOV AH,0FH ;Функция открытия
    INT 21H
    CMP AL,00 ;Файл найден?
    JNZ E20 ; нет - ошибка

    MOV FCBRCSZ,RECLEN ;Длина записи (EQU)
    MOV AH,1AH
    LEA DX,NAMEFLD ;Адрес DTA
    INT 21H
    RET E20:
    MOV ENDCDE,01 ;Сообщение об ошибке
    LEA DX,OPENMSG
    CALL X10ERROR
    RET E10OPEN ENDP ; Чтение дисковой записи: ; ---------- F10READ PROC
NEAR
    MOV AH,14H ;Функция чтения
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    CMP NAMEFLD,1AH ;Считан маркер EOF?
    JNE F20 ; нет
    MOV ENDCDE,01 ; да
    JMP F90 F20:
    CMP AL,00 ;Чтение без ошибок?
    JZ F90 ; да - выйти
    MOV ENDCDE,01 ;Нет:
    CMP AL,01 ;Конец файла?
    JZ F90 ; да - выйти,
    LEA DX,READMSG ; нет - значит
    CALL X10ERR ; ошибка чтения F90:
    RET F10READ ENDP ; Вывод записи на экран: ; ---------- G10DISP PROC NEAR
    MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
    LEA DX,NAMEFLD
    INT 21H
    CMP ROW,20 ;Последняя строка экрана?
    JAE G30 ; нет -
    INC ROW ; да - увеличить строку
    JMP G90 G30:
    MOV AX,0601H
```

```
    CALL Q10SCR ; прокрутить
    CALL Q20CURS ; установить курсор G90: RET G10DISP ENDP ; Прокрутка (скроллинг) экрана: ; ---------- Q10SCR PROC NEAR ;AX уже установлен
    MOV BH,1EH ;Установить цвет
    MOV CX,0000
    MOV DX,184FH ;Функция прокрутки
    INT 10H
    RET Q1OSCR ENDP ; Установка курсора: ; ---------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02
    MOV BH,00
    MOV DH,ROW
    MOV DL,00
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке на диске: ; ---------- X10ERR PROC NEAR
    MOV AH,09 ;DX содержит адрес
    INT 21H ; сообщения
    RET X10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE RANREAD (COM) Прямое чтение записей, ; созданных в FCBCREAT
CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP MAIN ;---------- FCBREC LABEL BYTE ;FCB для дискового файла FCBDRIV DB 04 ; дисковод D FCBNAME DB 'MAMEFILE' ; имя файла FCBEXT DB 'DAT' ; тип файла FCBBLK DW 0000 ; номер текущего блока FCBRCSZ DW 0000 ; длина логической записи
    DD ? ; размер файла (DOS)
    DW ? ; дата (DOS)
    DT ? ; зарезервировано (DOS)
```

```
    DB 00 ; номер текущей записи FCBRNRC DD 000000000 ; относительный номер
RECLEN EQU 32 ;Длина записи RECDPAR LABEL BYTE ;Список параметров: MAXLEN DB
3 ; ACTLEN DB ? ; RECDNO DB 3 DUP(' ') ;
NAMEFLD DB RECLEN DUP(' '),13,10,'$' ;DTA
OPENMSG DB '*** Open error ***',13,10,'$' READMSG DB '*** Read error ***',13,10,'$' COL
DB 00 PROMPT DB 'Record number? $' ROW DB 00 ENDCDE DB 00 ;----------------------------
---------------------- MAIN PROC NEAR
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL C10OPEN ;Открыть файл,
    ; установить DTA
    CMP ENDCDE,00 ;Открытие без ошибок?
    JZ A20LOOP ; да - продолжить,
    RET ; нет - завершить A20LOOP:
    CALL D10RECN ;Получить номер записи
    CMP ACTLEN,00 ;Есть запрос?
    JE A40 ; нет - выйти
    CALL F10READ ;Чтение (прямой доступ)
    CMP ENDCDE,00 ;Есть ошибки чтения?
    JNZ A30 ; да - обойти
    CALL G10DISP ;Вывести на экран A30:
    JMP A20LOOP A40: RET ;Завершить программу MAIN ENDP ; Подпрограмма открытия
файла на диске: ; ---------------------------------- C10OPEN PROC NEAR
    MOV AH,0FH ;Функция открытия
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    CMP AL,00 ;Открытие нормальное?
    JNZ C20 ; нет - ошибка
    MOV FCBRCSZ,RECLEN ;Длина записи (EQU)
    MOV AH,1AH
    LEA DX,NAMEFLD ;Установить адрес DTA
    INT 21H
    RET C20:
    LEA DX,OPENMSG
```

```
    CALL X10ERR
    RET C10OPEN ENDP ; Ввод с клавиатуры номера записи: ; ------------------------------
D10RECN PROC NEAR
    MOV AH,09H ;Функция вывода на экран
    LEA DX,PROMPT
    INT 21H
    MOV AH,0AH ;Функция ввода с клавиатуры
    LEA DX,RECDPAR
    INT 21H
    CMP ACTLEN,01 ;Проверить длину (0,1,2)
    JB D40 ;Длина 0, завершить
    JA D20
    SUB AH,AH ;Длина 1
    MOV AL,RECDNO
    JMP D30 D20:
    MOV AH,RECDNO ;Длина 2
    MOV AL,RECDNO+1 D30:
    AND AX,0F0FH ;Удалить ASCII тройки
    AAD Преобразовать в двоичное
    MOV WORD PTR FCBRNRC,AX D40:
    MOV COL,20
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    RET D10RECN ENDP ; Чтение дисковой записи: ; ---------------------- F10READ PROC
NEAR
    MOV ENDCDE,00 ;Очистить код завершения
    MOV AH,21H ;Функция прямого чтения
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    CMP AL,00 ;Чтение без ошибок?
    JZ F20 ; да - выйти
    LEA DX,READMSG ; нет - выдать
    CALL X10ERR ; сообщение об ошибке F20: RET F10READ ENDP ; Вывод имени на
экран: ; -------------------- G10DISP PROC NEAR
    MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
    LEA DX,NAMEFLD
    INC 21H
    INC ROW
    MOV COL,00
    RET G10DISP ENDP
```

```
; Очистка экрана: ; ---------- Q10CLR PROC NEAR
    MOV AX,0600H ;Функция прокрутки
    MOV BH,41H ;Цвет (07 для ч/б)
    MOV CX,0000
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10CLR ENDP ; Установка курсора: ; ---------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02 ;Функция установки
    MOV BH,00 ; курсора
    MOV DH,ROW
    MOV DL,COL
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке на диске: ; ----------
- X10ERR PROC NEAR
    MOV AH,09 ;DX содержит адрес
    INT 21H ; сообщения
    INC ROW
    MOV ENDCDE,01
    RET X10ERR ENDP
    CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE RANBLOK (COM) Прямое блочное чтение файла CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP MAIN ;---------------------------------------------------- FCBREC LABEL
BYTE ;FCB для дискового файла FCBDRIV DB 04 ; дисковод D FCBNAME DB 'NAMEFILE' ;
имя файла FCBEXT DB 'DAT' ; тип файла FCBBLK DW 0000 ; номер текущего блока
FCBRCSZ DW 0000 ; логическая длина записи FCBFLZ DD ? ; DOS размер файла
    DW ? ; DOS дата
    DT ? ; DOS зарезервировано
    DB 00 ; номер текущей записи FCBRNRC DD 00000000 ; относительный номер
DSKRECS DB 1024 DUP(?),'$' ;DTA для блока записей
ENDCODE DB 00 NORECS DW 25 ;Число записей OPENMSG DB '*** Open error
***',13,10,'$' READMSG DB '*** Open error ***',13,10,'$' ROWCTR DB 00 ; ----------------------
--------------------------- MAIN PROC NEAR
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL E10OPEN ;Открыть файл,
    ; установить DTA
    CMP ENDCODE,00 ;Успешное открытие?
    JNZ A30 ; нет - выйти
    CALL F10READ ;Читать записи
    CALL G10DISP ;Вывод блока на экран A30: RET ;Завершить программу MAIN ENDP ;
Открыть дисковый файл: ; ---------------------- E10OPEN PROC NEAR
    MOV AH,0FH ;Функция открытия файла
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    CMP AL,00 ;Успешное открытие?
    JNZ A30 ; нет - ошибка

    MOV FCBRCSZ,0020H ;Размер записи
    MOV AH,1AH
    LEA DX,DSKRECS ;Установить адрес DTA
    INT 21H
    RET E20:
```

```
    LEA DX,OPENMSG ;Ошибка открытия файла
    CALL X10ERR
    RET E10OPEN ENDP ; Чтение блока: ; ------------ F10READ PROC NEAR
    MOV AH,27H ;Прямое чтение блока
    MOV CX,NORECS ;Число записей
    LEA DX,FCBREC
    INT 21H
    MOV ENDCODE,AL ;Сохранить код возврата
    RET F10READ ENDP ; Вывод блока на экран: ; ---------- G10DISP PROC NEAR
    MOV AH,09 ;Функция вывода на экран
    LEA DX,DSKRECS
    INT 21H
    RET G10DISP ENDP ; Подпрограмма очистки экрана: Q10CLR PROC NEAR
    MOV AX,0600H ;Функция скрол
    MOV BH,41H ;Цвет (07 для ч/б)
    MOV CX,0000
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10CLR ENDP ; Подпрограмма установки курсора: ; ------------------------------
Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02 ;Функция установки курсора
    MOV BH,00
    MOV DH,ROWCTR
    MOV DL,00
    INT 10H
    INC ROWCTR
    RET Q20CURS ENDP ; Подпрограмма сообщения об ошибке диска: ; --------------------------
---------- X10ERR PROC NEAR
    MOV AH,09 ;DX содержит адрес
    INT 21H ; сообщения
    MOV ENDCODE,01
    RET X10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE SELDEL (COM) Выборочное удаление файлов ; Предполагается текущий дисковод; ;
Примеры параметров: *.*, *.BAK, и т.д. CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG
    ORG 100H BEGIN JMP MAIN ; ---------------------------------------------------------- TAB EQU 09
LF EQU 10 CR EQU 13 CRLF DB CR,LF,'$' DELMSG DB TAB,'Erase','$' ENDMSG DB
CR,LF,'No more directory entries',CR,LF,'$' ERRMSG DB 'Write protected disk','$' PROMPT DB
'y = Erase, N = Keep, Ret = Exit',CR,LF,'$' ; ---------------------------------------------------------- MAIN
PROC NEAR ;Главная процедура
    MOV AH,11H ;Найти первый элемент
    CALL D10DISK
    CMP AL,0FFH ;Если нет элементов,
    JE A90 ; то выйти
    LEA DX,PROMPT ;Текст запроса
    CALL B10DISP A20:
    LEA DX,DELMSG ;Выдать сообщение
    CALL B10DISP ; об удалении файла
    MOV CX,11 ;11 символов
    MOV SI,81H ;Начало имени файла A30:
    MOV DL,[SI] ;Текущий символ
    CALL C10CHAR ; для вывода на экран
    INC SI ;Следующий символ
    LOOP A30
    MOV DL,'?'
    CALL C10CHAR
    MOV AH,01 ;Получить односимвольный
    INT 21H ; ответ
    CMP AL,ODH ;Символ Return?
    JE A90 ; да - выйти
    OR AL,00100000B ;Перекодировать
    ; в прописную букву
    CMP AL,'y' ;Запрошено удаление?
    JNE A50 ; нет - обойти,
    MOV AH,13H ; да - удалить файл
    MOV DX,80H
    INT 21H
    CMP AL,0 ;Успешное удаление?
    JZ A50 ; да - обойти
    LEA DX,ERRMSG ; нет - выдать
    CALL B10DISP ; предупреждение
    JMP A90
```

```
A50:
    LEA DX,CRLF ;Перевести строку на экране
    CALL B10DISP
    MOV AH,12H
    CALL B10DISK ;Получить следующий элемент
    CMP AL,0FFH ;Есть еще?
    JNE A20 ; да - повторить A90:
    RET ;Выход в DOS MAIN ENDP ; Вывод строки на экран; ; ---------- B10DISP
PROC NEAR ;в DX находится адрес
    MOV AH,09 ; строки
    INT 21H
    RET B10DISP ENDP ; Вывод символа на экран; ; ---------- C10CHAR PROC
NEAR ;в DL находится символ
    MOV AH,02
    INT 21H
    RET C10CHAR ENDP ; Чтение элемента каталога: ; ---------- D10DISK PROC
NEAR
    MOV DX,5CH ;Установить FCB
    INT 21H
    CMP AL,0FFH ;Есть еще элементы?
    JNE D90
    PUSH AX ;Сохранить AL
    LEA DX,ENDMSG
    CALL B10DISP
    POP AX ;Восстановить AL D90: RET D10DISK ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TTILE HANCREAT (EXE) Создание файла на диске ; ------------------------------
---------------------- STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 80 DUP(?) STACKSG ENDS ; ---------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' NAMEPAR LABEL BYTE ;Список параметров: MAXLEN DB 30 ;
NAMELEN DB ? ; NAMEREC DB 30 DUP(' '), 0DH, 0AH ; введенное имя,
    ; CR/LF для записи ERRCDE DB 00 HANDLE DW ? PATHNAM DB
'D:\NAMEFILE.DAT',0 PROMPT DB 'Name? ' ROW DB 01 OPNMSG DB '*** Open error ***',
0DH, 0AH WRTMSG DB '*** Write error ***', 0DH, 0AH DATASG ENDS ; ------------------------
------------------------------ CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистка экрана
    CALL Q20CURS ;Установка курсора
    CALL C10CREA ;Создание файла,
    ; установка DTA
    CMP ERRCDE,00 ;Ошибка при создании?
    JZ A20LOOP ; да - продолжить,
    RET ; нет - вернуться в DOS A20LOOP:
    CALL D10PROC
    CMP NAMELEN,00 ;Конец ввода?
    JNE A20LOOP ; нет - продолжить,
    CALL G10CLSE ; да - закрыть файл
    RET ; и выйти в DOS BEGIN ENDP ; Создание файла на диске: ; ------------------------
C10CREA PROC NEAR
    MOV AH,3CH ;Функция создания файла
    MOV CX,00 ;Нормальный атрибут
    LEA CX,PATHNAM
```

```
INT 21H
JC C20 ;Есть ошибка?
MOV HANDLE,AX ; нет - запомнить номер,
RET C20: ; да -
LEA DX,OPNMSG ; выдать сообщение
CALL X10ERR ; об ошибке
RET C10CREA ENDP ; Ввод с клавиатуры: ; ---------- D10PROC PROC NEAR
MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
MOV BX,01 ;Номер (Handle)
MOV CX,06 ;Длина текста запроса
LEA DX,PROMPT ;Выдать запрос
INT 21H

MOV AH,0AH ;Функция ввода с клавиатуры
LEA DX,NAMEPAR ;Список параметров
INT 21H
CMP NAMELEN,00 ;Имя введено?
JNE D20 ; да - обойти
RET ; нет - выйти D20:
MOV AL,20H ;Пробел для заполнения
SUB CH,CH
MOV CL,NAMELEN ;Длина
LEA DI,NAMEREC ;
ADD DI,CX ;Адрес + длина
NEG CX ;Вычислить
ADD CX,30 ; оставшуюся длину
REP STOSB ;Заполнить пробелом D90:
CALL F10WRIT ;Запись на диск
CALL E10SCRL ;Проверка на скролинг
RET D10PROC ENDP ; Проверка на скролинг: ; ---------- E10SCRL PROC NEAR
CMP ROW,18 ;Последняя строка экрана
JAE E10 ; да - обойти,
INC ROW ; нет - увеличить строку
JMP E10 E10:
MOV AX,0601H ;Продвинуть на одну строку
CALL Q10SCR E90: CALL Q20CURS ;Установка курсора
RET E10SCRL ENDP ; Запись на диск: ; ----------
```

```
F10WRIT PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция записи на диск
    MOV BX,HANDLE
    MOV CX,32 ;30 для имени + 2 для CR/LF
    LEA DX,NAMEREC
    INT 21H
    JNC F20 ;Ошибка записи?
    LEA DX,WRTMSG ; да -
    CALL X10ERR ; выдать предупреждение
    MOV NAMELEN,00 F20:
    RET F10WRIT ENDP ; Закрытие файла на диске: ; ---------- G10CLSE PROC
NEAR
    MOV NAMEREC,1AH ;Маркер конца записи (EOF)
    CALL F10WRIT
    MOV AH,3EH ;Функция закрытия
    MOV BX,HANDLE
    INT 21H
    RET G10CLSE ENDP ; Прокрутка (скроллинг) экрана: ; ---------- Q10SCR
PROC NEAR ;в AX - адрес элемента
    MOV BH,1EH ;Цвет - желтый на синем
    MOV CX,0000
    MOV DX,184FH
    INT 10H ;Скроллинг
    RET Q10SCR ENDP ; Установка курсора: ; ---------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02
    MOV BH,00
    MOV DH,ROW ;Установить курсор
    MOV DL,00
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке: ; ---------- X10ERR PROC
NEAR ;DX содержит
    MOV AH,40H ; адрес сообщения
    MOV BX,01
    MOV CX,21 ;Длина сообщения
    INT 21H
    MOV ERRCDE,01 ;Установить код ошибки
    RET X10ERR ENDP
```

```
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE HANREAD (EXE) Чтение записей, созданных в HANCREAT ; ----------
---------------------------------------- STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
    DW 80 DUP(?) STACKSG ENDS ; ------------------------------------------------- DATASG
SEGMENT PARA 'Data' ENDCDE DB 00 HANDLE DW ? IOAREA DB 32 DUP(' ') PATHNAM
DB 'D:\NAMEFILE.SRT',0 OPENMSG DB '*** Open error ***', 0DH, 0AH READMSG DB '***
Read error ***', 0DH, 0AH ROW DB 00 DATASG ENDS ; ------------------------------------------
------- CODESG SEGMENT PARA 'Code' BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG,ES:DATASG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DATASG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL E100PEN ;Открыть файл, ; ; установить DTA
    CMP ENDCDE,00 ;Ошибка открытия?
    JNZ A90 ; да - завершить программу A20LOOP:
    CALL F10READ ;Чтение записи с диска
    CMP ENDCDE,00 ;Ошибка чтения?
    JNZ A90 ; да - выйти,
    CALL G10DISP ; нет - выдать имя,
    JMP A20LOOP ; и продолжить A90: RET BEGIN ENDP ; Открытие файла: ; ----------
E100PEN PROC NEAR
    MOV AH,3DH ;Функция открытия
    MOV CX,00 ;Нормальные атрибуты
    LEA DX,PATHNAM
    INT 21H
    JC E20 ;Ошибка открытия?
    MOV HANDLE,AX ; нет - сохранить
    RET ; файловый номер E20:
```

```
    MOV ENDCDE,01 ; да - выдать
    LEA DX,OPENMSG ; сообщение об ошибке
    CALL X10ERR
    RET E100PEN ENDP ; Чтение дисковой записи: ; ---------------------- F10READ PROC
NEAR
    MOV AX,3FH ;Функция чтения
    MOV BX,HANDLE
    MOV CX,32 ;30 для имени, 2 для CR/LF
    LEA DX,IOAREA
    INT 21H
    JC F20 ;Ошибка при чтении?
    CMP AX,00 ;Конец файла?
    JE F30
    CMP IOAREA,1AH ;Маркер конца файла (EOF)?
    JE F30 ; да - выйти
    RET F20:
    LEA DX,READMSG ; нет - выдать
    CALL X10ERR ; сообщение об ошибке F30:
    MOV ENDCDE,01 ;Код завершения F90: RET F10READ ENDP ; Вывод имени на экран: ; -
------------------- G10DISP PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01 ;Установить номер
    MOV CX,32 ; и длину
    LEA DX,IOAREA
    INT 21H
    CMP ROW,20 ;Последняя строка экрана?
    JEA G90 ; да - обойти
    INC ROW
    RET G90:
    MOV AX,0601H
    CALL Q10SCR ;Прокрутка (скроллинг)
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    RET G10DISP ENDP ; Прокрутка (скроллинг) экрана: ; ---------------------------- Q10SCR
PROC NEAR ;в AX - адрес элемента
    MOV BH,1EH ;Установить цвет
    MOV CX,0000
    MOV DXX,184FH ;Функция прокрутки
    INT 10H
    RET Q10SCR ENDP
```

```
; Установка курсора: ; ---------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02 ;Функция установки курсора
    MOV BH,00 ; курсор
    MOV DH,ROW ; строка
    MOV DL,00 ; столбец
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке: ; ---------- X10ERR PROC
NEAR
    MOV AH,40H ;в DX - адрес сообщения
    MOV BX,01 ;Номер
    MOV CX,20 ;Длина сообщения
    INT 21H
    RET X10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    page 60,132 TITLE ASCREAD (COM) Чтение ASCII файла CODESG SEGMENT PARA
'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP MAIN ; ---------------------------------------------- SECTOR DB 512
DUP(' ') ;Область ввода DISAREA DB 120 DUP(' ') ;Область вывода на экран ENDCDE DW 00
HANDLE DW 0 OPENMSG DB '*** Open error ***' PATHNAM DB 'D:\HANREAD.ASM', 0
ROW DB 00 ; ---------------------------------------------- MAIN PROC NEAR ;Основная
программя
    MOV AX,0600H
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL E10OPEN ;Открыть файл,
    ; установить DTA
    CMP ENDCDE,00 ;Ошибка при открытии?
    JNE A90 ; да - выйти, A20LOOP: ; нет - продолжить
    CALL R10READ ;Чтение первого сектора
    CMP ENDCDE,00 ;Конец файла, нет данных?
    JE A90 ; да - выйти
    CALL G10XPER ;Выдать на экран A90: RET ;Завершить программу MAIN ENDP ;
Открыть файл на диске: ; ---------- E10OPEN PROC NEAR
    MOV AH,3DH ;Функция открытия
    MOV AL,00 ;Только чтение
    LEA DX,PATHNAM
    INT 21H
    JNC E20 ;Проверить флаг CF
    CALL X10ERR ; ошибка, если установлен
    RET E20:
    MOV HANDLE,AX ;Запомниить номер файла
    RET E10OPEN ENDP ; Построчный вывод данных на экран: ; ----------
G10XPER PROC NEAR
    CLD ;Направление слева-направо
    LEA SI,SECTOR G20:
    LEA DI,DISAREA G30:
```

```
    LEA DX,SECTOR+512
    CMP SI,DX ;Конец сектора?
    JNE G40 ; нет - обойти,
    CALL R10READ ; да - читать следующий
    CMP ENDCDE,00 ;Конец файла?
    JE G80 ; да - выйти
    LEA SI,SECTOR G40:
    LEA DX,DISAREA+80
    CMP DI,DX ;Конец DISAREA?
    JB G50 ; нет - обойти,
    MOV [DI],0D0AH ; да - установить CR/LF
    CALL H10DISP ; и выдать на экран
    LEA DI,DISAREA G50:
    LODSB ;Загрузить [SI] в AL
    ; и увеличить SI
    STOSB ;Записать AL в [DI]
    ; и увеличить DI
    CMP AL,1AH ;Конец файла?
    JE G80 ; да - выйти
    CMP AL,0AH ;Конец строки?
    JNE G30 ; нет - повторить цикл,
    CALL H10DISP ; да - вывести на экран
    JMP G20 G80:
    CALL H10DISP ;Вывести последнюю строку G90: RET G10XPER ENDP ; Вывод строки
на экран: ; ---------- H10DISP PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01 ;Номер (Handle)
    LEA CX,DISAREA ;Вычислить
    NEG CX ; длину
    ADD CX,DI ; строки
    LEA DX,DISAREA
    INT 21H
    CMP ROW,22 ;Последняя строка экрана?
    JAE H20 ; нет - выйти
    INC ROW
    JMP H90 H20:
    MOV AX,0601H ;Прокрутка (скроллинг)
    CALL Q10SCR
    CALL Q20CURS H90: RET H10DISP ENDP ; Чтени дискового сектора: ; ----------
R10READ PROC NEAR
    MOV AH,3FH ;Функция чтения
```

```
    MOV BX,HANDLE ;Устройство
    MOV CX,512 ;Длина
    LEA DX,SECTOR ;Буфер
    INT 21H
    MOV ENDCDE,AX
    RET R10READ ENDP ; Прокрутка (скроллинг) экрана: ; ---------------------------- Q10SCR
PROC NEAR ;в AX адрес элемента
    MOV BH,1EH ;Установить цвет
    MOV CX,0000 ;Прокрутка
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10SCR ENDP ; Установка курсора: ; ----------------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02 ;Функция
    MOV BH,00 ; установки курсора
    MOV DH,ROW
    MOV DL,00
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке на диске: ; ---------------------------------
- X10ERR PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01 ;Номер устройства
    MOV CX,18 ;Длина
    LEA DX,OPENMSG
    INT 21H
    MOV ENDCDE,O1 ;Индикатор ошибки
    RET X10ERR ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE GETPATH (COM) Получить текущий каталог CODESG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ---------------------------------------------- PATHNAM
DB 65 DUP(' ') ;Имя текущего пути доступа ; ---------------------------------------------- MAIN
PROC NEAR
    MOV AH,19H ;Определить текущий диск
    INT 21H
    ADD AL,41H ;Заменить шест.номер
    MOV DL,AL ; на букву: 0=A, 1=B ...
    CAL B10DISP ;Выдать номер дисковода,
    MOV DL,':'
    CAL B10DISP ; двоеточие,
    MOV DL,'\'
    CAL B10DISP ; обратную косую

    MOV AH,47H ;Получить текущий каталог
    MOV DL,00
    LEA SI,PATHNAM
    INT 21H A10LOOP:
    CMP BYTE PTR [SI],0 ;Конец имени пути доступа
    JE A20 ; да - выйти
    MOV AL,[SI] ;Выдать на экран
    MOV DL,AL ; имя пути доступа
    CALL B10DISP ; побайтно
    INC SI
    JMP A10LOOP A20: RET ;Выход в DOS MAIN ENDP
B10DISP PROC NEAR
    MOV AH,02 ;в DL - адрес элемента
    INT 21H ;Функция вывода на экран
    RET B10DISP ENDP
CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE BIOREAD (COM) Чтение дискового сектора через BIOS CODESG SEGMENT PARA
'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN JMP MAIN ; ---------------------------------------------------------- RECDIN DB
512 DUP(' ') ;Область ввода ENDCDE DB 00 CURADR DW 0304H ;Начало (дорожка/сектор)
ENDADR DW 0501H ;Конец (дорожка/сектор) READMSG DB '*** Read error ***$' SIDE DB
00 ; ---------------------------------------------------------- MAIN PROC NEAR
    MOV AX,0600H ;Функция прокрутки экрана A20LOOP:
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор
    CALL C10ADDR ;Определить адрес на диске
    MOV CX,CURADR
    MOV DX,ENDADR
    CMP CX,DX ;Последний сектор?
    JE A90 ; да - выйти
    CALL F10READ ;Получить дисковую запись
    CMP ENDCDE,00 ;Ошибка чтения?
    JNZ A90 ; да - выйти
    CALL G10DISP ;Вывести сектор на экран
    JMP A20LOOP ;Повторить A90 RET ;Завершить программу MAIN ENDP ; Вычислить
следующий адрес на диске: ; ---------------------------------- C10ADDR PROC NEAR
    MOV CX,CURADR ;Последняя дорожка/сектор
    CMP CL,10 ;Последний сектор?
    JNE C90 ; нет - выйти
    CMP SIDE,00 ;Обойти, если сторона = 0
    JE C20
    INC CH ;Увеличить номер дорожки C20:
    XOR SIDE,01 ;Сменить сторону
    MOV CL,01 ;Установить сектор = 1
    MOV CURADR,CX C90: RET C10ADDR ENDP ; Чтение дискового сектора: ; ----------------
-------- F10READ PROC NEAR
    MOV AL,01 ;Число секторов
    MOV AH,02 ;Функция чтения
    LEA BX,RECDIN ;Адрес буфера
    MOV CX,CURADR ;Дорожка/сектор
```

```
    MOV DH,SIDE ;Сторона
    MOV DL,01 ;Дисковод B
    INT 13H ;Выполнить ввод
    CMP AH,00 ;Ошибка чтения?
    JZ F90 ; нет - выйти
    MOV ENDCDE,01 ; да:
    CALL X10ERR ; ошибка чтения F90:
    INC CURADR ;Увеличить номер сектора
    RET F10READ ENDP ; Вывод сектора на экран: ; ---------------------- G10DISP PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01 ;Номер устройства
    MOV CX,512 ;Длина
    LEA DX,RECDIN
    INT 21H
    RET G10DISP ENDP ; Очистка экрана: ; ---------- Q10SCR PROC NEAR
    MOV AX,0600H ;Полный экран
    MOV BH,1EH ;Установить цвет
    MOV CX,0000 ;Функция прокрутки
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10SCR ENDP ; Установка курсора: ; ---------- Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02 ;Функция установки
    MOV BH,00 ; курсора
    MOV DX,0000
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке на диске: ; ----------
- X10ERR PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BH,01 ;Номер устройства
    MOV CX,18 ;Длина сообщения
    LEA DX,READMSG
    INT 21H
    RET X10ERR ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE PRTNAME (COM) Ввод и печать имен CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'CODE'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ----------------------------------------------------
NAMEPAR LABEL BYTE ;Список параметров MAXNLEN DB 20 ; максимальная длина
имени NAMELEN DB ? ; длина введенного имени NAMEFLD DB 20 DUP(' ') ; введенное имя
    ;Строка заголовка: HEADG DB 'List of Employee Names Page ' PAGECTR DB '01',0AH,0AH
FFEED DB 0CH ;Перевод страницы LFEED DB 0AH ;Перевод строки LINECTR DB 01
PROMPT DB 'Name? ' ; ---------------------------------------------------- MAIN PROC NEAR
    CALL Q10CLR ;Очистить экран
    CALL M10PAGE ;Установка номера страницы A2LOOP:
    MOV DX,0000 ;Установить курсор в 00,00
    CALL Q20CURS
    CALL D10INPT ;Ввести имя
    CALL Q10CLR
    CMP NAMELEN,00 ;Имя введено?
    JE A30 ; если нет - выйти,
    CALL E10PRNT ; если да - подготовить
    ; печать
    JMP A20LOOP A30:
    MOV CX,01 ;Конец работы:
    LEA DX,FFEED ; один символ
    CALL P10OUT ; для прогона страницы,
    RET ; возврат в DOS MAIN ENDP ; Ввод имени с клавиатуры: ; ----------------------
D10INPT PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция
    MOV BX,01 ; вывода на экран
    MOV CX,05 ; 5 символов
    LEA DX,PROMPT
    INT 21H ;Вызов DOS
    MOV AH,0AH ;Функция ввода с клавиатуры
    LEA DX,NAMEPAR
    INT 21H ;Вызов DOS
    RET D10INPT ENDP ; Подготовка для печати: ; ----------------------
```

```
E10PRNT PROC NEAR
    CMP LINECTR,60 ;Конец страницы?
    JB E20 ; нет - обойти
    CALL M10PAGE ; да - печатать заголовок E20: MOV CH,00
    MOV CL,NAMELEN ;Число символов в имени
    LEA DX,NAMEFLD ;Адрес имени
    CALL P10OUT ;Печатать имя
    MOV CX,01 ;Один
    LEA DX,LFEED ; перевод строки
    CALL P10OUT
    INC LINECTR ;Увеличить счетчик строк E10PRNT ENDP ; Подпрограмма печати
заголовка: ; ---------------------------- M10PAGE PROC NEAR
    CMP WORD PTR PAGECTR,3130H ;Первая страница?
    JE M30 ; да - обойти
    MOV CX,01 ;
    LEA DX,FFEED ; нет --
    CALL P10OUT ; перевести страницу,
    MOV LINECTR,03 ; установить счетчик строк M30:
    MOV CX,36 ;Длина заголовка
    LEA DX,HEADG ;Адрес заголовка M40:
    CALL P10OUT
    INC PAGECTR+1 ;Увеличить счетчик страниц
    CMP PAGECTR+1,3AH ;Номер страницы = шест.xx3A?
    JNE M50 ; нет - обойти,
    MOV PAGECTR+1,30H ; да - перевести в ASCII
    INC PAGECTR M50: RET M10PAGE ENDP ; Подпрограмма печати: ; ----------
P10OUT PROC NEAR ;CX и DX установлены
    MOV AH,40H ;Функция печати
    MOV BX,04 ;Номер устройства
    INT 21H ;Вызов DOS
    RET P10OUT ENDP ; Очистка экрана: ; ---------- Q10CLR PROC NEAR
    MOV AX,0600H ;Функция прокрутки
    MOV BH,60H ;Цвет (07 для ч/б)
    MOV CX,0000 ;От 00,00
    MOV DX,184FH ; до 24,79
    INT 10H ;Вызов BIOS
    RET Q10CLR ENDP ; Установка курсора (строка/столбец):
```

```
; ---------------------------------- Q20CURS PROC NEAR ;DX уже установлен
    MOV AH,02 ;Функция установки курсора
    MOV BH,00 ;Страница Э 0
    INT 10H ;Вызов BIOS
    RET Q20CURS ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
TITLE PRINASK (COM) Чтение и печать дисковых записей CODESG SEGMENT PARA
'Code'
    ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG,ES:CODESG
    ORG 100H BEGIN JMP MAIN ; ---------------------------------------------------------- PATHPAR
LABEL BYTE ;Список параметров для MAXLEN DB 32 ; ввода NAMELEN DB ? ; имени
файла FILENAM DB 32 DUP(' ') SECTOR DB 512 DUP(' ') ;Область ввода для файла
DISAREA DB 120 DUP(' ') ;Область вывода COUNT DW 00 ENDCDE DW 00 FFEED DB 0CH
HANDLE DW 0 OPENMSG DB '*** Open error ***' PROMPT DB 'Name of file? ' ; ----------------
---------------------------------------- MAIN PROC NEAR ;Основная программа
    CALL Q10SCR ;Очистить экран
    CALL Q20CURS ;Установить курсор A10LOOP:
    MOV ENDCDE,00 ;Начальная установка
    CALL C10PRMP ;Получить имя файла
    CMP NAMELEN,00 ;Есть запрос?
    JE A90 ; нет - выйти
    CALL E10OPEN ;Открыть файл,
    ; установить DTA
    CMP ENDCDE,00 ;Ошибка при открытии?
    JNE A80 ; да - повторить запрос
    CALL R10READ ;Прочитать первый сектор
    CMP ENDCDE,00 ;Конец файла, нет данных?
    JE A80 ; да - повторить запрос
    CALL G10XPER ;Распечатать сектор A80:
    JMP A10LOOP A90: RET MAIN ENDP ; Подпрограмма запроса имени файла: ; --------------
------------------ C10PRMP PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01
    MOV CX,13
    LEA DX,PROMPT
    INT 21H
    MOV AH,0AH ;Функция ввода с клавиатуры
    LEA DX,PATHPAR
    INT 21H
    MOV BL,NAMELEN ;Записать
    MOV BH,00 ; 00 в конец
```

```
    MOV FILENAM[BX],0 ; имени файла C90 RET C10PRMP ENDP ; Открытие дискового
файла: ; ----------------------- E10OPEN PROC NEAR
    MOV AH,3DH ;Функция открытия
    MOV AL,00 ;Только чтение
    LEA DX,FILENAM
    INT 21H
    JNC E20 ;Проверить флаг CF
    CALL X10ERR ; ошибка, если установлен
    RET E20:
    MOV HANDLE,AX ;Сохранить номер файла
    MOV AX,2020H
    MOV CX,256 ;Очистить пробелами
    REP STOSW ; область сектора
    RET E100PEN ENDP ; Подготовка и печать данных: ; ---------------------------- G10XFER
PROC NEAR
    CLD ;Направление слева-направо
    LEA SI,SECTOR ;Начальная установка G20:
    LEA DI,DISAREA
    MOV COUNT,00 G30:
    LEA DX,SECTOR+512
    CMP SI,DX ;Конец сектора?
    JNE G40
    CALL R10READ ; да - читать следующий
    CMP ENDCDE,00 ;Конец файла?
    JE G80 ; да - выйти
    LEA SI,SECTOR G40:
    MOV BX,COUNT
    CMP BX,80 ;Конец области вывода?
    JB G50 ; нет - обойти
    MOV [DI+BX],0D0AH ; да - записать CR/LF
    CALL P10PRNT
    LEA DI,DISAREA ;Начало области вывода G50:
    LODSB ;Записать [SI] в AL,
    ; увеличить SI
    MOV BX,COUNT
    MOV [DI+BX],AL ;Записать символ
    INC BX
    CMP AL,1AH ;Конец файла?
    JE G80 ; да - выйти
    CMP AL,0AH ;Конец строки?
    JNE G60 ; нет - обойти,
```

```
    CALL P10PRNT ; да - печатать
    JMP G20 G60:
    CMP AL,09H ;Символ табуляции?
    JNE G70
    DEC BX ; да - установить BX:
    MOV BYTE PTR [DI+BX],20H ;Заменит TAB на пробел
    AND BX,0FFF8H ;Обнулить правые 8 бит
    ADD BX,08 ; и прибавить 8 G70:
    MOV COUNT,BX
    JMP G30 G80: MOV BX,COUNT ;Конец файла
    MOV BYTE PTR [DI+BX],0CH ;Прогон страницы
    CALL P10PRNT ;Печатать последнюю строку G90: RET G10XFER ENDP ; Подпрограммы
печати: ; ------------------- P10PRNT PROC NEAR
    MOV AH,40H ;Функция печати
    MOV BX,04
    MOV CX,COUNT ;Длина
    INC CX
    LEA DX,DISAREA
    INT 21H
    MOV AX,2020H ;Очистить область вывода
    MOV CX,60
    LEA DI,DISAREA
    REP STOSW
    RET P10PRNT ENDP ; Подпрограмма чтения сектора: ; ---------------------------- R10READ
PROC NEAR
    MOV AH,3FH ;Функция чтения
    MOV BX,HANDLE ;Номер файла
    MOV CX,512 ;Длина
    MOV DX,SECTOR ;Буфер
    INT 21H
    MOV ENDCDE,AX
    RET R10READ ENDP ; Прокрутка экрана: ; ---------------- Q10SCR PROC NEAR
    MOV AX,0600H
    MOV BH,1EH ;Установить цвет
    MOV CX,0000 ;Прокрутка (сскроллинг)
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    RET Q10SCR ENDP
```

```
; Подпрограмма установки курсора: ; ------------------------------ Q20CURS PROC NEAR
    MOV AH,02 ;Функция установки
    MOV BH,00 ; курсора
    MOV DX,00
    INT 10H
    RET Q20CURS ENDP ; Вывод сообщения об ошибке: ; ------------------------- X10ERR PROC
NEAR
    MOV AH,40H ;Функция вывода на экран
    MOV BX,01 ;Номер
    MOV CX,18 ;Длина
    LEA DX,OPENMSG ;Адрес сообщения
    INT 1H
    MOV NDCDE,01 ;Признак ошибки
    RET X10ERR ENDP CODESG ENDS
    END BEGIN
```

```
    TITLE MACRO1 (EXE) Макрос для инициализации
    ; -----------------------------------------
    INIT1 MACRO
    ASSUME CS:CSEG,DS:DSEG,SS:STACK,ES:DSEG
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DSEG
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    ENDM ;Конец макрокоманды
    ; ----------------------------------------- 0000 STACK SEGMENT PARA STACK 'Stack' 0000 20
[ ???? ] DW 32 DUP(?) 0040 STACK ENDS
    ; ----------------------------------------- 0000 DSEG SEGMENT PARA 'Data' 0000 54 65 73 74
20 6F MESSGE DB 'Test of macro-instruction', 13
    66 20 6D 61 63 72
    6F 2D 69 6E 73 74
    72 65 73 74 69 6F
    6E 0D 001A DSEG ENDS
    ; ----------------------------------------- 0000 CSEG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN
PROC FAR
    INIT1 ;Макрокоманда 0000 1E + PUSH DS 0001 2B C0 + SUB AX,AX 0003 50 + PUSH AX
0004 B8 ---- R + MOV AX,DSEG 0007 8E D8 + MOV DS,AX 0009 8E C0 + MOV ES,AX 000B
B4 40 MOV AH,40H ;Вывод на экран 000D BB 0001 MOV BX,01 ;Номер 0010 B9 001A MOV
CX,26 ;Длина 0013 8D 16 0000 R LEA DX,MESSGE ;Сообщение 0017 CD 21 INT 21H 0019
CB RET 001A BEGIN ENDP 001A CSEG ENDS
    END BEGIN
Macros:
    N a m e Length INIT1. . . . . . . . . . . . . . . 0004
Segments and Groups:
    N a m e Size Align Combine Class CSEG . . . . . . . . . . . . . . . 001A PARA NONE 'CODE'
DSEG . . . . . . . . . . . . . . . 001A PARA NONE 'DATA' STACK. . . . . . . . . . . . . . . 0040 PARA
STACK 'STACK'
```

```
Symbols:
    N a m e Type Value Attr BEGIN. . . . . . . . . . . . . . . F PROC 0000 CSEG Length=001A
MESSAGE. . . . . . . . . . . . . L BYTE 0000 DSEG
```

```
    TITLE MACRO2 (EXE) Использование параметров
    ; ------------------------------------------------
    INIT2 MACRO CSNAME,DSNAME,SSNAME
    ASSUME CS:CSNAME,DS:DSNAME,SS:SSNAME,ES:DSNAME
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DSNAME
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    ENDM ;Конец макрокоманды
    ; ------------------------------------------------ 0000 STACK SEGMENT PARA STACK 'Stack' 0000
20 [ ???? ] DW 32 DUP(?) 0040 STACK ENDS
    ; ------------------------------------------------ 0000 DSEG SEGMENT PARA 'Data' 0000 54 65 73
74 20 6F MESSAGE DB 'Test of macro', '$'
    66 20 6D 61 63 72
    6F 24 000E DSEG ENDS
    ; ------------------------------------------------ 0000 CSEG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN
PROC FAR
    INIT2 CSEG,DSEG,STACK 0000 1E + PUSH DS 0001 2B C0 + SUB AX,AX 0003 50 +
PUSH AX 0004 B8 ---- R + MOV AX,DSEG 0007 8E D8 + MOV DS,AX 0009 8E C0 + MOV
ES,AX 000B B4 09 MOV AH,09 ;Вывод на экран 000D 8D 16 0000 R LEA DX,MESSGE
;Сообщение 0011 CD 21 INT 21H 0013 CB RET 0014 BEGIN ENDP 0014 CSEG ENDS
    END BEGIN
```

```
    TITLE MACRO3 (EXE) Директивы .LALL и .SALL
    ; ------------------------------------------------
    INIT2 MACRO CSNAME,DSNAME,SSNAME
    ASSUME CS:CSNAME,DS:DSNAME,SS:SSNAME,ES:DSNAME
    PUSH DS
    SUB AX,AX
    PUSH AX
    MOV AX,DSNAME
    MOV DS,AX
    MOV ES,AX
    ENDM
    ; ------------------------------------------------
    PROMPT MACRO MESSAGE
    ; Макрокоманда выводит на экран любые сообщения
    ;; Генерирует команды вызова DOS
    MOV AH,09 ;Вывод на экран
    LEA DX,MESSAGE
    INT 21H
    ENDM
    ; ------------------------------------------------ 0000 STACK SEGMENT PARA STACK 'Stack' 0000
20 [ ???? ] DW 32 DUP (?) 0040 STACK ENDS
    ; ------------------------------------------------ 0000 DATA SEGMENT PARA 'Data' 0000 43 75 73
74 6F 6D MESSG1 DB 'Customer name?', '$'
    65 72 20 6E 61 6D
    65 3F 24 000F 43 75 73 74 6F 6D MESSG2 DB 'Customer address?', '$'
    65 72 20 61 64 64
    72 65 73 73 3F 24 0021 DATA ENDS
    ; ------------------------------------------------ 0000 CSEG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN
PROC FAR
    .SALL
    INIT2 CSEG,DATA,STACK
    PROMPT MESSG1
    .LALL
    PROMPT MESSG2
    + ; Макрокоманда выводит на экран любые сообщения 0013 B4 09 + MOV AH,09 ;Вывод
на экран 0015 8D 16 000F R + LEA DX,MESSG2 0019 CD 21 + INT 21H 001B CB RET 001C
BEGIN ENDP 001C CSEG ENDS
    END BEGIN
```

```
    TITLE MACRO4 (COM) Использование директивы LOCAL
    ; -----------------------------------------------
    DIVIDE MACRO DIVIDEND,DIVISOR,QUOTIENT
    LOCAL COMP
    LOCAL OUT
    ; AX=делимое, BX=делитель, CX=частное
    MOV AX,DIVIDEND ;Загрузить делимое
    MOV BX,DIVISOR ;Загрузить делитель
    SUB CX,CX ;Регистр для частного
    COMP:
    CMP AX,BX ;Делимое < делителя?
    JB OUT ; да - выйти
    SUB AX,BX ;Делимое - делитель
    INC CX ;Частное + 1
    JMP COMP
    OUT:
    MOV QUOTIENT,CX ;Записать результат
    ENDM
    ; ----------------------------------------------- 0000 CSEG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CSEG,DS:CSEG,SS:CSEG,ES:CSEG 0100 ORG 100H 0100 EB 06 BEGIN:
JMP SHORT MAIN
    ; ----------------------------------------------- 0102 0096 DIVDND DW 150 ;Делимое 0104 001B
DIVSOR DW 27 ;Делитель 0106 ???? QUOTNT DW ? ;Частное
    ; ----------------------------------------------- 0108 MAIN PROC NEAR
    .LALL
    DIVIDE DIVDND,DIVSOR,QUOTNT
    + ; AX=делимое, BX=делитель, CX=частное 0108 A1 0102 R + MOV AX,DIVDND
;Загрузить делимое 010B 8B 1E 0104 R + MOV BX,DIVSOR ;Загрузить делитель 010F 2B C9
+ SUB CX,CX ;Регистр для частного 0111 + ??0000: 0111 3B C3 + CMP AX,BX ;Делимое <
делителя? 0113 72 05 + JB ??0001 ; да - выйти 0115 2B C3 + SUB AX,BX ;Делимое - делитель
0117 41 + INC CX ;Частное + 1 0118 EB F7 + JMP ??0000 011A + ??0001: 011A 89 0E 0106 R +
MOV QUOTNT,CX ;Записать результат 011E C3 RET 011F MAIN ENDP 011F CSEG ENDS
    END BEGIN
```

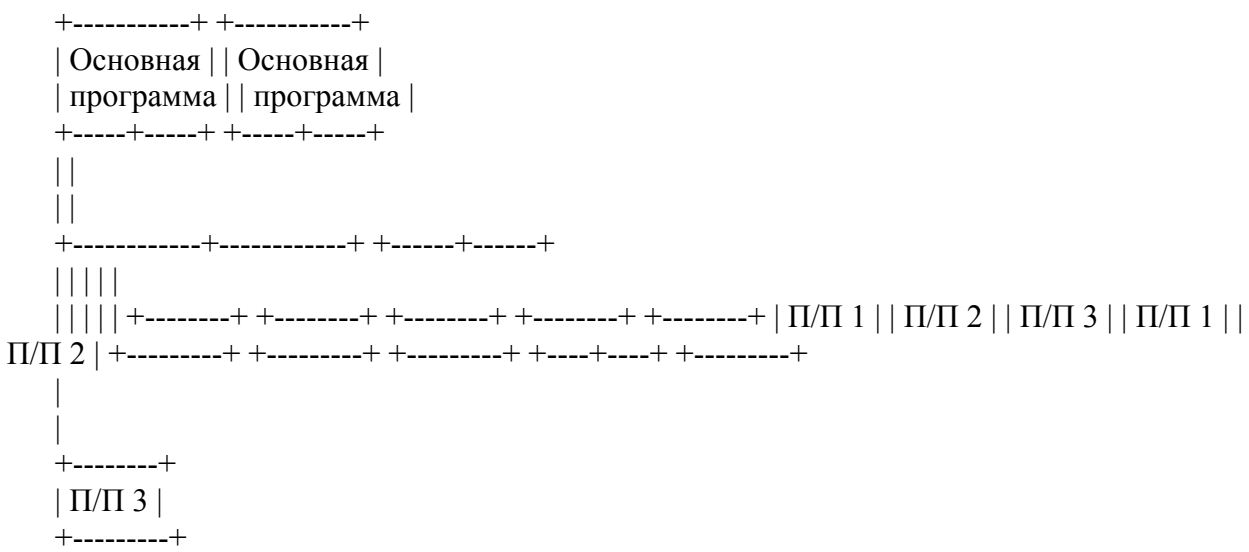
```
    TITLE MACRO5 (EXE) Проверка директивы INCLUDE
    EDIF
    ; ---------------------------------------------- 0000 STACK SEGMENT PARA STACK 'Stack' 0000
20 [????] DW 32 DUP(?) 0040 STACK ENDS
    ; ---------------------------------------------- 0000 DATA SEGMENT PARA 'Data' 0000 54 65 73
74 20 6F MESSGE DB 'Test of macro','$'
    66 20 6D 61 63 72
    6F 24 000E DATA ENDS
    ; ---------------------------------------------- 0000 CSEG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN
PROC FAR
    INIT CSEG,DATA,STACK 0000 1E + PUSH DS 0001 3B C0 + SUB AX,AX 0003 50 + PUSH
AX 0004 B8 ---- R + MOV AX,DATA 0007 8E D8 + MOV DS,AX 0009 8E C0 + MOV ES,AX
    PROMPT MESSGE 000B B4 09 + MOV AH,09 ;Вывод на экран 000D 8D 16 0000 R + LEA
DX,MESSGE 0011 CD 21 + INT 21H 0013 CB RET 0014 BEGIN ENDP 0014 CSEG ENDS
    END BEGIN
```

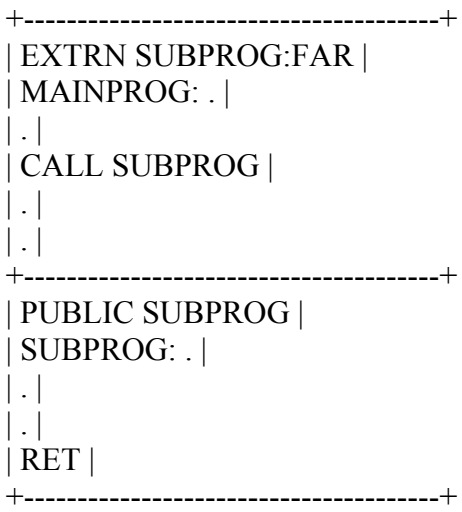
```
    TITLE MACRO6 (COM) Проверка дирктив IF и IFNDEF
    ; ----------------------------------------------
    DIVIDE MACRO DIVIDEND,DIVISOR,QUOTIENT
    LOCAL COMP
    LOCAL OUT
    CNTR = 0
    ; AX-делимое, BX-делитель, CX-частное
    IFNDEF DIVIDEND
    ; Делитель не определен
    CNTR = CNTR +1
    ENDIF
    IFNDEF DIVISOR
    ; Делимое не определено
    CNTR = CNTR +1
    ENDIF
    IFNDEF QUOTIENT
    ; Частное не определено
    CNTR = CNTR +1
    ENDIF
    IF CNTR
    ; Макрорасширение отменено
    EXITM
    ENDIF
    MOV AX,DIVIDEND ;Загрузка делимого
    MOV BX,DIVISOR ;Загрузка делителя
    SUB CX,CX ;Регистр для частного
    COMP:
    CMP AX,BX ;Делимое < делителя?
    JB OUT ; да - выйти
    SUB AX,BX ;Делимое - делитель
    INC CX ;Частное + 1
    JMP COMP
    OUT:
    MOV QUOTIENT,CX ;Запись результата
    ENDM
    ; ---------------------------------------------- 0000 CSEG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CSEG,DS:CSEG,SS:CSEG,ES:CSEG 0100 ORG 100H 0100 EB 06 BEGIN:
JMP SHORT MAIN
    ; ---------------------------------------------- 0102 0096 DIVDND DW 150 0104 001B DIVSOR
DW 27 0106 ???? QUOTNT DW ?
    ; ---------------------------------------------- 0108 MAIN PROC NEAR
    .LALL
    DIVIDE DIVDND,DIVSOR,QUOTNT = 0000 + CNTR = 0
    + ; AX-делимое, BX-делитель, CX-частное
    + ENDIF
```

+ ENDIF

```
    + ENDIF
    + ENDIF 0108 A1 0102 R + MOV AX,DIVDND ;Загрузка делимого 0108 8B 1E 0104 R +
MOV BX,DIVSOR ;Загрузка делителя 010F 2B C9 + SUB CX,CX ;Регистр для частного 0111 +
??0000: 0111 3B C3 + CMP AX,BX ;Делимое < делителя? 0113 72 05 + JB ??0001 ; да - выйти
0115 2B C3 + SUB AX,BX ;Делимое - делитель 0117 41 + INC CX 0118 EB F7 + JMP ??0000
011A + ??0001: 011A 89 0E 0106 R + MOV QUOTNT,CX ;Запись результата
    DIVIDE DIDND,DIVSOR,QUOT = 0000 + CNTR = 0
    + ; AX-делимое, BX-делитель, CX-частное
    + IFNDEF DIDND
    + ; Делитель не определен = 0001 + CNTR = CNTR +1
    + ENDIF
    + ENDIF
    + IFNDEF QUOT
    + ; Частное не определено = 0002 + CNTR = CNTR +1
    + ENDIF
    + IF CNTR
    + ; Макрорасширение отменено
    + EXITM 011E C3 RET 011F MAIN ENDP 011F CSEG ENDS
    END BEGIN
```

```
    TITLE MACRO7 (COM) Проверка директивы IFIDN
    ; -----------------------------------------
    MOVIF MACRO TAG
    IFIDN <&TAG>,<B>
    REP MOVSB
    EXITM
    ENDIF
    IFIDN <&TAG>,<W>
    REP MOVSW
    ELSE
    ; Не указан параметр B или W,
    ; по умолчанию принято B
    REP MOVSB
    ENDIF
    ENDM
    ; ----------------------------------------- 0000 CSIG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CSEG,DS:CSEG,SS:CSEG,ES:CSEG 0100 ORG 100H 0100 EB 00 BEGIN:
JMP SHORT MAIN
    ; ... 0102 MAIN PROC NEAR
    .LALL
    MOVIF B
    + IFIDN <B>,<B> 0102 F3/A4 + REP MOVSB
    + EXITM
    MOVIF W
    + ENDIF
    + IFIDN <W>, <W> 0104 F3/A5 + REP MOVSW
    + ENDIF
    MOVIF
    + ENDIF
    + ELSE
    + ; Не указан параметр B или W,
    + ; по умолчанию принято B 0106 F3/A4 + REP MOVSB
    + ENDIF 0108 C3 RET 0109 MAIN ENDP 0109 CSEG ENDS
    END BEGIN
```


Основная программа
Основная программа
П/П 1
П/П 2
П/П 3
П/П 1
П/П 2
П/П 3


EXTRN SUBPROG:FAR
MAINPROG: .
.
CALL SUBPROG
.
.
PUBLIC SUBPROG
SUBPROG: .
.
.
RET

```
     page 60,132
     TITLE CALLMULL1 (EXE) Вызов подпрограммы умножения
     EXTRN SUBMUL:FAR
     ;---------------------------------------------- 0000 STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
0000 40 [ ???? ] DW 64 DUP(?) 0080 STACKSG ENDS
     ;---------------------------------------------- 0000 DATASG SEGMENT PARA 'Data' 0000 0140
QTY DW 0140H 0002 2500 PRICE DW 2500H 0004 DATASG ENDS
     ;---------------------------------------------- 0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code' 0000 BEGIN
PROC FAR
     ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG 0000 1E PUSH DS 0001 2B C0 SUB
AX,AX 0003 50 PUSH AX 0004 B8 ---- R MOV AX,DATASG 0007 8E D8 MOV DS,AX 0009
A1 0002 R MOV AX,PRICE ;Загрузить стоимость 000C 8B 1E 0000 R MOV BX,QTY ; и
количество 0010 9A 0000 ---- E CALL SUBMUL ;Вызвать подпрограмму 0015 CB RET 0016
BEGIN ENDP 0016 CODESG ENDS
     END BEGIN
Segments and Groups:
     N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . . . . . . . . 0016 PARA NONE 'CODE'
DATASG . . . . . . . . . . . . 0004 PARA NONE 'DATA' STACKSG. . . . . . . . . . . . 0080 PARA
STACK 'STACK'
Symbols:
     N a m e Type Value Attr BEGIN. . . . . . . . . . . . . F PROC 0000 CODESG Length=0016 PRICE.
. . . . . . . . . . . . L WORD 0002 DATASG QTY. . . . . . . . . . . . . . L WORD 0000 DATASG
SUBMUL . . . . . . . . . . . . L FAR 0000 External
```

```
     page 60,132
     TITLE SUBMUL Подпрограмма для умножения
     ;---------------------------------------------- 0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code' 0000
SUBMUL PROC FAR
     ASSUME CS:CODESG
     PUBLIC SUBMUL 0000 F7 E3 MUL BX ;AX-стоимость, BX-количество 0002 CB RET
;Произведение в DX:AX
```

```
0003 SUBMUL ENDP 0003 CODESG ENDS
    END SUBMUL
Segments and groups:
    N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . . . . . . . . 0003 PARA NONE 'CODE'
Symbols:
    N a m e Type Value Attr SUBMUL . . . . . . . . . . . . F PROC 0000 CODESG Clobal
Length=0003

LINK IBM Personal Computer Linker Version 2.30 (C) Copyright IBM Corp 1981, 1985 Object
Modules: B:CALLMUL1+B:SUBMUL1 Run File: [B:CALLMUL1.EXE]: <return> List
File:[NUL.MAP]: CON Libraries [.LIB]: <return>

    Start Stop Length Name Class

    00000H 00015H 0016H CODESG CODE <--Примечание: 2 кодовых
    00020H 00022H 0003H CODESG CODE <-- сегмента
    00030H 00033H 0004H DATASG DATA
    00040H 000BFH 0080H STACKSG STACK
Program entry point at 0000:0000
```

```
    page 60,132
    TITLE CALLMUL2 (EXE) Вызов подпрограммы умножения
    EXTERN SUBMUL:FAR
    ;---------------------------------------------- 0000 STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
0000 40 [????] DW 64 DUP(?) 0080 STACKSG ENDS
    ;---------------------------------------------- 0000 DATASG SEGMENT PARA 'Data' 0000 0140
QTY DW 0140H 0002 2500 PRICE DW 2500H 0004 DATASG ENDS
    ;---------------------------------------------- 0000 CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'Code' 0000
BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG 0000 1E PUSH DS 0001 2B C0 SUB
AX,AX 0003 50 PUSH AX 0004 B8 ---- R MOV AX,DATASG 0007 8E D8 MOV DS,AX 0009
A1 0002 R MOV AX,PRICE ;Загрузить стоимость 000C 8B 1E 0000 R MOV BX,QTY ; и
количество 0010 9A 0000 ---- E CALL SUBMUL ;Вызвать подпрограмму 0015 CB RET 0016
BEGIN ENDP
0016 CODESG ENDS
    END BEGIN
Segments and Group:
    N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . .0016 PARA PUBLIC 'CODE'
DATASG . . . . . .0004 PARA NONE 'DATA' STACKSG. . . . . .0080 PARA
STACK 'STACK'
Symbols:
    N a m e Type Value Attr BEGIN. . . . . F PROC 0000 CODESG Lenght=0016 PRICE.
. . . . . L WORD 0002 DATASG QTY. . . . . L WORD 0000 DATASG
SUBMUL . . . . . L FAR 0000 External
```

```
    page 60,132
    TITLE SUBMUL2 Вызываемая подпрограмма умножения
    ;---------------------------------------------- 0000 CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'CODE'
0000 SUBMUL PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG
    PUBLIC SUBMUL 0000 F7 E3 MUL BX ;AX-стоимость, BX-количество
```

```
0002 CB RET ;Произведение в DX:AX 0003 SUBMUL ENDP 0003 CODESG ENDS
    END SUBMUL
Segments and Groups:
    N a m e Size Align Combine Class CODESG. . . . . . . . . . . . . 0003 PARA PUBLIC 'CODE'
Symbols:
    N a m e Type Value Attr SUBMUL. . . . . . . . . . . . .F PROC 0000 CODESG Global
Length=0003

LINK IBM Personal Computer Linker Version 2.30 (C) Copyright IBM Corp 1981, 1985 Object
Modules: B:CALLMUL2+B:SUBMUL2 Run File: [B:CALLMUL2.EXE]: <return> List File:
[NUL.MAP]: CON Libraries [.LIB]: <return>

    Start Stop Length Name Class
    00000H 00022H 0023H CODESG CODE <-- Примечание: 1 сегмент кода
    00030H 00033H 0004H DATASG DATA
    00040H 000BFH 0080H STACKSG STACK
Program entry point at 0000:0000
```

```
    page 60,132
    TITLE CALLMUL3 (EXE) Вызов подпрограммы
    ; для умножения
    EXTRN SUBMUL:FAR
    PUBLIC QTY,PRICE
    ;------------------------------------------------ 0000 STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
0000 40 [????] DW 64 DUP(?) 0080 STACKSD ENDS
    ;------------------------------------------------ 0000 DATASG SEGMENT PARA PUBLIC 'Data'
0000 0140 QTY DW 0140H 0002 2500 PRICE DW 2500H 0004 DATASG ENDS
    ;------------------------------------------------ 0000 CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'Code'
0000 BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG 0000 1E PUSH DS 0001 2B C0 SUB
AX,AX 0003 50 PUSH AX 0004 B8 ---- R MOV AX,DATASG 0007 8E D8 MOV DS,AX 0009
9A 0000 ---- E CALL SUBMUL ;Вызвать подпрограмму 000E CB RET 000F BEGIN ENDP
000F CODESG ENDS
    END BEGIN
Segments and Groups:
    N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . . . . . . . . 000F PARA PUBLIC 'CODE'
DATASG . . . . . . . . . . . . 0004 PARA PUBLIC 'DATA' STACKSG. . . . . . . . . . . . 0080 PARA
STACK 'STACK'
Symbols:
    N a m e Type Value Attr BEGIN. . . . . . . . . . . . . F PROC 0000 CODESG Length=000F PRICE.
. . . . . . . . . . . . L WORD 0002 DATASG Global QTY. . . . . . . . . . . . . . L WORD 0000 DATASG
Global SUBMUL . . . . . . . . . . . . L FAR 0000 External
```

```
    page 60,132
    TITLE SUBMUL Подпрограмма для умножения
    EXTRN QTY:WORD,PRICE:WORD
    ;------------------------------------------------ 0000 CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'CODE'
0000 SUBMUL PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG
    PUBLIC SUBMUL
```

```
0000 A1 0000 E MOV AX,PRICE 0003 8B 1E 0000 E MOV BX,QTY 0007 F7 E3 MUL BX
;Произведение в DX:AX 0009 CB RET 000A SUBMUL ENDP 000A CODESG ENDS
    END SUBMUL
Segments and Groups:
    N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . . . . . . . . 000A PARA PUBLIC 'CODE'
Symbols:
    N a m e Type Value Attr PRICE. . . . . . . . . . . . . V WORD 0000 External QTY. . . . . . . . . . . . . .
V WORD 0000 External SUBMUL . . . . . . . . . . . . F PROC 0000 CODESG Global Length=000A

LINK IBM Personal Computer Linker Version 2.30 (C) Copyright IBM Corp 1981, 1985 Object
Modules: B:CALLMUL3+B:SUBMUL3 Run File: [B:CALLMUL3.EXE]: <return> List File:
[NUL.MAP]: CON Libraries [.LIB]: <return>

    Start Stop Length Name Class

    00000H 00019H 001AH CODESG CODE
    00030H 00033H 0004H DATASG DATA
    00040H 000BFH 0080H STACKSG STACK
PROGRAM entry point at 0000:0000
```

```
    page 60,132
    TITLE CALLMULL4 (EXE) Передача параметров
    ; в подпрограмму
    EXTRN SUBMUL:FAR
    ;------------------------------------------------ 0000 STACKSG SEGMENT PARA STACK 'Stack'
0000 40 [ ???? ] DW 64 DUP(?) 0080 STACKSG ENDS
    ;------------------------------------------------ 0000 DATASG SEGMENT PARA 'Data' 0000 0140
QTY DW 0140H 0002 2500 PRICE DW 2500H 0004 DATASG ENDS
    ;------------------------------------------------ 0000 CODESG SEGMENT PARA PUBLIC 'Code'
0000 BEGIN PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG,DS:DATASG,SS:STACKSG 0000 1E PUSH DS 0001 2B C0 SUB
AX,AX 0003 50 PUSH AX 0004 B8 ---- R MOV A,DATASG 0007 8E D8 MOV DS,AX 0009 FF
36 0002 R PUSH PRICE 000D FF 36 0000 R PUSH QTY 0011 9A 0000 ---- E CALL SUBMUL
;Вызвать подпрограмму 0016 CB RET 0017 BEGIN ENDP 0017 CODESG ENDS
    END BEGIN
Segments and Groups:
    N a m e Sise Align Combine Class CODESG . . . . . . . . . . . . 0017 PARA NONE 'CODE'
DATASG . . . . . . . . . . . . 0004 PARA NONE 'DATA' STACKSG. . . . . . . . . . . . 0080 PARA
STACK 'STACK'
Symbols:
    N a m e Type Value Attr BEGIN. . . . . . . . . . . . . F PROC 0000 CODESG Length=0017 PRICE.
. . . . . . . . . . . . L WORD 0002 DATASG QTY. . . . . . . . . . . . . . L WORD 0000 DATASG
SUBMUL . . . . . . . . . . . . L FAR 0000 External


    page 60,132
    TITLE SUBMUL Вызываемая подпрограмма умножения 0000 CODESG SEGMENT PARA
PUBLIC 'Code' 0000 SUBMUL PROC FAR
    ASSUME CS:CODESG
    PUBLIC SUMBUL 0000 55 PUSH BP 0001 8P EC MOV BP,SP
```

0003 8B 46 08 MOV AX,[BP+8] ;Стоимость 0006 8B 5E 06 MOV BX,[BP+6] ;Количество 0009 F7 E3 MUL BX ;Произведение в DX:AX 000B 5D POP BP 000F SUMBUL ENDP 000F CODESG ENDS
END
Segments and Groups:
N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . 000F PARA PUBLIC 'CODE'
Symbols:
N a m e Type Value Attr SUBMUL . . . . . F PROC 0000 CODESG Global Length=000F

LINK IBM Personal Computer Linker Version 2.30 (C) Copyright IBM Corp 1981, 1985 Object Modules: B:CALLMUL4+B:SUBMUL4 Run File: [B:CALLMUL4.EXE]: <return> List File: [NUL.MAP]: CON Libraries [.LIB]: <return>

Start Stop Length Name Class

00000H 00019H 001AH CODESG CODE
00030H 00033H 0004H DATASG DATA
00040H 000BFH 0080H STACKSG STACK
PROGRAM entry point at 0000:0000

```
LOAD"D:BASTEST.BAS
LIST 010 CLEAR ,32768! 020 ' для BLOAD 030 ' для DEFSEG 040 ' для точки входа в CALL
050 ' для вызова ASM-модуля 060 FOR N = 1 TO 5 070 INPUT "Hours "; H 080 INPUT "Rate ";
R 090 W = H * R 100 PRINT "Wage = " W 110 NEXT N 120 END
```

```
TITLE LINKBAS Ассемблерная подпрограмма, вызываемая из BASIC CODESG SEGMENT
PARA 'CODE'
    ASSUME CS:CODESG CLRSCRN PROC FAR
    PUSH BP ;Сохранить BP
    MOV BP,SP ;База списка параметров
    MOV AX,0600H ;Функция прокрутки
    MOV BH,07 ; всего
    MOV CX,0000 ; экрана
    MOV DX,184FH
    INT 10H
    POP BP
    RET ;Завершить подпрограмму CLRSCRN ENDP CODESG ENDS
    END
```

D>LINK
IBM Personal Computer Linker Version 2.30 (C) Copyright IBM Corp. 1981, 1985
Object Modules [.OBJ]: LINKBAS Run File [LINKBAS.EXE]: LINKBAS/HIGH List File [NUL.MAP]: CON Libraries [.LIB]: Warning: no stack segment

Start Stop Length Name Class
00000H 00011H 00012H CODESG CODE D>DEBUG BASIC.COM -R AX=0000 BX=0000 CX=0012 DX=0000 SP=FFFF BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=1410 ES=1410 SS=1410 CS=1410 IP=0100 NV UP EI PL NZ NA PO NC 1410:0100 E9E03E JMP 3FE3 -N D:LINKBAS.EXE -L -R AX=FFA3 BX=0000 CX=0012 DX=0000 SP=0000 BP=0000 SI=0000 DI=0000 DS=1410 ES=1410 SS=9FE0 CS=9FE0 IP=0000 NV UP EI PL NZ NA PO NC 9FE0:0000 55 -R SS SS 9FE0 :1410 -R CS CS 9FE0 :1410 -R IP IP 0000 :0100 -G Ok DEF SEG = &H9EF0 Ok BSAVE "D:CLRSCREEN.MOD",0,&H12 Ok SYSTEM Program terminated normally -Q D>BASIC IBM Personal Computer Basic Ver4sion D3.10 Copyright IBM Corp. 1981, 1985 61310 Bytes free Ok LOAD"D:BASTEST.BAS Ok 20 BLOAD "D:CLRSCREEN.MOD" 30 DEF SEG = &H9FE0 40 CLRSCRN = 0

```
50 CALL CLRSCRN LIST
10 CLEAR ,32768! 20 BLOAD "D:CLRSCRN.MOD" 30 DEF SEG = &H9FE0 40 CLRSCRN = 0
50 CALL CLRSCRN 60 FOR N = 1 TO 5 70 INPUT "HOURS"; H 80 INPUT "rATE"; R 90 W = H
* R 100 PRINT "WAGE = " W 110 NEXT N 120 END Ok


program pascall ( input, output );

    procedure move_cursor( const row: integer;
    const col: integer ); extern;
    var
    temp_row: integer;
    temp_col: integer;

    begin
    write( 'Enter cursor row: ' );
    readln( temp_row );

    write( 'Enter cursor column:' );
    readln( temp_col );

    move_cursor( temprow, temp_col );
    write( 'New cursor location' );
    end.

TITLE MOVCUR Подпрограмма на ассемблере, ; вызываемая из программы на Паскале
    PUBLIC MOVE_CURSOR ;---------------------------------------------------------- ;
MOVE_CURSOR: Устанавливает курсор ; по переданным параметрам ; Параметры: const row
Строка и столбец ; const col для установки курсора ; Возвращаемое значение: Отсутствует ;---
---------------------------------------------------------- CODESEG SEGMENT PARA PUBLIC 'CODE'
MOVE_CURSOR PROC FAR
    ASSUME CS:CODESEG
```

```
ROWWPAR EQU 8 ;Параметр "строка" COLPAR EQU 6 ;Параметр "столбец"

    PUSH BP ;Сохранить регистр BP
    MOV BP,SP ;Установить BP на параметры

    MOV SI,[BP+ROWPAR] ;SI указывает на строку
    MOV DH,[SI] ;Поместить столбец в DL

    MOV AH,02 ;Функция установки курсора
    SUB BH,BH ;Страница #0
    INT 10H

    POP BP ;Вернуться
    RET 4 ; в вызывающую программу MOVE_CURSOR ENDP CODESEG ENDS
    END
```

Адрес начала Программа
00000 Таблица векторов прерываний (см. гл. 23)
00400 Область связи с постоянной памятью (ROM)
00500 Область связи с операционной системой (DOS)
00600 IBMBIO.COM
    Буфер каталога
    Дисковый буфер
    Блок параметров дисковода/таблица распределения
    файлов (FAT, одна для каждого дисковода)
XXXX0 Резидентная часть командного процессора COMMAND.COM
XXXX0 Область памяти для программ (типа COM или EXE)
XXXX0 Пользовательский стек для COM-программ (256 байтов)
XXXX0 Транзитная часть командного процессора COMMAND.COM
    (записывается в старшие адреса памяти).

```
TITLE EXDOS (EXE) Функция DOS 4BH для выполнения DIR CSEG GMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:CSEG,DS:CSEG,ES:CSEG BEGIN: JMP SHORT MAIN ;----------
---------- PARAREA DW ? ;Адрес строки вызова
```

```
    DW OFFSET DIRCOM ;Указатель
    ; на командную строку
    DW CSEG
    DW OFFSET FCB1 ;Указатель на FCB2
    DW CSEG
DIRCOM DB 17,'/C DIR D:',13,0 FCB1 DB 16 DUP(0) FCB2 DB 16 DUP(0) PROGNAM DB
'D:COMMAND.COM',0 ; ---------------------------------------------------- MAIN PROC FAR
    MOV AH,4AH ;Получить 64K памяти
    MOV BH,100H ; в параграфах
    INT 21H
    JC E10ERR ;Нет памяти?

    MOV DI,2CH ;Получить сегментный адрес
    MOV AX,[DI] ; строки вызова
    LEA SI,PARAREA ; и записать его в
    MOV [SI],AX ; 1 слово блока параметров
    MOV AX,CS ;Загрузить в DS и ES
    MOV DS,AX ; адрес CSEG
    MOV ES,AX

    MOV AH,4BH ;Функция загрузки
    MOV AL,00 ; и выполнения
    LEA BX,PARAREA ; COMMAND.COM
    LEA DX,PROGNAM
    INT 21H ;Вызвать DOS
    JC E20ERR ;Ошибка выполнения?
    MOV AL,00 ;Нет кода ошибки
    JMP X10XIT 0ERR:
    MOV AL,01 ;Код ошибки 1
    JMP X10XIT 0ERR:
    MOV AL,02 ;Код ошибки 2
    JMP X10XIT 0XIT:
    MOV AH,4CH ;Функция завершения
    INT 21H ;Вызвать DOS IN ENDP EG ENDS
    END
```

Адрес Функция прерывания (шест.) (шест.)

0-3 0 Деление на ноль
4-7 1 Пошаговый режим (трассировка для DEBUG)

8-B 2 Немаскируемое прерывание (NMI)
C-F 3 Точка останова в потоке команд (для DEBUG)
10-13 4 Переполнение регистров АЛУ
14-17 5 Печать экрана
18-1F Зарезервировано
20-23 8 Сигнал от таймера
24-27 9 Сигнал от клавиатуры
28-37 A,B,C,D Используются для AT
38-3B E Сигнал от дисковода
3C-3F F Обслуживание принтера
40-43 10 Управление экраном (см. гл. 8,9,10)
44-47 11 Запрос списка оборудования (см. гл. 9)
48-4B 12 Запрос размера физической памяти (см. гл. 2)
4C-4F 13 Управление дисковым вводом-выводом (гл. 18)
50-53 14 Управление коммуникационным вводом-выводом
54-57 15 Управление магнитофоном и спец.функции для AT
58-5B 16 Управление вводом с клавиатуры (гл. 9)
5C-5F 17 Вывод на принтер (гл. 19)
60-63 18 Обращение к BASIC в ПЗУ (ROM)
64-67 19 Перезагрузка системы
68-6B 1A Запрос и установка времени и даты
6C-6F 1B Получение управления по прерыванию с клавиатуры
70-73 1C Получение управления по прерыванию от таймера
74-77 1D Адрес таблицы параметров инициализации дисплея
78-7B 1E Адрес таблицы параметров дисковода
7C-7F 1F Адрес таблицы графических символов
80-83 20 DOS Нормальное завершение программы
84-87 21 DOS Обращение к функциям DOS
88-8B 22 DOS Адрес подпрограммы обработки завершения
8C-8F 23 DOS Адрес подпрограммы реакции на Ctrl+Break
90-93 24 DOS Вектор подпрограммы реакции на фатальную ошибку
94-97 25 DOS Абсолютное чтение секторов диска
98-9B 26 DOS Абсолютная запись на сектора диска
9C-9F 27 DOS Завершение программы, оставляющее ее резидентом
A0-FF 28-3F DOS Операции DOS 100-1FF 40-7F Зарезервировано 200-217 80-85 Зарезервировано для BASIC 218-3C3 86-F0 Используется BASIC-интерпретатором 3C4-3FF F1-FF Зарезервировано
Примечание: прерывания 00-1F для BIOS, 20-FF для DOS и BASIC

```
TITLE RESIDENT (COM) Резидентная программа для очистки ; экрана и установки цвета при нажатии ; Alt+Left Shift ;----------
INTTAB SEGMENT AT 0H ;Таблица векторов прерываний:
    ORG 9H*4 ; адрес для Int 9H, KBADDR LABEL DWORD ; двойное слово INTTAB ENDS
```

```
;--------------------------------------------------------
ROMAREA SEGMENT AT 400H ;Область параметров BIOS:
    ORG 17H ; адрес флага клавиатуры, KBFLAG DB ? ; состояние Alt + Shift ROMAREA
ENDS ;--------------------------------------------------------
CSEG SEGMENT PARA ;Сегмент кода
    ASSUME CS:CS
    ORG 100H BEGIN: JMP INITZ ;Выполняется только один раз
KBSAVE DD ? ;Для адреса INT 9 BIOS ; Очистка экрана и установка цветов: ; ----------
------------ COLORS PROC NEAR ;Процедура выполняется
    PUSH AX ; при нажатии Alt+Left Shift
    PUSH BX
    PUSH CX ;Сохранить регистры
    PUSH DX
    PUSH SI
    PUSH DI
    PUSH DS
    PUSH ES
    PUSHF
    CALL KBSAV ;Обработать прерывание
    ASSUME DS:ROMAREA
    MOV AX,ROMAREA ;Установить DS для
    MOV DS,AX ; доступа к состоянию
    MOV AL,KB AG ; Alt+Left Shift
    CMP AL,00001010B ;Alt+Left Shift нажаты?
    JNE EXIT ; нет - выйти
    MOV AX,0600H ;Функция прокрутки
    MOV BH,61H ;Установить цвет
    MOV CX,00
    MOV DX,18 FH
    INT 10H EXIT:
    POP ES ;Восстановить регистры
    POP DS
    POP DI
    POP SI
    POP DX
    POP CX
    POP BX
    POP AX
    IRET ;Вернуться COLORS ENDP
; Подпрограмма инициализации: ; ---------- INITZE PROC NEAR ;Выполнять
только один раз
```

```
    ASSUME DS:INTTAB
    PUSH DS ;Обеспечить возврат в DOS
    MOV AX,INTTAB ;Установить сегмент данных
    MOV DS,AX
    CLI ;Запретить прерывания
    ;Замена адреса обработчика:
    MOV AX,WORD PTR KBADDR ;Сохранить адрес
    MOV WORD PTR KBSAVE,AX ; BIOS
    MOV AX,WORD PTR BADDR+2
    MOV WORD PTR KBSAVE+2,AX
    MOV WORD PTR KBADDR,OFFSET COLORS ;Заменить
    MOV WORD PTR KBADDR+2,CS ; адрес BIOS
    STI ;Разрешить прерывания
    MOV DX,OFFSET INITZE ;Размер программы
    INT 27H ;Завершить и остаться INITZE ENDP ; резидентом
CSEG ENDS
    END BEGIN


TITLE SOUND (COM) Процедура для генерации звука SOUNSG SEGMENT PARA 'Code'
    ASSUME CS:SOUNG,DS:SOUNG,SS:SOUNG
    ORG 100H BEGIN: JMP SHORT MAIN ; ----------------------------------------------------
DURTION DW 1000 ;Время звучания TONE DW 256H ;Высота (частота) звука ; ----------------
---------------------------------- MAIN PROC NEAR
    IN AL,61H ;Получить и сохранить
    PUSH AX ; данные порта
    CLI ;Запретить прерывания
    CALL B10SPKR ;Произвести звук
    POP AX ;Восстановить значение
    OUT 61H,AL ; порта
    STI ;Разрешить прерывания
    RET MAIN ENDP
B10SPKR PROC NEAR B20: MOV DX,DURTION ;Установить время звучания B30:
    AND AL,11111100B ;Очистить биты 0 и 1
    OUT 61H,AL ;Передать на динамик
    MOV CX,TONE ;Установить частоту B40:
    LOOP B40 ;Задержка времени
    OR AL,00000010B ;Установить бит 1
    OUT 61H,AL ;Передать на динамик
    MOV CX,TONE ;становить частоту
```

```
B50:
    LOOP B50 ;Задержка времени
    DEC DX ;Уменьшить время звучания
    JNZ B30 ;Продолжать?
    SHL DURTION,1 ; нет - увеличить время,
    SHR TONE,1 ; сократить частоту
    JNZ B20 ;Нулевая частота?
    RET ; да - выйти B10SPKR ENDP
SOUNSG ENDS
    END BEGIN
```

```
     TITLE RECORD (COM) Проверка директивы RECORD 0000 CODESG SEGMENT PARA
'Code'
     ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG 0100 ORG 100H 0100 EB 02 BEGIN:
JMP SHORT MAIN
     ; ----------------------------------------------------
     BITREC RECORD BIT1:3,BIT2:7,BIT3:6 ;Определить запись 0102 9A AD DEFBITS
BITREC <101B,0110110B,011010B> ;Инициализировать биты
     ; ---------------------------------------------------- 0104 MAIN PROC NEAR 0104 A10: ;Ширина:
0104 B7 10 MOV BH,WIDTH BITREC ; записи (16) 0106 B0 07 MOV AL,WIDTH BIT2 ; поля
(07) 0108 B10: ;Величина сдвига: 0108 B1 0D MOV CL,BIT1 ; шест.0D 010A B1 06 MOV
CL,BIT2 ; 06 010C B1 00 MOV CL,BIT3 ; 00 010E C10: ;Маска: 010E B8 E000 MOV
AX,MASK BIT1 ; шест.E000 0111 BB 1FC0 MOV BX,MASK BIT2 ; 1FC0 0114 B9 003F MOV
CX,MASK BIT3 ; 003F 0117 D10: ;Выделение BIT2: 0117 A1 0102 R MOV AX,DEFBITS ;
получить запись, 011A 25 1FC0 AND AX,MASK BIT2 ; очистить BIT1 и BIT3, 011D B1 06
MOV CL,BIT2 ; получить сдвиг 06, 011F D3 E8 SHR AX,CL ; сдвинуть вправо 0121 E10:
;Выделение BIT1: 0121 A1 0102 R MOV AX,DEFBITS ; получить запись, 0124 B1 0D MOV
CL,BIT1 ; получить сдвиг 13, 0126 D3 E8 SHR AX,CL ; сдвинуть вправо 0128 C3 RET 0129
MAIN ENDP 0129 CODESG ENDS
     END BEGIN

Structures and records:
     N a m e Widht # fields
     Shift Widht Mask Initial
     BITREC . . . . . 0010 0003
     BIT1 . . . . . 000D 0003 E000 0000
     BIT2 . . . . . 0006 0007 1FC0 0000
     BIT3 . . . . . 0000 0006 003F 0000
Segments and Groups:
     N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . 0129 PARA NONE 'CODE'
Symbols:
     N a m e Type Value Attr A10. . . . . L NEAR 0104 CODESG B10. . . . . L
NEAR 0108 CODESG
```

```
BEGIN. . . . . L NEAR 0100 CODESG C10. . . . . L NEAR 010E CODESG
D10. . . . . L NEAR 0117 CODESG DEFBITS. . . . . L WORD 0102 CODESG
E10. . . . . L NEAR 0121 CODESG MAIN . . . . . N PROC 0104 CODESG
Length =0025
```

```
     TITLE DSTRUC (COM) Определение структуры 0000 CODESG SEGMENT PARA 'Code'
     ASSUME CS:CODESG,DS:CODESG,SS:CODESG 0100 ORG 100H 0100 EB 29 BEGIN:
JMP SHORT MAIN
     ; ---------------------------------------------
     PARLIST STRUC ;Список параметров 0000 19 MAXLEN DB 25 ; 0001 ?? ACTLEN DB ? ;
0002 19 [ 20 ] NAMEIN DB 25 DUP(' ') ; 001B PARLIST ENDS
     ; 0102 19 PARAMS PARLIST <> ;Область структуры 0103 ?? 0104 19 [ 20 ] 011D 57 68 61
74 20 69 PROMPT DB 'What is name?', 'S'
     73 20 6E 61 6D 65
     3F 24
     ; ---------------------------------------------- 012B MAIN PROC NEAR 012B B4 09 MOV AH,09
;Выдать запрос 012D 8D 16 011D R LEA DX,PROMPT 0131 CD 21 INT 21H 0133 B4 0A MOV
AH,0AH ;Получить ввод 0135 8D 16 0102 R LEA DX,PARAMS 0139 CD 21 INT 21H 013B A0
0103 R MOV AL,PARAMS.ACTLEN ;Длина ввода
     ; ... 013E C3 RET 013F MAIN ENDP 013F CODESG ENDS
     END BEGIN

Structures and records:
     N a m e Width # fields
     Shift Width Masc Initial PARLIST. . . . . 001B 0003
     MAXLEN . . . . . 0000
     ACTLEN . . . . . 0001
     NAMEIN . . . . . 0002
Segments and Groups:
     N a m e Size Align Combine Class CODESG . . . . . 013F PARA NONE 'CODE'
Symbols:
     N a m e Type Value Attr BEGIN. . . . . L NEAR 0100 CODESG MAIN . . . . . .
. N PROC 012B CODESG Length =0014 PARAMS . . . . . L 001B 0102 CODESG
PROMPT . . . . . L BYTE 011D CODESG
```

Основные, базовые и индексные регистры:

Биты: w = 0 w = 1
000 AL AX
001 CL CX
010 DL DX
011 BL BX
100 AH SP
101 CH BP
110 DH SI
111 BH DI

Биты: Сегментный регистр:
00 ES
01 CS
10 SS
11 DS

r/m mod=00 mod=01 mod=10 mod=1.1 mod=11
w=0 w=1 000 BX+SI BX+SI+disp BX+SI+disp AL AX 001 BX+DI BX+DI+disp BX+DI+disp CL CX 010 BP+SI BP+SI+disp BP+SI+disp DL DX 011 BP+DI BP+DI+disp BP+DI+disp BL BX 100 SI SI+disp SI+disp AH SP 101 DI DI+disp DI+disp CH BP 110 Direct BP+disp BP+disp DH SI 111 BX BX+disp BX+disp BH DI

Таблица А-1 Набор ASCII символов

Дес Шест Симв Дес Шест Симв Дес Шест Симв Дес Шест Симв
000 00h Нуль 032 20h sp 064 40h @ 096 60h ` 001 01h Начало заголовка 033 21h ! 065 41h A 097 61h a 002 02h Начало текста 034 22h " 066 42h B 098 62h b 003 03h Конец текста 035 23h # 067 43h C 099 63h c 004 04h Конец передачи 036 24h $ 068 44h D 100 64h d 005 05h КТМ 037 25h % 069 45h E 101 65h e 006 06h Да 038 26h & 070 46h F 102 66h f 007 07h Звонок 039 27h ' 071 47h G 103 67h g 008 08h Возврат на шаг 040 28h (072 48h H 104 68h h 009 09h Гориз.табуляция 041 29h) 073 49h I 105 69h i 010 0Ah Перевод строки 042 2Ah * 074 4Ah J 106 6Ah j 011 0Bh Верт.табуляция 043 2Bh + 075 4Bh K 107 6Bh k 012 0Ch Перевод страницы 044 2Ch , 076 4Ch L 108 6Ch l 013 0Dh Возврат каретки 045 2Dh - 077 4Dh M 109 6Dh m 014 0Eh Shift out 046 2Eh . 078 4Eh N 110 6Eh n 015 0Fh Shift in 047 2Fh / 079 4Fh O 111 6Fh o 016 10h Data line esc 048 30h 0 080 50h P 112 70h p 017 11h Управление 1 049 31h 1 081 51h Q 113 71h q 018 12h Управление 2 050 32h 2 082 52h R 114 72h r 019 13h Управление 3 051 33h 3 083 53h S 115 73h s 020 14h Управление 4 052 34h 4 084 54h T 116 74h t 021 15h Нет 053 35h 5 085 55h U 117 75h u 022 16h Синхронизация 054 36h 6 086 56h V 118 76h v 023 17h Конец блока 055 37h 7 087 57h W 119 77h w 024 18h Анулирование 056 38h 8 088 58h X 120 78h x 025 19h End of medium 057 39h 9 089 59h Y 121 79h y 026 1Ah Замена 058 3Ah : 090 5Ah Z 122 7Ah z 027 1Bh Escape 059 3Bh ; 091 5Bh [123 7Bh { 028 1Ch Раздел.файла 060 3Ch < 092 5Ch \ 124 7Ch | 029 1Dh Раздел.группы 061 3Dh = 093 5Dh 125 7Dh } 030 1Eh Раздел.записи 062 3Eh > 094 5Eh ^ 126 7Eh ~ 031 1Fh Раздел.единицы 063 3Fh ? 095 5Fh _ 127 7Fh Забой

Таблица В-1 Шестнадцатерично-десятичные преобразования

+-----------+----------+----------+--------+-------+------+------+-----+
Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш	Ш
E	E	E	E	E	E	E	E
C	C	C	C	C	C	C	C
T ДЕС	T ДЕС	T ДЕС	T ДЕС	T ДЕС	T ДЕС	T ДЕС	T ДЕС
+-----------+----------+----------+--------+-------+------+------+-----+
0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1 268435456	1 16777216	1 1048576	1 65536	1 4096	1 256	1 16	1 1
2 536870912	2 33554432	2 2097152	2 131072	2 8192	2 512	2 32	2 2
3 805306368	3 50331648	3 3145728	3 196608	3 12288	3 768	3 48	3 3
4 1073741824	4 67108864	4 4194304	4 262144	4 16384	4 1024	4 64	4 4
5 1342177280	5 83886080	5 5242880	5 327680	5 20480	5 1280	5 80	5 5
6 1610612736	6 100663296	6 6291456	6 393216	6 24576	6 1536	6 96	6 6
7 1879048192	7 117440512	7 7340032	7 458752	7 28672	7 1792	7 112	7 7
8 2147483648	8 134217728	8 8388608	8 524288	8 32768	8 2048	8 128	8 8
9 2415919104	9 150994944	9 9437184	9 589824	9 36864	9 2304	9 144	9 9
A 2684354560	A 167772160	A 10485760	A 655360	A 40960	A 2560	A 160	A 10
B 2952790016	B 184549376	B 11534336	B 720896	B 45056	B 2816	B 176	B 11
C 3221225472	C 201326592	C 12582912	C 786432	C 49152	C 3072	C 192	C 12
D 3489660928	D 218103808	D 13631488	D 851968	D 53248	D 3328	D 208	D 13
E 3758096384	E 234881024	E 14680064	E 917504	E 57344	E 3584	E 224	E 14
F 4026531840	F 251658240	F 15728640	F 983040	F 61440	F 3840	F 240	F 15	Шест+-----------
-+-----------+----------+--------+-------+------+------+-----+ поз.| 8	7	6	5	4	3	2	1
+-----------+----------+----------+--------+-------+------+------+-----+