Факультет вычислительной математики и кибернетики
Московского государственного университета
имени М. В. Ломоносова

Е. А. Бордаченкова

Задачи и упражнения по языку ассемблера MASM

Учебное пособие для студентов I курса

Издательство Московского университета

Факультет вычислительной математики и кибернетики
Московского государственного университета
имени М. В. Ломоносова

Е. А. Бордаченкова

Задачи и упражнения по языку ассемблера MASM

Учебное пособие для студентов I курса

2-е издание, исправленное и дополненное

Издательство Московского университета • 2023

УДК 004.42(075.8+076.1)
ББК 32.973-018я73
Б82

Печатается по решению Редакционно-издательского совета факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В. Ломоносова

Рецензенты:

В. Г. Баула — доцент кафедры автоматизации систем вычислительных комплексов факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В. Ломоносова

Е. А. Кузьменкова — доцент кафедры системного программирования факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М. В. Ломоносова

Бордаченкова, Е. А.

Б82 Задачи и упражнения по языку ассемблера MASM: учебное пособие для студентов 1 курса. — 2-е издание, испр. и доп. — Москва : Издательство Московского университета, 2023. — 110, [1] с.: табл., схем. — Электронное издание сетевого распространения. — (Библиотека факультета ВМК МГУ).

ISBN 978-5-19-011911-4 (e-book)

Пособие содержит задачи и упражнения по языку ассемблера MASM 6.14, необходимый для решения теоретический материал и ответы к некоторым задачам. Во второе издание были добавлены задачи, расширен теоретический материал и исправлены опечатки первого издания. Пособие может быть использовано на семинарских занятиях по курсу «Архитектура ЭВМ и язык ассемблера».

Издание предназначено студентам первого курса факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, обучающимся по образовательным программам по направлениям 01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (бакалавриат) и преподавателям, ведущим семинарские занятия по «Практикуму на ЭВМ» на 1 курсе ВМК МГУ, а также может быть полезно студентам высших учебных заведений, изучающим язык ассемблера MASM.

УДК 004.42(075.8+076.1)
ББК 32.973-018я73

ISBN 978-5-19-011911-4
(e-book)

Содержание

Предисловие

Книга содержит задачи и упражнения по языку ассемблера MASM 6.14, сгруппированные по тематическим разделам. Порядок разделов соответствует порядку изучения материала в курсе «Архитектура ЭВМ и язык ассемблера» на втором и третьем потоках первого курса факультета ВМК МГУ. Задачник предназначен для использования на семинарских занятиях, которые проводятся в поддержку лекционного курса.

Из всех возможностей языка ассемблера MASM 6.14 было выбрано подмножество средств, наиболее существенных для курса «Архитектура ЭВМ и язык ассемблера». Знания этих средств достаточно для освоения курса.

Каждый раздел сопровождается кратким изложением теоретического материала, необходимого для решения задач этого раздела. Более полное описание можно найти в лекциях и в электронном пособии В. Г. Баулы «Введение в архитектуру ЭВМ и системы программирования» на сайте `arch32.cs.msu.ru`. В конце задачника даны ответы и решения некоторых задач. Номера задач, для которых есть ответы, заключены в рамку. В Приложении приведены три самостоятельные работы. *Если в условии задачи сказано **дано**, предполагается, что **данные вводятся с клавиатуры***.

Большая часть задач навеяна пособием Владимира Николаевича Пильщикова «Упражнения по языку MASM». Несколько лет назад планировалось совместно написать задачник, дополнив книгу В. Н. Пильщикова задачами и ответами. Однако по разным причинам проект не состоялся. Автор, пользуясь возможностью, выражает искреннюю признательность Владимиру Николаевичу Пильщикову.

Автор выражает благодарность сотрудникам факультета ВМК МГУ В. Г. Бауле, И. В. Горячей, Т. Ю. Грацианową, В. Б. Захарову, А. П. Капитоновой, Т. К. Матвеевой, М. Д. Новикову за замечания и полезные советы. Особую благодарность автор выражает А. А. Панфёрову за внимательное чтение задачника, рекомендации по тексту и большую помощь при подготовке пособия к печати.

Во втором издании задачника были исправлены замеченные опечатки первого издания, добавлены новые задачи и ответы.

Введение

Язык ассемблер – машиннозависимый язык, в котором используются символические обозначения (имена). Слово «машиннозависимый» значит, что язык ассемблер строится на основе машинного языка процессора. В ассемблере вместо числовых кодов машинных операций используются названия команд – мнемокоды; вместо адресов ячеек памяти (операндов команд) используются имена переменных и имена меток.

Ассемблер MASM 6.14 основан на машинном языке процессора Intel (архитектура IA-32). Архитектура IA-32 похожа на архитектуру учебных машин – переменный формат команд, большинство команд двухадресные, наличие регистров, использование модификации адресов. При изучении ассемблера MASM нам необходимо помнить следующие особенности системы команд процессора Intel

1. Два операнда из памяти не используются ни в одной машинной команде (за исключением строковых команд и команд работы со стеком).

2. Если в машинной команде два операнда, у них должен быть одинаковый размер (байты, слова или двойные слова).

Программа, написанная на языке ассемблера, в конечном итоге преобразуется в машинную программу, находящуюся в оперативной памяти компьютера. Машинную программу будет выполнять процессор примерно так, как описывалось при изучении учебных машин. В целом, процесс выглядит так. Сначала текст программы на ассемблере обрабатывает транслятор (который также называется ассемблером), в результате получается заготовка машинной программы – объектный код. На втором шаге работает компоновщик, который объединяет объектный код нашей программы с объектными кодами других программ, необходимых для работы исходной программы (например, в таких вспомогательных программах могут быть описаны процедуры ввода-вывода). В итоге получается исполняемая программа. Наконец, исполняемая программа загружается в оперативную память, происходит окончательная настройка машинной программы, и в процессор передаётся адрес

команды, с которой нужно начать выполнение программы. Подробно этот процесс будет разбираться в конце курса лекций, при обсуждении темы «Элементы систем программирования». Сейчас нам важно понимать, что ассемблерная программа является неким довольно близким образом машинной программы и, конечно, помнить, как устроены машинные программы (это материал темы «Учебные машины»).

При изучении языка MASM необходимо учитывать, что синтаксис конструкций языка MASM и их семантика основаны на принципах работы ассемблера (транслятора).

Программа на языке MASM состоит из предложений, каждое предложение записывается в отдельной строке. Существует три типа предложений: комментарии, директивы и команды. В зависимости от типа предложения ассемблер обрабатывает предложения поразному. ***Комментарии*** ассемблер пропускает. ***Директивы*** ассемблер выполняет. Для этого внутри ассемблера имеются специальные процедуры. Прочитав директиву, ассемблер запускает процедуру, соответствующую директиве. Есть директивы, которые только сообщают ассемблеру некоторую информацию; есть директивы, приводящие к заполнению байтов объектного кода. Для запоминания информации в ассемблере есть внутренние таблицы и специальные переменные. Семантику директив (как ассемблер обрабатывает директиву) будем разбирать по мере изучения языка MASM. ***Команды*** ассемблер транслирует в машинные команды и помещает в объектный код. При трансляции команд ассемблер по мнемокоду и по указанным в команде операндам выбирает код машинной операции. Затем транслируются операнды: имена регистров заменяются их номерами, имена переменных и метки заменяются соответствующими адресами, константы переводятся в машинное представление и помещаются в машинную команду. Ассемблер читает текст исходной программы на MASM'е сверху вниз, предложение за предложением, и обрабатывает каждое предложение, в итоге генерируется объектный код.

Подобно тому, как программы для учебных машин состоят из блока, содержащего команды, и блока с переменными, программы на MASM'е состоят из сегмента (секции) кода и сегмента (секции) данных. Адреса переменных отсчитываются от начала сегмента данных, самая первая переменная имеет адрес 0. Аналогично, адреса команд отсчи-

тываются от начала сегмента кода, первая команда имеет адрес 0. Адреса, отсчитанные от начала сегмента будем называть ***смещениями***. Для вычисления смещений ассемблер использует переменную *счётчик размещения*.

Среди таблиц транслятора-ассемблера нас будет интересовать ***таблица имён*** (ТИ). Обрабатывая текст программы, ассемблер заносит в ТИ информацию об именах, описанных в программе. В то же время, при трансляции команд и при выполнении директив ассемблер использует информацию, хранящуюся в ТИ. Занося имя в ТИ, ассемблер записывает класс имени (константа, переменная, метка). Для переменных указывается тип (байт, слово, двойное слово, четверное слово), значение имени (смещение) и если переменная – это массив, то указывается количество элементов в нём. Для имён констант указывается значение константы. Если имя является меткой, в ТИ записывается смещение метки. Подчеркнём, что значением имени переменной (и метки) является смещение, а не содержимое переменной, хранящееся в байтах памяти. Дело в том, что при трансляции команды программы на MASM'е в машинную команду ассемблер заменяет имя операнда на значение, указанное в ТИ, а переменная в машинных командах отображается в виде адреса соответствующей ячейки.

1. Директивы определения данных

При описании синтаксиса конструкций используются обозначения

КВ – константное выражение, АВ – адресное выражение.

курсив – понятия языка (нетерминальные символы)

ТЕКСТ, `текст` – названия команд, директив, операторов и т. п. (терминальные символы)

{}, **[]**, | – метасимволы РБНФ

Внимание: В именах, описанных программистом, большие и маленькие буквы различаются!

1. Описание констант

1) *имя = константное выражение* (без ссылок вперёд)

2) *имя* EQU *константное выражение*
имя EQU <текст>

Семантика. При выполнении директив "равно" и EQU ассемблер запоминает (заносит в таблицу имён) информацию о том, что описываемое имя является именем константы и значение этой константы.

2. Определение данных

[*имя переменной***]** *DEF операнд* **{,** *операнд* **}**

DEF ::= DB | DW | DD | DQ

операнд ::= *КВ* | *АВ* | ? | *DUP-конструкция*

DUP-конструкция ::= *КВ* DUP (*операнд* **{,** *операнд* **}**)
↑
без ссылок вперёд

Размер операнда должен соответствовать виду директивы. Адресное выражение не может быть операндом у директив DB и DW.

Особый случай: Директива DB используется для размещения строк символов, поэтому допускает операнд-строку. Следующие директивы эквивалентны

имя DB 'ABCDE' ≡ *имя* DB 'A','B','C','D','E'

Семантика. 1) Если указано имя переменной, ассемблер заносит в таблицу имён имя переменной, её тип (определяется *DEF*) и адрес. 2) В соответствии с операндами директивы ассемблер заполняет байты объектного кода. Если используется конструкция DUP, байты дублируются столько раз, сколько задаёт множитель перед DUP.

3. Константные и адресные выражения

Выражения вычисляются в 32 разрядах. Значением константного выражения является константа (число). Значение адресного выражения — адрес (смещение в сегменте данных).

Константные выражения строятся из чисел, констант, операторов и круглых скобок.

Операторы (по убыванию приоритета)

унарные: +, –

бинарные:

мультипликативные *, /, mod, shl, shr

аддитивные +, –

Исключение: выражение *переменная1 – переменная2* является константным.

Адресные выражения:

переменная; *переменная + КВ*; *переменная – КВ*; *КВ + переменная*.

В задачах данного раздела слово «адрес» используется в смысле «смещение в сегменте данных».

1.1 Для каждой из указанных директив выписать эквивалентную ей директиву, указав начальное значение переменной в 16-ричном виде.

а) `A DB 17`
б) `B DB –17`
в) `V DW 17`
г) `G DW –17`
д) `D DD 17`
е) `E DD –17`
ж) `J DB 1`
з) `Z DW 1`
и) `I DD 1`
к) `K DB –1`
л) `L DW –1`
м) `M DD –1`
н) `N DB 255`
о) `O DW 255`
п) `P DB 128`
р) `R DB –128`
с) `S DW 128`
т) `T DW –128`
у) `U DW 256`
ф) `F DW –256`
х) `H DW 65535`
ц) `TS DW 65525`
ч) `CC DD –65536`
ш) `SH DQ –65536`

1.2 Для каждой из указанных директив выписать две эквивалентные ей директивы, в первой из которых начальное значение переменной записано в виде десятичного числа со знаком, а во второй — без знака.

а) `A DB 0Ah`
б) `B DB 0A0h`
в) `V DW 0A0h`
г) `G DD 01101b`
д) `D DW 127056q`
е) `E DB 307o`
ж) `J DB 0B0h`
з) `Z DD 0FFFF FFFFh` (только число со знаком)
и) `I DW 0FFFEh`
к) `K DD 0FFFF FFF0h` (только число со знаком)
л) `L DB 80h`
м) `M DW 8000h`

1.3 а) Описать переменные `minb`, `maxb`, `minw`, `maxw`, `mind`, `maxd` — байты, слова и двойные слова соответственно, записав в них наименьшее и наибольшее число без знака, допустимые для переменной соответствующего размера.

б) Выполнить то же упражнение для чисел со знаком.

Начальные значения указывать в виде 16-ричных чисел.

1.4 Есть фрагмент листинга

```
адрес      объектный код  текст программы
00000000   80             A DB 128
00000001   80               DB -128
00000002   0080           B DW 128
00000004   FF80             DW -128
00000006   00000002       C DD B-A
0000000A   0000             DW 0
0000000C   00000000         DD 0
00000010   00000010 R     D DD D
```

1) Какие имена (переменные) описаны в программе?
2) Указать адрес каждой переменной и её тип.
3) Существует ли переменная, соответствующая двойному слову с адресом `0Ch`? Выписать адресное выражение для доступа к этому двойному слову.

1.5 Построить листинг для фрагмента программы, если адрес `A` равен 0.

```
A DB 10h
B DB 20h
C DD B, C–A
```

1.6
```
A DW 1020h
B DD 10203040h, 0h
```
Указать в 16-ричном виде значения

а) байтов б) слов в) двойных слов

с адресами `A, A+1, A+2, A+3;` `B, B–1, B+1, B+2` и `B+3`.

1.7
```
A DB 25
B DW 25
X DD 25
C DD B, C–A
```
Нарисовать байты, указав их адреса, и заполнить эти байты так, как будут заполнены байты по указанным директивам, если адрес `A` равен 0.

1.8 По данному фрагменту листинга восстановить пропущенный текст в программе (две строки с минусами)

```
00000000  0001 0002  X DW 1, 2
00000004  03 07      ---------------
00000006  00000008   ---------------
0000000A  04         Y DB Y-B
```

1.9 Выписать таблицу имён и объектный код, которые построит ассемблер при трансляции следующего фрагмента программы. Считать, что адрес переменной `a = 0`.

```
a DW 123h
x DB 0A1h, 3h, 4h
y DD x+1
```

1.10 Описать переменную-двойное слово `X`, которая содержит

а) адрес самой переменной;

б) адрес байта памяти, следующего за первым байтом `X`;

в) адрес байта памяти перед первым байтом `X`;

г) адрес байта, следующего за переменной `X`;

д) адрес слова памяти перед первым байтом `X`;

е) адрес старшего (второго) слова переменной `X`;

ж) адрес двойного слова, следующего за `X`;

з) адрес двойного слова, предшествующего `X`

1.11 Описать байтовый массив `PRIM` из 7 элементов, начальными значениями которых являются первые семь простых чисел (2, 3, 5 и т. д.).

1.12 Выписать все возможные варианты (кроме тех, где указываются коды букв) описания символьного массива `S`, начальными значениями элементов которого являются первые три большие буквы английского алфавита.

1.13 Пусть текущее значение счётчика размещения равно 4. Какое значение будет у счётчика размещения после выполнения следующих директив?

```
t1 DB 'A','B'
   DB 'CD'
t2 DD 'E'
```

1.14 Изобразить, как будут заполнены байты памяти по директивам

```
V1 DB 'CDE'
V2 DW 'CD'
V3 DD 'CDE'
```

Код символа `'C'` равен `43h`.

1.15 Изобразить, как будут заполнены байты при трансляции следующего фрагмента (Код символа `'A'` равен 41h)

```
S DB 'ABC'
  DB 'A','B'
X DW 'AB'
Y DW 'A','B'
Z DD 'ABC'
```

1.16 Выписать таблицу имён и изобразить, как будут заполнены байты при трансляции следующего фрагмента. Считать, что адрес V равен 0.

```
N = 5 mod 3
V  DB N
   DB S2-X
X  DW 'AB'
S1 DB 'ABC'
S2 DB 0ABh
   DW S2-S1
   DD X+5
```

1.17 Объяснить ошибки в листинге

```
00000000 12             B DB 18
00000001 EE             C DB -18
00000002                D DB 350
```
1. error A2071: initializer magnitude too large for specified size
```
00000003 41 42 43 44    E DB 'ABCD'
00000007                F DW 'ABC'
```
2. error A2071: initializer magnitude too large for specified size
```
00000009 41424344       G DD 'ABCD'
0000000D                H DB B
```
3. error A2071: initializer magnitude too large for specified size
```
                        E DW 0
```
4. error A2005: symbol redefinition : E

Какое шестнадцатиричное число содержится в байте с адресом 9?

1.18
```
N EQU 10
X DB 'ABCDE'
Y DW 1234h
V DD 0ABCDEFh
```
Для каждого выражения определить, является ли оно константным, адресным или неправильным. Для константных выражений определить значение, для адресных указать тип и вычислить смещение (считать, что адрес X равен 0), для неправильных выражений объяснить ошибку.

а) `N`	е) `N-Y`	л) `(V-Y)/2`	р) `V-X+V`
б) `V`	ж) `2*N+1`	м) `X-Y/2`	с) `'A'+N/3`
в) `Y-1`	з) `2*X+1`	н) `N shl 2`	т) `'Z'-'Y'`
г) `Y-X`	и) `V+Y-V`	о) `N shr 1`	у) `'9'-'8'`
д) `Y+N`	к) `V+(Y-V)`	п) `0FFFF FFFFh+2+Y`	ф) `X+'B'-'A'`

1.19 Выписать директивы, заполняющие разряды 8 байтов следующим образом

а)	б)	в)	г)
`10000000`	`00000001`	`10000001`	`00011000`
`11000000`	`00000011`	`11000011`	`00111100`
`11100000`	`00000111`	`11100111`	`01111110`
`11110000`	`00001111`	`11111111`	`11111111`
`11111000`	`00011111`	`11111111`	`11111111`
`11111100`	`00111111`	`11100111`	`01111110`
`11111110`	`01111111`	`11000011`	`00111100`
`11111111`	`11111111`	`10000001`	`00011000`

Решить задачу, используя директивы 1) `DB`; 2) `DW`; 3) `DD`. Двоичную систему не использовать.

1.20 Определить с помощью синтаксической диаграммы понятие *директива определения данных*, считая, что описаны понятия *константное выражение* и *адресное выражение*. Не проверять соответствие размера значений выражений типу директивы.

1.21 Описать массив `X` из 85 элементов-двойных слов со следующими начальными значениями:

а) все начальные значения равны 0;

б) все начальные значения равны 2023;

в) первые 40 элементов имеют значение 10, следующие 20 элементов — значение `'*'`, остальные — без начального значения;

г) средний элемент имеет значение 1, все остальные — значение 0.

1.22
```
M EQU 30
N EQU 50
```
Описать байтовую матрицу `A` размера `M` × `N`, в каждой строке которой первые 10 элементов имеют значение 0, а остальные — значение -1.

1.23
```
N EQU 30
```
Описать байтовую единичную матрицу `E` размера `N` × `N`.

1.24 `Z1 DQ 1FFFF FFFEh`
`Z2 DQ 0FFFF FFFFh shl 1`
Изобразить, как будут заполнены байты памяти по указанным директивам.

1.25 При трансляции директивы
`X DW 0FFFFh + 1`
ассемблер зафиксирует ошибку; при трансляции директивы
`Y DW 0FFFF FFFFh + 1`
ошибки не будет. Почему?

1.26 Какое значение будет записано в переменную в результате выполнения директивы
`X DQ 0FFFF FFFFh + 1`

1.27 `N=…; N>8`
Разместить в памяти `N` единиц подряд. Например, для `N` = 10 нужно получить два байта

1111 1111
1100 0000

Для `N` = 24 потребуется описать три байта

1111 1111
1111 1111
1111 1111

2. Команды пересылок. Оператор ptr

Обозначения операндов: `m` — ячейка памяти, `r` — регистр, `i` — непосредственный операнд.

Команды

синтаксис	семантика
`MOV op1, op2`	`; op1 := op2`
`XCHG op1, op2`	`; op1 ↔ op2`

Требования к операндам:

1) не допускаются два операнда из памяти;
2) операнды должны быть одного размера.

```
MOVZX r, op2      ; r := op2 как число без знака
MOVSX r, op2      ; r := op2 как число со знаком
```

Требования к операндам:

1) `op2` — `r` или `m`;
2) размер `op2` меньше, чем размер `r`.

Оператор ptr

тип `ptr` *AB*

тип ::= `byte` | `word` | `dword` | *тип структуры или записи*

Назначение: указать или изменить тип адресного выражения.

Имена `byte`, `word`, `dword`, `qword` — константы со значениями 1, 2, 4, 8.

2.1 Построить таблицу допустимых операндов для команд

а) `XCHG op1, op2`; б) `MOVSX op1, op2`

2.2 Объяснить ошибки (указать, какие правила языка ассемблер нарушены) в следующем листинге

```
; переменные
 00000000 01            B      DB 1
 00000001 00000002      C      DD 2
 00000005 03            D      DB 3

; команды
    MOV AX, B
ошибка 1: invalid instruction operands
    XCHG D, C
ошибка 2: invalid instruction operands
    EXCH AL, AH
ошибка 3: syntax error : al
    MOVSX C, AL
ошибка 4: memory operand not allowed in context
    MOVSX EAX, C
ошибка 5: invalid instruction operands
    MOVSX EBX, -5
ошибка 6: invalid instruction operands
```

2.3
```
B DB 'a'
W DW 2
D DD 1
Q DQ 3
```
Среди перечисленных команд указать неправильные; объяснить, в чём ошибка.

а) `MOV B, AX`	и) `MOV B, W-B`	с) `MOV B, byte ptr ECX`
б) `MOV W, AX`	к) `XCHG D, ECX`	т) `MOVSX EAX, B`
в) `MOV AX, W`	л) `MOV D, ESI+1`	у) `MOVZX EAX, AL`
г) `XCHG ESI, B-1`	м) `XCHG B, 125`	ф) `MOVSX W, CL`
д) `MOV EAX, BL`	н) `MOV Q, 0`	х) `MOVSX ESI, D`
е) `MOV B, 80h`	о) `XCHG B, B+1`	ц) `MOV word ptr Q, 12`
ж) `XCHG AH, AL`	п) `MOV EAX, W-B`	ч) `MOV Q, word ptr 2`
з) `MOV SI, W+1`	р) `MOV W, W+2`	ш) `MOV dword ptr B, 12345h`

Изобразить содержимое байтов памяти после выполнения команды пункта (ш).

2.4
```
A DB 12h
B DD 345678h
C DB 0ABh
```
Указать (в 16-ричном виде), какие значения получат регистры в результате выполнения последовательности команд
```
MOV AL, byte ptr B+1
MOV EBX, dword ptr A
MOVSX ECX, C
MOVZX EDX, C
```

2.5
```
A DB ?
B DW ?
C DD ?
D DQ ?
```
Трактуя содержимое переменных `A`, `B`, `C` и `D` как числа без знака, записать в эти переменные

а) наименьшие б) наибольшие

возможные числа, соответствующие размерам переменных.

2.6
```
A DB ?
B DW ?
C DD ?
D DQ ?
```
Трактуя содержимое переменных `A`, `B`, `C` и `D` как числа со знаком, запи-

сать в эти переменные

а) наименьшие б) наибольшие

возможные числа, соответствующие размерам переменных.

2.7 `A DB 3 DUP (?) ; массив a1,a2,a3`

Рассматривая переменную A как массив A[1..3], реализовать следующее действие

а) Присвоить A[1]:=1, A[2]:=2, A[3]:=3. Решить задачу двумя способами: за три команды; за две команды.

б) Циклически сдвинуть на 1 позицию влево элементы массива A.

в) Переставить в обратном порядке элементы массива A.

2.8
```
A1 DB 100
A2 DB 20
X1 DW 1000
X2 DW 7301
V1 DD 345
V2 DD 206
```

Реализовать следующие операторы

а) A1:=A2;

б) X1:=X2;

в) V1:=V2;

г) поменять местами содержимое переменных A1 и A2 (A1 ↔ A2)

д) поменять местами содержимое переменных V1 и V2 (V1 ↔ V2)

2.9
```
X DQ 123456h
Y DQ 789ABCh
```

а) Записать в переменную Y значение переменной X.

б) Поменять местами содержимое переменных X и Y (X ↔ Y)

2.10 `Z DW ?`

Поменять местами байты слова Z.

2.11 `V DD ?`

Переставить в обратном порядке байты переменной V.

2.12 `Q DQ ?`

Переменной Q присвоить значение а) 125; б) –125. Вспомогательные переменные и регистры не использовать.

2.13
```
A DW –19
...
MOVZX EAX, A
MOVSX EBX, A
```
Указать в 16-ричном виде значения регистров EAX и EBX.

2.14
```
A DB ? ; число без знака
Y DW ?
```
Записать в переменную Y значение переменной A.

2.15
```
X DB ? ; число со знаком
Y DD ?
```
Записать в переменную Y значение переменной X.

2.16
```
A DB ? ; число без знака
Z DD ?
```
Выписать последовательность команд, которые записывают в переменную Z значение переменной A. Решить задачу

а) с использованием команды MOVZX;

б) не используя команду MOVZX.

2.17
```
A DW –73
B DW ?
```
Указать в 16-ричном виде значение переменной B после выполнения следующих команд:
```
MOV AX, A
MOV AH, 0
MOV B, AX
```

2.18
```
A DW –73
B DW ?
```
Указать в 16-ричном виде значение переменной B после выполнения следующих команд:
```
MOV AX,A
MOV byte ptr B, AH
MOV byte ptr B+1, AL
```

3. Арифметические команды

Команды сложения и вычитания

```
ADD op1,op2  ; op1 := op1+op2
ADC op1,op2  ; op1 := op1+op2+CF
SUB op1,op2  ; op1 := op1–op2
SBB op1,op2  ; op1 := op1–op2–CF
NEG op1      ; op1 := 0–op1
```

Устанавливаются арифметические флаги CF, OF, SF, ZF.

```
INC op       ; op := op+1
DEC op       ; op := op–1
```

Команды устанавливают флаги OF, SF, ZF.

Команды умножения и деления

```
MUL  op      ; S := S1*op,  числа без знака
IMUL op      ; S := S1*op,  числа со знаком
DIV  op      ; S1 := S div op, S2 := S mod op,  числа без знака
IDIV op      ; S1 := S div op, S2 := S mod op,  числа со знаком
```

В зависимости от размера операнда команды обозначения S, S1 и S2 соответствуют следующим регистрам

op	S	S1	S2
byte	AX	AL	AH
word	DX:AX	AX	DX
dword	EDX:EAX	EAX	EDX

Требования на операнд: op не может быть непосредственным.

Команды знакового расширения

```
CBW          ; AL → AX,  число со знаком
CWD          ; AX → DX:AX, число со знаком
CDQ          ; EAX → EDX:EAX, число со знаком
```

3.1 Объяснить ошибки (какие правила записи команд нарушены) во фрагменте листинга

```
; переменные
 00000000 12            B     DB 18
 00000001 EE            C     DB –18
 00000002 0000015E      D     DD 350

; команды
                     MOV EAX, A
ошибка 1: undefined symbol : A
                     ADD EAX, B
ошибка 2: invalid instruction operands
```

```
00000000  B1 00       MOV CL, 0
                      ADD CL, 532
ошибка 3: invalid instruction operands
                      MOVZX D, B
ошибка 4: memory operand not allowed in context
                      SUB 0, B
ошибка 5: immediate operand not allowed
                      XCHG B, C
ошибка 6: invalid instruction operands
```

3.2 Указать значения регистров AH и AL (в виде десятичных чисел без знака) и флагов CF и ZF после выполнения следующих команд:

а)
```
MOV AH,0
MOV AL,160
ADD AL,60
ADC AH,3
```

б)
```
MOV AH,0
MOV AL,160
ADD AL,160
ADC AH,3
```

в)
```
MOV AH,255
MOV AL,255
ADD AL,1
ADC AH,0
```

г)
```
MOV AH,20
MOV AL,10
SUB AL,16
SBB AH,0
```

3.3 Указать значения регистра BH (в виде десятичного числа со знаком) и флагов OF и SF после выполнения следующей пары команд:

а)
```
MOV BH,80
ADD BH,40
```

б)
```
MOV BH,80
ADD BH,50
```

в)
```
MOV BH,-80
ADD BH,-40
```

г)
```
MOV BH,-80
ADD BH,-50
```

д)
```
MOV BH,-80
ADD BH,40
```

е)
```
MOV BH,80
ADD BH,-40
```

ж)
```
MOV BH,80
SUB BH,100
```

з)
```
MOV BH,-80
SUB BH,50
```

3.4 Указать значения регистра CL (в виде как знакового, так и беззнакового десятичных чисел) и флагов CF, OF, SF и ZF после выполнения следующей пары команд:

а)
```
MOV CL,128
ADD CL,128
```

б)
```
MOV CL,-10
ADD CL,-40
```

в)
```
MOV CL,246
ADD CL,216
```

г)
```
MOV CL,40
SUB CL,100
```

3.5 Указать исходное значение регистра AL (любое из возможных), при котором после выполнения команды ADD AL,2 флаги имели бы следующие значения:

а) CF=1, OF=0, SF=0

б) CF=0, OF=1, SF=1

3.6 Указать все возможные исходные значение регистра CL, при которых после выполнения команды SUB CL,25 флаги имели бы следующие значения:

а) OF≠SF б) OF=SF

3.7 Доказать следующие утверждения:

а) Если операнды команды ADD интерпретировать как знаковые числа, то флаг OF получает в этой команде значение 1 тогда и только тогда, когда эти числа имеют один и тот же знак, а у результата команды — иной знак.

б) Если операнды команды SUB x,y интерпретируются как знаковые числа и x<y, то после выполнения этой команды флаги OF и SF обязательно будут иметь разные значения (OF ≠ SF).

3.8
```
X DB 7
  DB 3
```
Требуется записать в регистр CL значение переменной X, увеличенное на 1. Определить, какой из следующих двух фрагментов правильно решает эту задачу. Указать значение CL после выполнения каждого из фрагментов:

а)
```
MOV CL, X
ADD CL, 1
```
б)
```
MOV CL, X+1
```

3.9
```
A EQU 7
X DB ? ; 0≤X≤80
```
Реализовать наименьшим числом команд следующее присваивание:

а) X:=3*X б) X:=2*(A+X)+6

3.10
```
X DW ? ; 0≤X≤10000
```
Не используя команды умножения и стараясь минимизировать количество обращений к ОП, реализовать присваивание:

а) X:=4*X б) X:=5*X

3.11
```
N DB ? ; 0≤N≤9
D DB ? ; '0'≤D≤'9'
```
а) Записать в D символ-цифру, соответствующую числу N;

б) Записать в N число, соответствующее символу-цифре D.

3.12
```
L DB ?  ; 'A'..'Z'
K DB ?  ; 1..26
```
а) Пусть L — латинская буква. Записать в переменную K номер этой буквы в алфавите (номер 'A' равен 1).

б) Пусть K — номер буквы в латинском алфавите. Записать в переменную L соответствующую букву.

3.13
```
X DQ ?
Y DQ ?
Z DQ ?
```
Реализовать следующие операции над «длинными» числами:

а) Z:=X+Y

б) Z:=X–Y

в) Z:=–Y (реализовать как вычитание 0–Y)

3.14
```
N DB ?,?,?
M DB ?,?,?
```
Пусть N и M — трёхбайтовые числа, используется традиционное представление: младшие разряды расположены по младшим адресам. Реализовать следующие операции над этими числами:

а) N:=N+1

б) N:=N–1

в) M:=M+N

3.15
```
A DB ?
B DW ?
C DD ?
```
Для каждой из команд, перечисленных ниже

1) MUL A	3) MUL C	5) IMUL AX	7) IMUL ESI
2) MUL B	4) MUL CL	6) MUL DX	8) MUL AH

ответить на вопросы:

а) что является первым операндом умножения?

б) где находится произведение?

3.16
```
A DB ?
B DW ?
C DD ?
```
Для каждой из команд, перечисленных ниже

1) DIV A	3) IDIV C	5) IDIV AX	7) IDIV ESI
2) IDIV B	4) DIV CL	6) DIV DX	8) DIV EDX

ответить на вопросы:

а) что является делимым?

б) куда записывается частное и куда — остаток деления?

3.17 Найти и объяснить ошибки в следующих фрагментах программ

а) Требуется записать в CL и CH младшие цифры чисел X и Y соответственно

```
X DW 245
Y DW 24521

  MOV AX, X
  MOV BL, 10
  DIV BL
  MOV CL, AH

  MOV AX, Y
  MOV BL, 10
  DIV BL
  MOV CH, AH
```

б) Требуется записать в CL — последнюю (младшую) и в CH — предпоследнюю цифру числа Z. (т. е. CL=1, CH=2)

```
Z DD 54321

  MOV EBX, 10
  MOV EAX, Z
  MOV EDX, 0
  DIV EBX
  MOV CL, DL

  DIV EBX
  MOV CH, DL
```

3.18 Указать (в 16-ричном и в 10-чном виде) значение регистра AX после выполнения следующих команд:

а)
```
MOV AL,80h
MOV BL,2
MUL BL
```

б)
```
MOV AL,80h
MOV BL,2
IMUL BL
```

в)
```
MOV AL,7Fh
CBW
```

г)
```
MOV AL,80h
CBW
```

д)
```
MOV AL,82h
CBW
MOV BL,2
IDIV BL
```

е)
```
MOV AL,80h
MOV AH,0
MOV BL,2
IDIV BL
```

3.19 Реализовать действие команды CBW другими командами ассемблера.

3.20 Расширить байт AL до 64-битного числа EDX:EAX

а) как число без знака;

б) как число со знаком.

3.21
```
A DB ?
B DW ?
C DD ?
```
Считая, что переменные содержат: 1) числа без знака; 2) числа со знаком, выписать команды, реализующие присваивания:

а) AX := A в) DX:AX := B д) EAX := B ж) EDX:EAX := B
б) EAX := A г) DX:AX := C е) EDX:EAX := C з) EDX:EAX := A

3.22
```
A DD ? ; число со знаком
B DD ?
```
Вычислить: B=(A **div** 1000) * (A **mod** 1000)

3.23
```
N DB ? ; число без знака
K DW ?
```
Вычислить: K=(N*(N+1)) **div** 2

3.24 N DW ? ; 0≤N≤999
Записать в байтовые переменные D1, D2, D3 десятичные цифры числа $N = (d_1 d_2 d_3)_{10}$.

3.25 Пусть A, B, C и X — байтовые переменные, числа без знака, а Y — переменная типа dword. Вычислить: $Y=A*X^2+B*X+C$

3.26 Решить предыдущую задачу в предположении, что переменные – числа со знаком.

3.27
```
N  DW ? ; 1≤N≤365
WD DB ?
```
Записать в WD номер дня недели (1 — понедельник, …, 7 — воскресенье), на который приходится N-й день года, считая, что 1 января этого года — понедельник.

3.28 Пусть H, M и S — байтовые переменные, а T — переменная типа dword. Считая, что от начала суток прошло H часов ($0 \le H < 24$), M минут и S секунд ($0 \le M, S < 60$), определить, сколько всего секунд прошло от начала суток к этому моменту времени. Ответ записать в T.

3.29 Пусть T — переменная размером в двойное слово, а H, M и S — байтовые переменные. Считая, что прошло T секунд ($0 \le T < 86400$) от начала суток, определить, сколько полных часов (H), минут (M) и секунд (S) прошло к этому моменту времени.

3.30 Объяснить ошибки (какие правила записи команд нарушены) в листинге

```
= 0000000A           base = 10

; переменные
 00000000 18             A      DB 24
 00000001 87             B      DB 135

; команды
 00000000  A0 00000000 R        MOV AL, A
                                MUL base
ошибка 1: immediate operand not allowed
                                MUL AL, 10
ошибка 2: syntax error : ,
                                INC B-A
ошибка 3: immediate operand not allowed
                                CBW A
ошибка 4: syntax error : A
 00000005  B8 000004D2          MOV EAX, 1234
                                IDIV 100
ошибка 5: immediate operand not allowed
```

3.31 Пусть D1, D2, D3 — байтовые переменные, N — переменная типа слово. Считая, что значения D1, D2 и D3 — это символы-цифры (от '0' до '9'), записать в N число, десятичная запись которого составлена из этих цифр (N=D1*100+D2*10+D3).

3.32
```
A DB 12h
B DW 3456h
```
Среди перечисленных ниже команд указать те, что записаны неверно; ошибки объяснить.

а) ADD BX,'*' б) INC B-A в) ADC BH,BL г) SBB AX,BL
д) ADD BX,B е) SUB CX,A ж) ADC B-1,'B' з) SUB A,byte ptr B
и) CBW AL к) MUL AL л) DIV 100 м) DEC A+1

Изобразить содержимое байтов памяти после выполнения команды пункта (м).

4. Команды ввода и вывода. Структура программы

Используется оператор

`offset` *имя переменной*

Это константное выражение; значение равно адресу переменной в сегменте (секции) данных.

Команды

```
  INCHAR  op  ; ввод символа, op – r8 или m8
  ININT   op  ; ввод числа,   op – r32 или m32
  OUTCHAR op  ; печать символа, op – r8, m8 или i8
  OUTI    op  ; печать числа со знаком, op – r32, m32 или i32
  OUTU    op  ; печать числа без знака, op – r32, m32 или i32
  OUTSTR  op  ; печать строки от байта с адресом op до байта = 0h
                op – r32 или offset имя строки
  NEWLINE     ; writeln
  EXIT        ; завершение программы
```

Названия команд можно писать либо большими, либо маленькими буквами. В операндах нельзя использовать регистр `ESP`.

Структура программы

```
INCLUDE settings.inc
INCLUDE io2021.inc
.STACK 4096

; константы
.DATA
    ; описание переменных

.CODE
start:
    ; команды
       EXIT
END start
```

4.1 Пусть в регистре `BH` находится код какой-то большой латинской буквы и требуется записать в этот регистр код одноименной малой латинской буквы. Определить, какой из следующих фрагментов правильно решает эту задачу:

а)
```
SUB BH, 'A'
ADD BH, 'a'
```

б)
```
ADD BH, 'a'-'A'
```

в)
```
MOV BH, BH-'A'+'a'
```

4.2 Пусть в регистре `BH` находится код какой-то цифры от `'0'` до `'9'`. Записать в этот регистр соответствующую десятичную цифру.

4.3 Пусть в регистре `BH` находится какая-то десятичная цифра. Записать в этот регистр соответствующий символ от `'0'` до `'9'`.

4.4 Что будет напечатано в результате работы следующих фрагментов

а)
```
MOV AL,200
MOVSX EAX,AL
OUTI EAX
```

б)
```
MOV AL,-10
MOVZX EAX,AL
OUTU EAX
```

4.5
```
S DB 'N', 'N'+1, 'N'+2, 0
```
Что будет напечатано в результате выполнения команды
```
OUTSTR offset S
```

Во всех задачах до конца параграфа требуется написать полную программу, если не указано обратное.

4.6 Описать переменную X — двойное слово с начальным значением 0FFFF FFFFh. Напечатать значение X как число со знаком и как число без знака, в отдельных строках.

4.7 Описать байтовую переменную-строку S со значением 'Distant education',0. Напечатать в отдельной строке значение переменной S.

4.8 Операнд команд печати числа — двойное слово. Как напечатать числа меньшего размера? Пусть есть описания
```
A DB ?  ;  без знака
B DB ?  ;  со знаком
X DW ?  ;  без знака
Y DW ?  ;  со знаком
```
Написать последовательность команд для выполнения действий

а) напечатать содержимое байтовых переменных A и B;

б) напечатать содержимое переменных-слов X и Y.

4.9 Написать программы решения следующих задач. Обратить внимание на правильность печати чисел.

а) Описать переменную A размером в слово с начальным значением 60000. Напечатать значение этой переменной.

б) Описать переменную B размером в слово с начальным значением -5536. Напечатать значение этой переменной.

4.10 Написать программу. Ввести число без знака N ($N \geq 0$). Вычислить и напечатать (в отдельных строках) значение выражений N **mod** 10, N **div** 10. Считывать число в EAX, не использовать переменные для хранения чисел.

4.11 Ввести символ. Напечатать
а) соответствующий ему код ASCII;
б) символ, следующий за введённым в кодировке ASCII (считать, что такой символ есть);
в) символ, предшествующий введённому в кодировке ASCII (считать, что такой символ есть).

4.12 Дан символ — маленькая латинская буква. Напечатать её номер в алфавите (считать, что у буквы `'a'` номер 1).

4.13 Дано число n ($1 \le n \le 26$) — номер буквы английского алфавита. Напечатать соответствующую номеру большую букву. Считать, что у буквы `'A'` номер 1.

4.14 Дан символ — большая английская буква. Напечатать соответствующую маленькую английскую букву.

4.15 Даны два числа со знаком a и b. Числа принадлежат диапазону $[-32768, 32767]$. Вычислить и напечатать значение выражения
$(a * b)$ **mod** 17

4.16 Даны два числа со знаком a и b. Вычислить и напечатать значение выражения $(a + b)$ **mod** 17. Программа должна верно вычислить результат для любых исходных чисел, даже если их сумма превосходит размер двойного слова.

4.17 Дано неотрицательное число. Используя OUTCHAR, напечатать последнюю цифру в записи этого числа в 7-ричной системе.

4.18 Написать программу решения следующей задачи
а) Напечатать наибольшее число без знака, которое можно разделить на байт 10. Напечатать также частное и остаток от деления этого числа на 10.
б) Напечатать наибольшее по модулю число со знаком, которое можно разделить на байт 10. Напечатать также частное и остаток от деления этого числа на 10.
в) Напечатать наибольшее число без знака, которое можно разделить на слово 10. Напечатать также частное и остаток от деления этого числа на 10.
г) Напечатать наибольшее по модулю число со знаком, которое можно разделить на слово 10. Напечатать также частное и остаток от деления этого числа на 10.

4.19 `m = … ; 1≤m≤26`

```
A DB 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz', 0
```

Напечатать из строки `A`

а) `m` последних букв английского алфавита;

б) `m` первых букв английского алфавита.

4.20 Ввести число n, $1 \le n \le 26$.

а) Напечатать английский алфавит, начиная с n-й буквы. Считать, что буква `'a'` имеет номер 1.

б) Напечатать n последних букв английского алфавита. Считать, что буква `'a'` имеет номер 1.

4.21 Ввести число k из диапазона 1..7 — номер дня недели. Напечатать название (двухбуквенное: пн, вт, ср, чт, пт, сб, вс) k-го дня недели. Использовать команду `OUTSTR`.

4.22 Ввести число m из диапазона 1..12 — номер месяца в году. Напечатать название (трёхбуквенное: янв, фев, мар, апр, май, июн, июл, авг, сен, окт, ноя, дек) m-го месяца года. Использовать команду `OUTSTR`.

5. Команды перехода

Команды переходов не меняют флаги.

Безусловные переходы

```
JMP метка     ; прямой переход на метку
JMP op        ; op – r32, m32, косвенный переход по адресу из op
```

Команда сравнения

```
CMP op1,op2   ; op1–op2 ⇒ флаги CF, OF, SF, ZF
```

Требования на операнды те же, что и у команды SUB.

Условные переходы

Синтаксис `JXXX` *метка* `; XXX задаёт условие перехода`

Список мнемокодов

```
JE      ; переход по равно
JNE     ; по не равно
```

Переходы по остальным условиям различаются для чисел без знака и чисел со знаком.

без знака	условие	со знаком
JB	$<$	JL
JBE	$\leq$	JLE
JA	$>$	JG
JAE	$\geq$	JGE

Управление циклами

Внимание: Следующие команды позволяют перейти на команду, отстоящую не более чем на 128 байтов от команды перехода.

```
JECXZ метка   ; Если ECX=0, переход на метку
LOOP  метка
```

Действие команды LOOP: 1) ECX := ECX − 1; 2) Если ECX ≠ 0, происходит переход на *метку*.

5.1 Для данных ниже команд определить тип перехода (прямой или косвенный), для неверных команд объяснить ошибку. Считать, что выше команды перехода были описаны имена: A — байт; B — двойное слово; K — константа со значением 4000FFFFh; L, M — метки.

а) `JMP L` б) `JMP A` в) `JMP BX` г) `JMP B` д) `JMP ECX` е) `JMP M` ж) `JMP EIP` з) `JMP K`

5.2 `X DB 206 ; (-50)`

Определить, будет ли сделан переход на метку `MET` при выполнении следующих команд:

а)
```
CMP X,100
JA MET
```

б)
```
CMP X,100
JG MET
```

в)
```
CMP X,210
JA MET
```

г)
```
CMP X,210
  JE LAB
  JB MET
LAB:
```

д)
```
CMP X,-40
JG MET
```

е)
```
CMP X,-40
JL MET
```

ж)
```
CMP X,216
JL MET
```

5.3 `X DW ? ; число со знаком`

Определить, какие из следующих фрагментов эквивалентны условному оператору

```
if X>80 then X:=X-1 else X:=X+1
```

а)
```
   CMP X,80
   JG M
   INC X
   JMP L
M: DEC X
L:
```

б)
```
   CMP X,80
   JLE M
   DEC X
M: INC X
```

в)
```
   CMP X,80
   JG M
   DEC X
   JMP L
M: INC X
L:
```

г)
```
   CMP X,80
   JLE M
   ADD X,2
M: DEC X
```

д)
```
   CMP X,80
   JBE M
   DEC X
   JMP L
M: INC X
L:
```

е)
```
   CMP X,80
   JLE M
   DEC X
   JMP L
M: INC X
L:
```

5.4 Упростить (записать меньшим числом команд) следующий фрагмент:

а)
```
   CMP AH,0
   JE M
   JG M
   NEG AH
M:
```

б)
```
   CMP AH,0
   JL M1
   JMP M
M1: NEG AH
M:
```

в)
```
L: ADD EAX,EAX
   DEC EBX
   CMP EBX,0
   JE M
   JMP L
M:
```

г)
```
L: ADD EAX,EAX
   DEC ECX
   CMP ECX,0
   JNE L
```

5.5 Реализовать следующие последовательности операторов (числа со знаком)

а) `if ESI>20 then AL:= 1 else AL:= 0;`

б)
```
AL:=0;
if ESI>20 then AL:=1
```

Сравнить полученные фрагменты кода.

5.6 Реализовать команды

а) `JECXZ M` б) `LOOP M`

если расстояние от команды перехода до метки `M` больше 128 байтов.

5.7
```
C DB ?
K DB ?
```
Проверить, является ли символ C 16-ричной цифрой. Если является, записать в K значение 1, иначе записать 0.

5.8 Пусть X, Y и Z — знаковые байтовые переменные. Реализовать наименьшим числом команд следующее действие:

а) `if (X<2) and (Y<4) and (Z<10) then EAX:=102 else EAX:=-3;`

б) `if (X<2) or (Y<4) or (Z<10) then EAX:=102 else EAX:=-3`

5.9 Пусть X, Y, Z и W — знаковые переменные-слова. Реализовать следующее присваивание:

а) `Y:=abs(X)` в) `W:=min(X,Y,Z)`

б) `Z:=min(X,Y)` г) `W:=max(X+10,2*Y,8-Z)`

Считать, что все промежуточные результаты умещаются в слово.

5.10 Пусть X — четверное слово, S — байт. Записать в S знак числа X:

$$\mathtt{S} := \begin{cases} 1, & \text{если } \mathtt{X} > 0 \\ 0, & \text{если } \mathtt{X} = 0 \\ -1, & \text{если } \mathtt{X} < 0 \end{cases}$$

5.11 Переменные x, y — двойные слова, числа со знаком. Записать в байтовую переменную k номер четверти координатной плоскости, в которой лежит точка (x, y).

5.12 Считая, что Y — двойное слово, число без знака, определить, является ли год Y високосным

а) реализовать полный условный оператор
```
if (Y mod 400 = 0) or (Y mod 4 = 0) and (Y mod 100 <> 0)
   then CL:=1
   else CL:=0;
```
б) реализовать последовательность операторов
```
CL:=0;
if (Y mod 400 = 0) or (Y mod 4 = 0) and (Y mod 100 <> 0)
then CL:=1
```

5.13 Пусть X — слово, число без знака. Выписать последовательность команд, решающих задачу

а) Записать в CL число 1, если X делится на 2, или на 3, или на 5, в противном случае записать в CL число 0.

б) Записать в CL число 1, если X делится на 2, (X+7) делится на 3 и (X+4) — на 5, в противном случае записать в CL число 0. Результат должен быть вычислен корректно, даже если значения (X+7), (X+4) не умещаются в слово.

5.14 Реализовать следующие операторы (числа без знака)

а)
```
ECX:=0;
while EAX>=EBX do
 begin EAX:=EAX-EBX;
       ECX:=ECX+1
 end
; деление EAX на EBX
; ECX - частное
; EAX - остаток
```

б)
```
ECX:=0;
repeat
    ECX:=ECX+1;
    EAX:=EAX div EBX
until EAX=0
; ECX - количество цифр
; в записи числа EAX
; в EBX-ичной системе
```

Команду DIV не использовать.

5.15 В регистре BL находится число от 0 до 15. Записать в BL символ — соответствующую 16-ричную цифру. В качестве «буквенных» цифр использовать большие латинские буквы от 'A' до 'F'.

5.16 Пусть в регистре BH находится код символа из набора {'0', …, '9', 'A', …, 'F'}. Записать в этот регистр значение соответствующей цифры в 16-ричной системе счисления.

5.17
```
X DQ ?
Y DQ ?
```

Реализовать условный переход на метку LESS, если $X < Y$

а) переменные содержат числа без знака;

б) переменные содержат числа со знаком.

Указание: реализовать команду CMP длинных чисел (т. е. вычитание $X - Y$ с установкой флагов без сохранения результата)

5.18 Пусть H, M и S — байтовые переменные, причем $0 \le H < 24$, $0 \le M, S < 60$. Переменные H, M и S задают текущий момент времени суток — часы, минуты и секунды соответственно. Увеличить время на 1 секунду. (Учесть смену суток.)

5.19 `N DD ? ; число без знака`
Записать в регистр CL:
а) количество значащих цифр в десятичной записи числа N;
б) сумму цифр десятичной записи числа N;
в) количество нулей в десятичной записи числа N;
г) количество нулей и пятёрок в десятичной записи N;
д) наименьшую цифру из десятичной записи числа N.

5.20 Написать фрагмент решения задачи. Дана последовательность из 40 чисел со знаком.
а) Посчитать и напечатать количество чисел последовательности, кратных 5.
б) Посчитать и напечатать, сколько чисел оканчиваются на 0.

5.21 Пусть N — переменная-двойное слово ($N \geq 1$), а K — переменная-байт. Если N является степенью числа 3 (1, 3, 9, 27, …), записать в K соответствующий показатель степени ($N = 3^K$), в противном случае записать в K число -1.

5.22 `N DB ? ; N≥1`
`F DW ?`
Записать в F:
а) N-е число Фибоначчи (F_N);
б) первое из чисел Фибоначчи, превосходящих 10000.
(Определение чисел Фибоначчи: $F_1 = F_2 = 1$, $F_k = F_{k-1} + F_{k-2}$, $k \geq 3$.)

5.23 Пусть N и K — переменные-слова и $2 < K < N$. Записать в регистр BX наибольший из остатков от деления N на числа $2, 3, \ldots, K$.

5.24 Написать программу решения задачи. Дано число n, $n > 1$. Вычислить количество делителей числа n, включая 1 и само число.

5.25 `N DD ? ; N>1`
Написать программу решения задачи: Определить, является ли N простым числом. Ответ напечатать.

5.26 `Z DB ?`
Записать в Z максимальное значение выражения $(X^2 + Y^2)$ **mod** 80 в целочисленных точках квадрата $0 \leq X \leq 99$, $0 \leq Y \leq 99$.

5.27 `R DB ? ; 0<R<150`
Записать в регистр DX количество целочисленных точек на плоскости, попадающих в круг радиуса R с центром в начале координат.

В следующих задачах требуется написать фрагмент решения задачи — необходимые директивы описания переменных и команды.

5.28 Дан текст — непустая последовательность символов, за которой следует точка. Посчитать, сколько раз в тексте встречаются прописные английские буквы (`'A'`, `'B'`, …, `'Z'`). Результат записать в EAX.

5.29 Дана непустая последовательность символов из набора {`'0'`, `'1'`, `'2'`, `'3'`, `'4'`, `'5'`}, за которой следует пробел. Последовательность представляет собой запись числа в 6-ричной системе. Ввести число и записать его в EAX. Считать, что число записано правильно и умещается в двойное слово.

5.30 Вводится последовательность символов из набора {`'0'`, …, `'9'`}, оканчивающаяся пробелом — правильная запись целого числа в десятичной системе. Используя операцию INCHAR, ввести число и записать его в регистр EAX. Считать, что число умещается в двойное слово.

5.31 Вводится последовательность символов, оканчивающаяся пробелом — правильная запись целого числа (возможно, со знаком) в десятичной системе. Используя операцию INCHAR ввести число и записать его в регистр EAX. Считать, что число умещается в двойное слово.

5.32 Дано число n (двойное слово, $n \geq 0$). Посчитать количество цифр 0 и 2 в записи числа n в 5-ричной системе. Результат записать в CL.

В следующих задачах требуется написать полную программу.

5.33 Дан непустой текст, оканчивающийся символом `'h'`. Проверить, является ли текст записью числа в 16-ричной системе (без знака). Ответ (является/не является) напечатать.

5.34 Дана последовательность из 130 чисел. Определить и напечатать наибольшее из них. Задачу решить в предположении, что вводятся числа: а) без знака; б) со знаком. Первое число последовательности нельзя читать вне цикла.

5.35 Дана последовательность чисел, за последовательностью следует 0. Определить и напечатать наибольшее число последовательности. Задачу решить в предположении, что вводятся числа: а) без знака; б) со знаком. Первое число последовательности нельзя читать вне цикла. Предварительно выписать алгоритм на Паскале.

5.36 Дана последовательность из 100 чисел со знаком. Вычислить наибольшее и наименьшее из них. Реализовать алгоритм

```
read(a); min:=a; max:=a;
for i:= 2 to 100 do
begin read(a);
    if a>max then max:=a
    else if a<min then min:=a
end;
```

5.37 Дана последовательность из 100 попарно различных чисел. Вычислить два наибольших числа последовательности. Задачу решить в предположении, что вводятся числа: а) без знака; б) со знаком.

5.38 Дана последовательность из 100 чисел. Посчитать, сколько раз встречается минимальный элемент. Задачу решить в предположении, что вводятся числа: а) без знака; б) со знаком.

5.39 Дано 50 чисел, среди которых есть по крайней мере одно отрицательное. Найти наибольшее среди отрицательных чисел. Подсказка: в качестве начального значения максимума взять наименьшее машинное число со знаком.

5.40 Дано 150 чисел, среди которых есть по крайней мере одно положительное. Найти наименьшее среди положительных чисел. Подсказка: в качестве начального значения минимума взять наибольшее машинное число со знаком.

5.41 Дана непустая последовательность чисел со знаком, оканчивающаяся нулём.

а) Записать в CL значение 1, если в последовательности есть элемент, превосходящий число 100; в противном случае записать в CL значение 0.

б) Напечатать первый элемент, превосходящий число 100, если такой есть; в противном случае ничего не печатать. В цикле не должно быть оператора печати.

5.42 Дана последовательность из 123 чисел со знаком. Определить, является ли эта последовательность возрастающей. Напечатать ответ («Является» или «Нет»).

5.43 Дана последовательность из 200 чисел без знака. Определить, есть ли в последовательности хотя бы одно число, кратное числу 3. Если есть, напечатать первое из таких чисел, если нет — напечатать сообщение об этом.

5.44 Дана последовательность чисел со знаком, возможно, пустая; за последовательностью следует 0. Определить, является ли эта последовательность знакочередующейся. Напечатать ответ («Является» или «Нет»). Пустая последовательность считается знакочередующейся.

5.45 Дана последовательность символов (отличных от точки), за которой следует точка. Определить, сбалансирована ли эта последовательность по круглым скобкам. Ответ: ДА или НЕТ.

5.46 Дана последовательность из 40 чисел. Определить, у скольких чисел этой последовательности равные «соседи» (т. е. равны предыдущее и последующее числа).

5.47 Дана непустая последовательность символов (отличных от точки), за которой следует точка. Напечатать эту же последовательность:

а) заменив все `'PH'` на `'F'`;

б) удалив все лишние пробелы (т. е. из нескольких подряд идущих пробелов оставить только один)

5.48 Дана непустая последовательность непустых слов из больших латинских букв; между соседними словами — запятая, за последним словом — точка. Подсчитать количество слов, которые:

а) начинаются с буквы `'S'`;

б) оканчиваются буквой `'Z'`;

в) начинаются и оканчиваются одной и той же буквой.

5.49 `P DD ? ; P≥0`
`Q DD ? ; Q>0`
Напечатать дробь `P/Q` в виде вещественного числа с 5 цифрами в дробной части.

5.50 `X DQ ?`
Напечатать значение `X` в виде беззнакового десятичного числа. (Обратить особое внимание на возможность переполнения в команде `DIV`.)

6. Массивы

В этом параграфе используются обозначения: [ ] — символы РБНФ, жирные **[ ]** — терминальные символы.

Типичное описание массива (см. §1)

имя тип КВ DUP (*операнд*)

КВ задаёт количество элементов массива; *операнд* — начальные значения элементов (все элементы имеют одно и то же начальное значение).

Для описания матриц в качестве операнда указывается *DUP–конструкция*.

Операторы

```
type   имя массива   ; размер одного элемента массива в байтах
length имя массива   ; длина массива (множитель в конструкции DUP)
size   имя массива   ; размер массива (type * length)
offset имя массива   ; адрес начала массива (смещение первого элемента)
```

Адресное выражение с модификаторами

имя массива [+] **[** r32 **]** [+] **[** [*множитель* *] *инд.рег.* **]** +|– *КВ*

(1) (2) (3) (4)

Каждая из частей (1), (2), (3), (4) может отсутствовать.

множитель ::= 1 | 2 | 4 | 8 | (*КВ1*)

КВ1 должно принимать значение из набора $\{1, 2, 4, 8\}$. Допускаются ссылки вперёд.

инд.рег. ::= r32, кроме ESP

Константное выражение вида *переменная1 – переменная2* нужно брать в скобки, если используются модификаторы.

Замечание. *КВ* можно вносить в квадратные скобки, т. е. запись [EBX–type A] является корректным выражением.

Команда LEA (load effective address)

```
LEA r32, m
```

Действие команды: 1) вычисляется $A_{исп}$ второго операнда; 2) r32 := $A_{исп}$.

6.1 Пусть offset X = 1000h и есть описания

```
X DB 1
Y DW 2
Z DD 3
```

Разделить следующие выражения на верные и ошибочные.

1) Для неверных выражений объяснить, в чём ошибка.

2) Для верных адресных выражений определить тип и смещение (содержимое поля адреса команды в объектном коде после трансляции).

3) Для верных константных выражений вычислить значение.

а) `X[ESI-1]`
б) `X[1-EBX]`
в) `Y[EDI]-2`
г) `2-Z[EDI]`
д) `EBX[EAX]`
е) `EAX+ESI`
ж) `[EAX][EBX]`
з) `SI+2`
и) `X[BH]`
к) `Z[EBX]4`
л) `X+Y[ESI]`
м) `Y[ESP][EDI]`
н) `Y[ESP][ESP]`
о) `X[ESI][ESI]`
п) `X[ESP][2*ESP]`
р) `Y[ESI][2*ESI]`
с) `X[EBX]+[2*ESI]`
т) `X[3*EDI]`
у) `Z[2*EBX][4*ESI]`
ф) `X[EBX]+[ESI]+2`

6.2 `X DW 500h, 600h, 700h`

Пусть `EBX` = `8000 0000h` и `ESI` = `0FFFF 9102h`, `offset X` = `120FFh`. Указать исполнительный адрес операнда следующей команды:

а) `DEC X+2`
б) `INC X[ESI]`
в) `INC X[ESI+2]`
г) `INC X[ESI]-2`
д) `NEG X[EBX][ESI]`
е) `NEG X[EBX][ESI]+2`
ж) `NEG X[EBX+ESI]+0A000 0000h`
з) `DEC X[4*ESI]`
и) `NEG X[EBX+2*ESI]`

6.3 `X DD 0,1,2`

В этой задаче будем считать правильным адресным выражением запись вида *KB*+`[r32]`. Пусть `X` обозначает ячейку памяти с адресом `100`. Указать значения регистров `EAX`, `EBX` и `ECX` после выполнения следующих команд:

а)
```
MOV EAX, X
LEA EBX, X
MOV ECX, offset X
```

б)
```
MOV ESI, 4
MOV EAX, X+[ESI]
LEA EBX, X+[ESI]
MOV ECX, offset X+[ESI]
```

в)
```
MOV EAX, X+4
LEA EBX, X+4
MOV ECX, offset X+4
```

г)
```
LEA ESI, X
MOV EAX, 4+[ESI]
LEA EBX, 4+[ESI]
MOV ECX, [EBX]
```

6.4 С помощью одной команды `LEA` реализовать следующее действие:

а) увеличить значение регистра `EBX` на 10;

б) уменьшить значение регистра `EBX` на 10;

в) записать в регистр `EAX` значение регистра `EDI`;

г) записать в регистр `ESI` значение регистра `EBX`, увеличенное на 1;

д) увеличить в три раза значение регистра `EAX` (записать в регистр `EAX` значение `3*EAX`);

е) записать в регистр `EBX` сумму значений регистров `ECX` и `EDX`.

6.5
```
X DB 75 DUP (?)
Y DW 25 DUP (?)
Z DD 50 DUP (?)
```
а) Считая, что `offset X = 0`, определить значения выражений
```
offset X    type X      length X    size X
offset Y    type Y      length Y    size Y
offset Z    type Z      length Z    size Z
```
б) Выписать адресное выражение, соответствующее первому элементу каждого массива, и адресное выражение, соответствующее последнему элементу.

6.6 `X DB 50 DUP (?) ; X[0..49]`
Пусть в регистре `EBX` находится адрес некоторого элемента массива `X` (т. е. `offset X+i`, где `i` — число от 0 до 49). Требуется в этом же регистре получить индекс (`i`) этого элемента. Определить, какая из следующих групп команд правильно решает эту задачу:

а)
```
SUB EBX, X
```
б)
```
LEA EAX, X
SUB EBX, EAX
```
в)
```
SUB EBX, offset X
```

6.7
```
N=20
K DD ?          ; 11≤K≤19
X DW N DUP (?)  ; X[11..30]
Z DD N DUP (?)  ; Z[0..19]
```
Выписать последовательность команд, реализующих оператор
```
begin X[K]:= 0; Z[K]:= 0 end
```

6.8 `Q DB 256 DUP (?) ; Q[0..255] of 0..255`
Считая, что в регистре `AL` находится число `i` от 0 до 255, реализовать присваивание `Q[Q[i]]:=i`.

6.9 Написать полную программу для решения задачи: ввести с клавиатуры число n из диапазона 1..26 и напечатать первые n букв латинского алфавита. Циклы не использовать.

6.10 Написать полную программу для решения задачи: ввести последовательность из 15 чисел со знаком (байты), записав их в массив. Напечатать элементы массива, являющиеся нечётными числами, в порядке их вхождения в последовательность.

6.11 Описать массив двойных слов (числа без знака). Считая, что массив заполнен, напечатать последний элемент массива.

6.12 Описать массив байтов. Считая, что массив заполнен, напечатать последний элемент массива в предположении, что массив содержит

а) числа без знака; б) числа со знаком.

6.13 `N=30`

```
A DB N DUP (?)  ; A[0..N-1], числа со знаком
X DD N DUP (?)  ; X[0..N-1], числа со знаком
```

Напечатать элементы массива `A` с указанием их индексов; затем напечатать таким же образом элементы массива `X`.

6.14 `N=100`

```
X DB N DUP (?) ; X[0..N-1]
Y DW N DUP (?) ; Y[0..N-1]
Z DD N DUP (?) ; Z[0..N-1]
```

Решить следующую задачу двумя способами: 1) не используя множитель при модификаторе; 2) используя множители при модификаторах.

а) Выписать последовательность операторов, которая заполняет массивы `X`, `Y` и `Z` по правилу `X[i]:=i`, `Y[i]:=i`, `Z[i]:=i`.

б) Считая, что массивы содержат числа без знака, в каждом массиве посчитать количество элементов, которые больше своего индекса (`X[i]>i`, `Y[i]>i`, `Z[i]>i`). Результаты записать в регистры `AL`, `AH` и `DL`. Использовать один цикл.

6.15 `B DD 146 DUP (?)`

Записать в элементы массива `B` их адреса: $B_i :=$ адрес B_i.

6.16 `N=100`

```
X DD N DUP (?) ; X[0..N-1] – числа со знаком
```

Решить следующую задачу:

а) записать в регистр `EAX` число нулевых элементов массива `X`;

б) записать в регистр `EAX` наименьший элемент массива `X`;

в) записать в регистр `EAX` наименьший элемент массива `X`, в регистр `BL` — его индекс (от 0 до 99);

г) обнулить все отрицательные элементы массива `X`.

6.17 Написать программу решения задачи. Ввести последовательность из 120 чисел без знака. Напечатать последовательность в обратном порядке.

6.18 Написать программу решения задачи. Дан текст из маленьких латинских букв, за текстом — точка. В тексте не больше 70 символов. Напечатать текст в обратном порядке.

6.19 L=31

```
A DW L DUP (?) ; числа со знаком
```

Выписать фрагмент программы решения следующей задачи. Внутри цикла нельзя менять элементы массива.

а) Заменить на 1 первый отрицательный элемент массива A.

б) Изменить знак у первого элемента массива A, отличного от 1.

в) Заменить на –1 последний положительный элемент массива A.

г) Изменить знак у последнего элемента массива A, отличного от 0.

6.20 N=25

```
A DB N DUP (?)   ; A[0..N-1]
B DB N DUP (?)
Z DB N DUP (?)
```

Пусть массивы A, B и Z представляют собой длинные числа: каждый элемент массива A хранит одну десятичную цифру числа, например, элемент A[0] — старшая цифра, A[N-1] — младшая цифра (единицы). Реализовать следующие операции с длинными числами

а) Z:=A+B б) Z:=A–B в) Z:=0–B

6.21 N=30

```
Z DB N DUP (?) ; Z[0..N-1], числа со знаком
```

Решить следующую задачу:

а) Вычислить максимальный элемент среди элементов с нечётными индексами. Результат записать в AL.

б) поменять знаки у всех элементов массива Z с чётными индексами.

6.22 N=15

```
X DD N DUP (?); числа без знака
```

а) Проверить, упорядочен ли массив по возрастанию; ответ напечатать в виде текста («возрастает» или «не возрастает»).

б) Проверить, образуют ли элементы массива арифметическую прогрессию. Если образуют, напечатать текст «арифметическая прогрессия» и напечатать разность прогрессии, если не образуют напечатать текст «нет».

в) Проверить, образуют ли элементы массива геометрическую прогрессию с целым знаменателем. Если образуют, напечатать текст «геометрическая прогрессия» и напечатать знаменатель прогрессии, если не образуют напечатать текст «нет».

6.23
```
N=100
X DD N DUP (?)
```
а) Проверить, является ли массив симметричным; ответ напечатать в виде текста «симметричен» или «не симметричен».

б) Переставить элементы массива X в обратном порядке.

6.24
```
N=100
X DD N DUP (?)
```
а) Циклически сдвинуть влево на две позиции массив X.

б) Циклически сдвинуть вправо на две позиции массив X.

6.25
```
N=100
X DW N DUP (?)
```
Решить следующую задачу:

а) определить, у скольких элементов массива X равные соседи (предыдущий и последующий элементы), и записать ответ в регистр AL;

б) если левая и правая половины массива X совпадают, то обнулить последний элемент этого массива.

6.26
```
N=100
X DW N DUP (?)
```
Определить, есть ли в массиве X совпадающие элементы. Ответ (есть/нет) напечатать.

6.27
```
N DD ? ; число без знака
S DB 10 DUP ('0') ; символьная строка из цифр
```
а) Записать в S десятичные цифры N (например, для N=304 будет S='0000000304').

б) Решить обратную задачу: по массиву цифр S построить десятичное число N.

Считать, что младшая цифра числа содержится в последнем байте S.

6.28 Написать программу решения следующей задачи. Дан текст — непустая последовательность малых латинских букв, за которой следует точка. Длина последовательности не больше 255. Используя подходящий вспомогательный массив, решить задачу (ответ напечатать):

а) Определить, сколько различных букв входит в текст.

б) В алфавитном порядке напечатать буквы, входящие в текст.

в) Определить, какая из букв чаще всего встречается в тексте. Если таких букв несколько, выбрать любую.

6.29 Написать программу решения задачи. Дан текст — непустая последовательность символов, за которой следует точка. Напечатать в порядке возрастания все различные цифры, входящие в текст. Если в тексте нет цифр, ничего не печатать.

6.30 `A DQ 40 DUP (?) ; числа без знака`
Заменить первый элемент массива `A` на максимальный элемент.

6.31 `m=15`
`n=20`
Описать матрицу `A[m×n]`. Считая, что матрица заполнена
а) посчитать и напечатать количество отрицательных элементов в `A`;
б) найти и напечатать минимальный элемент матрицы `A`.

6.32 `m=10`
`n=15`
`B DD m DUP(n DUP(?)) ; матрица B[1..m,1..n] чисел со знаком`
а) Напечатать матрицу `B` (по строкам).
б) Напечатать первый столбец матрицы `B`.
в) Напечатать последний столбец матрицы `B`.
г) Напечатать матрицу `B` по столбцам — в первой строке экрана напечатать первый столбец матрицы, во второй — второй столбец и т. д.

6.33 `N=99`
`A DD N DUP (N DUP (?)) ; матрица чисел со знаком`
а) Поменять знаки на противоположные у элементов, стоящих на главной диагонали.
б) Обнулить элементы на побочной диагонали.
в) Транспонировать матрицу `A`.
г) Проверить, является ли матрица `A` симметрической. Ответ записать в регистр `AL`: 1 — симметрическая, 0 — нет.

6.34 Пусть в регистрах `ESI` и `EDI` находятся начальные адреса двух (непересекающихся) областей памяти из 20 двойных слов в каждой. Решить следующую задачу:
а) обнулить все двойные слова первой из этих областей (`ESI`);
б) записать в каждое двойное слово первой области его адрес;
в) сравнить содержимое обеих областей и записать ответ 1 (равны) или 0 в регистр `AL`.
г) скопировать содержимое первой области (`ESI`) во вторую область.

7. Структуры

Ниже использовано обозначение **{}**, **[]** — метасимволы РБНФ.

Описание типа

Состоит из нескольких директив.

имя типа STRUC
  описание поля
 {*описание поля***}**
имя типа ENDS

Синтаксис конструкции *описание поля* такой же, как у директив определения данных. Допускаются поля — структуры и записи (см. §9).

Семантика. Ассемблер запоминает информацию об имени типа, именах и расположении полей в структуре. Значение имени поля – смещение поля относительно начала структуры.

Описание переменной

имя переменной *имя типа* *операнд* **{,** *операнд***}**
операнд ::= <>-*иниц.* | *КВ* DUP (<>-*иниц.*)
<>-*иниц.* ::= < **[***значение поля* **{,** *значение поля***}]** >
значение поля ::= | ? | *КВ* | *АВ* | *иниц. массива* | *иниц.структуры* | *иниц.записи*
иниц. массива ::= *КВ* DUP (*оп1*)
иниц.структуры ::= <>-*иниц.*
иниц.записи см. §9

Допустимые значения для *оп1* в инициализации поля-массива определяются типом элемента массива.

Семантика. Ассемблер заносит в ТИ информацию об имени переменной и заполняет байты объектного кода в соответствии с указанными операндами.

Операторы

Операторы `type`, `length` и `size` применимы к имени типа, имени переменной и к имени поля. Смысл операторов — см. §6.

`size` *имя типа* ; размер в байтах одной переменной указанного типа.

Применение к полю:

оператор *имя типа*`.`*имя поля*
оператор *имя переменной*`.`*имя поля*

Доступ к полю переменной

Для доступа к полю используется оператор точка, выражение выглядит так

АВ`.`*имя поля*

Тип выражения = типу поля.

Смещение = смещение переменной + значение имени поля.

Если в *АВ* нет имени переменной, необходимо указать тип структуры

(*имя типа* `ptr` *АВ*)`.`*имя поля*

7.1
```
DATE STRUC             ; дата
     Y DW 1997         ; год
     M DB ?            ; номер месяца
     D DB ?            ; число
    WD DB 'воскресенье' ; день недели
 DATE ENDS
```

а) Описать переменные D1, D2, D3 и D4 типа DATE со следующими начальными значениями их полей (знак ? означает, что поле не должно иметь начального значения):

	Y	M	D	WD
D1:	1945	5	13	среда
D2:	1997	12	?	четверг
D3:	1980	?	?	воскресенье
D4:	1997	?	?	воскресенье

Директивы, описывающие эти переменные, должны быть максимально короткими.

б) Указать значение выражений

1) `type D1`; `size D1`; `size DATE`
2) `type D1.Y`; `type D1.D`; `type D1.WD`
3) `length D1.Y`; `length D1.WD`; `size D1.Y`; `size D1.WD`
4) `offset D1.D`, если `offset D1=100h`

7.2
```
TIME STRUC ; время какого-то момента суток
     H DB ?  ; час (от 0 до 23)
     M DB ?  ; минута (от 0 до 59)
     S DB ?  ; секунда (от 0 до 59)
TIME ENDS
T1 TIME <>
T2 TIME <>
```

а) Записать в переменную T1 значение 17 часов 25 минут 0 секунд.

б) Реализовать присваивание `T2 := T1`.

в) Увеличить время T2 на 1 секунду, учитывая смену суток.

г) Реализовать присваивание `CL:=T1<T2`. Считать, что «истина» изображается числом `0FFh`, «ложь» — числом `00h`.

7.3 Описать массив T из 70 моментов времени типа TIME (см. № 7.2). Считая массив заполненным, решить задачу: напечатать первый из моментов времени после полудня, если таких элементов нет, ничего не печатать.

а) Полдень 12:00:00 печатать.

б) Полдень 12:00:00 не печатать.

7.4 Описать структуру DATE (дата) с полями день, месяц, год. Описать массив dts[0..90] дат типа DATE.

а) вычислить значения type, length, size для массива dts;

б) ввести число k ($0 \le k \le 90$), записать в dts[k] сегодняшнюю дату;

в) записать в последний элемент массива dts дату 31.12.2023;

г) посчитать и напечатать количество весенних дат в массиве.

7.5 Описать структуру DATE (дата) с полями день, месяц, год и структуру PERSON (человек) с полями: FAM (фамилия) — строка из 20 байтов, BDATE (дата рождения) — типа DATE. Описать переменные P1 и P2 типа PERSON. Считая, что этим переменным в программе уже присвоены какие-то значения, решить следующую задачу:

а) В отдельных строках напечатать фамилии P1 и P2.

б) Напечатать значение переменной P1.

в) Описать массив Gr из 25 элементов типа PERSON (студенты одной группы). Выписать последовательность команд, которые печатают фамилии студентов Gr в отдельных строках.

г) Определить, моложе ли P1, чем P2? Ответ (1 — моложе, 0 — нет) записать в AL.

7.6 Описать структурный тип STUD (студент) со следующими полями: FAM (фамилия) — строка из 20 байтов, AGE (возраст) — 1 байт, MARKS (отметки) — массив из 4 байтов. Описать также (без начальных значений) переменную P типа STUD и массив GR (группа студентов) из 40 элементов того же типа.

Считая, что этим переменным в программе уже присвоены какие-то значения, решить следующую задачу, ответ записать в регистр AL.

а) определить, является ли P человеком в возрасте 17 лет, вторая буква в фамилии которого — это «е» (ответ: 1 (является) или 0);

б) определить, сколько людей из GR имеют тот же возраст, что и P;

в) напечатать (в столбик) фамилии всех студентов группы GR;

г) напечатать фамилию самого молодого человека из группы GR (любого, если таких несколько);

д) определить, сколько людей из GR имеют хотя бы одну отметку «4»;

е) определить, сколько отличников есть в группе GR;

ж) определить, есть ли в GR хотя бы одна пара однофамильцев (ответ: 1 (есть) или 0).

8. Команды работы с битами

Команды трактуют содержимое операндов как последовательность битов, действие выполняется с каждым битом независимо, побитово.

Логические команды

```
AND op1,op2  ; op1 := op1 and op2
OR  op1,op2  ; op1 := op1 or op2
XOR op1,op2  ; op1 := op1 ≠ op2
NOT op1      ; op1 := not op1,   не устанавливает флаги
TEST op1,op2 ; op1 and op2 без сохранения результата, устанавливается ZF
```

Все команды, кроме NOT, устанавливают флаг ZF.

Удобно использовать команды переходов

```
JZ метка      ; переход, если ZF=1 (синоним команды JE)
JNZ метка     ; переход, если ZF=0 (синоним команды JNE)
```

Сдвиги

Логические

```
SHL  op1,op2    ; сдвиг op1 влево на op2 разрядов
SHR  op1,op2    ; сдвиг op1 вправо на op2 разрядов
```

Циклические

```
ROL  op1,op2    ; поворот op1 влево на op2 разрядов
RCL  op1,op2    ; поворот op1 влево на op2 разрядов через CF
ROR  op1,op2    ; поворот op1 вправо на op2 разрядов
RCR  op1,op2    ; поворот op1 вправо на op2 разрядов через CF
```

Требования к операндам: op2 может быть либо регистром CL, либо константным выражением.

Все команды сдвигов устанавливают флаг CF. Удобно использовать команды переходов

```
JC метка      ; переход, если CF=1
JNC метка     ; переход, если CF=0
```

8.1 Указать значения регистра AL и флага ZF после выполнения следующей пары команд:

а)
```
MOV AL,1101b
AND AL,0111b
```

б)
```
MOV AL,100b
AND AL,011b
```

в)
```
MOV  AL,100b
TEST AL,011b
```

г)
```
MOV AL,0F0h
OR AL,0Fh
```

д)
```
MOV AL,1010b
XOR AL,0FFh
```

е)
```
MOV AL,101b
XOR AL,AL
```

8.2 Пусть под логические переменные A и B выделено по байту:

```
A DB ?
B DB ?
```

и пусть выбрано следующее представление для логических значений: «ложь» — нулевой байт, «истина» — любой ненулевой байт. Реализовать для этого представления следующие операции:

а) `A := not A` б) `A := A and B` в) `A := A or B`

8.3 Предложить машинное представление (размером в байт) для логических значений, которое отлично от известного представления `false = 00h`, `true = 0FFh` и при котором команды NOT, AND и OR правильно реализуют логические операции отрицания, конъюнкции и дизъюнкции соответственно.

8.4 Написать фрагмент программы — секцию данных и последовательность команд для решения задачи: Ввести число. Если число нечётное, напечатать `true`, в противном случае напечатать `false`. Для проверки нечётности числа использовать команду TEST.

8.5

```
N=3000
Y DQ N DUP (?)
K DB ?
```

Записать в переменную K значение 1, если массив удовлетворяет указанному ниже условию, и значение 0, если массив не удовлетворяет условию. Тело цикла должно содержать не более двух команд, считая команду `loop`. Проверяемое условие:

а) все элементы массива — нечётные числа;

б) в массиве есть хотя бы одно нечётное число.

8.6 Указать значения регистра AL и флага CF после выполнения следующей группы команд:

а)
```
MOV AL,101b
SHL AL,1
```

б)
```
MOV AL,11001b
SHL AL,5
```

в)
```
MOV AL,110b
SHR AL,1
```

г)
```
MOV AL,110b
SHR AL,4
```

д)
```
MOV AL,0F0h
ROL AL,1
```

е)
```
MOV AL,101b
ROR AL,2
```

ж)
```
MOV AX,1234h
SHR AH,1
RCR AL,1
```

з)
```
MOV AX,1234h
SHR AH,1
RCL AL,1
```

и)
```
   MOV ECX,4
   MOV AX,1234h
L: SHR AH,1
   RCR AL,1
   LOOP L
```

к)
```
   MOV ECX,4
   MOV AX,1234h
L: SHR AH,1
   RCL AL,1
   LOOP L
```

8.7 `N=1000`

```
X DQ N DUP (?)
K DB ?
```

Записать в переменную `K` значение 1, если массив удовлетворяет указанному ниже условию, и значение 0, если массив не удовлетворяет условию. Тело цикла должно содержать не более двух команд, считая команду `loop`. Проверяемое условие:

а) все элементы массива — отрицательные числа;

б) в массиве есть хотя бы одно отрицательное число.

8.8 `N=200`

```
X DD N DUP (?)
```

Для массива `X` посчитать количество а) нечётных; б) чётных; в) отрицательных; г) неотрицательных элементов. Результат записать в `EAX`. Элементы массива не портить. Использовать не более 4 команд в цикле, считая команду `loop`.

8.9 `X DQ ? ; число со знаком`

Не используя команды условного перехода, записать в регистр `AL` знаковый бит числа `X`, т. е. 1, если $X < 0$, и 0 иначе.

8.10 Вводится последовательность символов из набора {`'0'`, `'1'`, `'2'`, `'3'`}, оканчивающаяся пробелом — правильная запись целого числа в 4-ричной системе. Ввести число и записать его в регистр `EAX`. Считать, что число умещается в двойное слово. Операцию умножения не использовать.

8.11 Используя команду `OUTCHAR`, напечатать содержимое регистра `EAX` в виде числа без знака в 4-ричной системе. Напечатать все цифры числа, включая незначащие нули. Операцию деления не использовать.

8.12 Вводится последовательность символов из набора {`'0'`, …, `'9'`, `'A'`, `'B'`, `'C'`, `'D'`, `'E'`, `'F'`}, оканчивающаяся пробелом, — правильная запись целого числа в 16-ричной системе. Ввести число и записать его в регистр `EAX`. Считать, что число умещается в двойное слово. Операцию умножения не использовать.

8.13 Напечатать содержимое регистра `EAX` в 16-ричной системе (восемь цифр). Команду деления не использовать.

8.14 Решить следующую задачу:

а) Подсчитать число двоичных единиц в значении регистра EAX и записать это число в регистр DH. Тело цикла должно содержать не более трёх команд, считая команду LOOP.

б) Не используя команды деления, с помощью команды OUTCHAR напечатать значение регистра EAX в виде беззнакового двоичного числа (32 двоичные цифры). В теле цикла не более 5 команд.

в) Перевернуть содержимое регистра EAX.

г) Не используя команды умножения, ввести беззнаковое двоичное число и записать его в регистр EAX. Считать, что число задано без ошибок, заканчивается пробелом и умещается в двойное слово.

8.15 Проверить, является ли содержимое регистра EAX как последовательность битов палиндромом (т. е. симметричным). Ответ (да/нет) напечатать.

8.16 С помощью команды OUTCHAR напечатать значение регистра EAX в виде беззнакового двоичного числа без незначащих нулей. Команду деления не использовать.

8.17 Проверить, является ли число без знака — содержимое регистра EAX — степенью двойки, т. е. существует k: $0 \le k \le 31$, EAX $= 2^k$. Команды умножения и деления не использовать. *Указание*: в двоичной системе степень двойки выглядит как `000…010…00`, начальная или конечная последовательность нулей может отсутствовать. Ответ (да/нет) напечатать.

8.18 Проверить, является ли содержимое регистра EAX числом вида $2^k - 1$, т. е. последовательность разрядов выглядит как `000…011…1`, начальная последовательность нулей может отсутствовать. Ответ (да/нет) напечатать.

8.19
```
Q DQ ?
    K DB ?  ; 0≤K≤63
```
Реализовать сдвиг `SHL Q,K`.

8.20
```
N=32
    X DD N DUP (?)    ; X[0..N-1]
```
Преобразовать массив X по правилу: циклически сдвинуть элемент X[i] влево на i разрядов, для всех $i \in [0, N-1]$.

8.21 Пусть X и Y — двойные слова, числа без знака. Не используя команды умножения и деления, реализовать следующее присваивание:

а) $Y := 4 * X - X$ **div** $8 + X$ **mod** 16

б) $Y := 35 * X$

Считать, что результат вычислений и промежуточные результаты умещаются в двойное слово.

8.22 Пусть X — двойное слово, число без знака. Не используя команд умножения и деления, выписать последовательность команд, реализующих присваивание

а) $Y := (Y + X + 52)$ **div** $16 + X * 32$

б) $Y := X$ **mod** $8 + X$ **mod** $16 + X$ **mod** 32

Описать переменную Y подходящего размера. Фрагмент должен корректно работать для любых исходных данных, даже если промежуточные результаты не умещаются в двойное слово.

8.23
```
A DD ?
B DD ?
Z DQ ?
```

Пусть A, B — двойные слова, числа без знака, Z — четверное слово. Реализовать «быстрое» умножение $Z := A \cdot B$.

Алгоритм: Пусть $B = b_{31} \cdot 2^{31} + b_{30} \cdot 2^{30} + \ldots + b_2 \cdot 2^2 + b_1 \cdot 2 + b_0$, $b_i \in \{0, 1\}$. Тогда $A \cdot B = ((\ldots (A \cdot b_{31} \cdot 2 + A \cdot b_{30}) \cdot 2 + \ldots + A \cdot b_2) \cdot 2 + A \cdot b_1) \cdot 2 + A \cdot b_0$. Умножение на 2 реализуется сдвигом влево на один разряд. Действие «$+ A \cdot b_i$» означает, что нужно прибавить A, если $b_i = 1$.

Приходим к алгоритму:

```
begin Z:=0;
      for i:=31 downto 0 do
        begin Z<<1; {Z*2}
              B<<1; {CF=b_i}
              if CF=1 then Z:=Z+A
        end
end
```

Здесь знак << обозначает сдвиг содержимого первого операнда влево.

Величины, используемые в цикле, хранить в регистрах.

8.24 Пусть переменные A, B — двойные слова, числа без знака, а C — переменная типа `qword`. Не используя команды умножения, реализовать операцию $C := 16 * A + B$.

8.25
```
A DW 0
B DW 0
C DW 0
```
Переменные A, B и C — представляют множества **set of** '0'..'9', старший бит соответствует '0'. (Например, множество {'1'} изображается словом 4000h.) Реализовать следующие операции

а) Записать в C множество {'2', '4', '5'}

б) Записать в C объединение множеств C := A ∪ B

в) Записать в C пересечение множеств C := A ∩ B

г) Записать в C разность множеств C := A \ B

д) Распечатать множество C: напечатать все элементы, входящие в множество C.

е) Пусть CL содержит символ. Проверить, принадлежит ли множеству C символ CL. Результат (0FFh — true, 0 — false) записать в AL.

8.26 Написать программу решения задачи. Дан текст — последовательность строчных латинских букв, возможно пустая, за которой следует точка. В алфавитном порядке напечатать все различные буквы, встречающиеся в тексте. Хранить буквы текста в множестве **set of** 'a'..'z'; для представления множества использовать двойное слово.

8.27 Написать программу решения задачи. Дан текст — последовательность строчных латинских букв, возможно пустая, за которой следует точка. Посчитать, сколько различных букв входит в текст. Хранить буквы текста в множестве **set of** 'a'..'z'; для представления множества использовать двойное слово.

8.28
```
X DB 13 DUP (?) ; X: array [1..13] of 0..3
PX DD ?         ; PX: packed array [1..13] of 0..3
```
Реализовать следующую работу с упакованным массивом PX.

(*Подсказка*: для хранения одного элемента достаточно двух битов.)

а) Упаковать массив X в двойное слово PX, т. е. записать элементы массива X в PX: X[1] — в два старшие бита PX, X[2] — в два следующих бита и т. д.

б) Распаковать PX в массив X: заполнить массив X элементами, хранящимися в PX.

в) Ввести число k ($1 \le k \le 13$) и записать ноль в PX[k].

г) Ввести число k ($1 \le k \le 13$) и напечатать элемент PX[k].

9. Записи

Ниже использовано обозначение **{}**, **[]** — метасимволы РБНФ.

Описание типа

имя типа RECORD *имя поля* : *КВ1* = *КВ2* **{,** *имя поля* : *КВ1* = *КВ2* **}**

КВ1, *КВ2* без ссылок вперёд; *КВ1* — ширина поля в битах, *КВ2* — начальное значение поля по умолчанию.

Имена полей должны быть уникальные. Суммарная ширина полей не больше 32, запись не может превосходить двойное слово.

Семантика. Ассемблер запоминает информацию об имени типа, именах полей, их расположении в записи, ширине и значениях полей.

Описание переменной

имя переменной *имя типа* *операнд* **{,** *операнд***}**

операнд ::= *<>-иниц.* | *КВ* DUP (*<>-иниц.*)

<>-иниц. ::= < **[***значение поля* **{,** *значение поля***}]** >

значение поля ::= | *КВ*

Семантика. Ассемблер заносит в ТИ информацию об имени переменной и заполняет байты объектного кода в соответствии с указанными операндами.

Операторы и значение имени поля

имя поля — константа, значение = правый сдвиг (на сколько битов сдвинуть всю запись вправо для выравнивания поля по правой границе)

width *имя поля* (width *имя типа*) — ширина поля (записи) в битах

mask *имя поля* (mask *имя типа*) — битовая маска для выделения поля (записи)

9.1 Пусть есть описание типов

```
R1 RECORD A:1, B:2=3
R2 RECORD M:5=2, N:10, L:12=0
```

а) Указать значения выражений type R1, type R2.

б) Тип R1: вычислить значения выражений

width R1, width A, width B;

mask R1, mask A, mask B;

A, B.

в) Тип R2: вычислить значения выражений (значения масок указать в 16-ричной системе)

width R2, width M, width N, width L;

mask R2, mask M, mask N, mask L;

M, N, L.

9.2 Есть описание типа

```
R RECORD A:3=2, B:3, C:10=3FFh
```

Указать, как будут заполнены поля переменных, описанных следующими директивами

а) `V1 R <>` б) `V2 R <1,2,3>` в) `V3 R <,,7>` г) `V4 R <7>`

9.3 Описан тип `time` — момент времени (в 12-часовом формате) с полями час, минута, секунда

```
time RECORD h:4=0, m:6=0, s:6=0
```

и описана переменная `T` типа `time`

```
T time <>
```

а) Записать в переменную `T` значение 2 час. 35 мин. 05 сек. Решение должно состоять из одной команды.

б) Считая, что переменная `T` получила некоторое значение, напечатать значение `T` в виде `час:минута:секунда`, разделяя поля двоеточиями.

в) Ввести три числа — час, минуту и секунду — и заполнить поля переменной `T`.

9.4 `time RECORD h:4=0, m:6=0, s:6=0 ; час, минута, секунда`

Описать массив `T` из 70 элементов типа `time`. Выписать последовательность команд для решения задачи

а) Посчитать количество элементов массива, у которых поле секунда равно нулю.

б) Посчитать в массиве `T` количество моментов времени до `7.00`.

в) Вычислить наибольший элемент в массиве `T`. Просмотр первого элемента массива из цикла не выносить. Значение наибольшего элемента напечатать.

г) Вычислить наименьший элемент в массиве `T`. Просмотр первого элемента массива из цикла не выносить. Значение наименьшего элемента напечатать.

д) Описать `mins` — переменную типа `time`. Записать в `mins` элемент массива `T`, у которого поле `s` имеет наименьшее значение. Если таких элементов несколько, записать любой из них.

е) Описать `maxm` — переменную типа `time`. Записать в `maxm` элемент массива `T`, у которого поле `m` имеет наибольшее значение. Если таких элементов несколько, записать любой из них.

9.5
```
time RECORD h:4=0, m:6=0, s:6=0
day STRUC
 WD DB 11 DUP (' '),0 ; день недели
  T time <>           ; время срабатывания будильника
day ENDS
```
Описать массив D из 365 элементов типа day (D[1..365]).

а) Записать в поле T второго элемента массива D значение 6 часов 45 минут.

б) Напечатать индексы элементов массива D, у которых время срабатывания будильника не раньше 9.00. Считать, что нумерация элементов начинается с 1.

в) Напечатать название дня недели, когда будильник срабатывает позже всего.

9.6 Описать запись DATE для хранения даты в 21 веке с полями год (от 00 до 99), месяц и день. Описать переменные D1 и D2 типа DATE.

а) Записать в регистр AL число 0FFh, если D1 меньше D2, и 0 — в противном случае.

б) Напечатать дату D1 в формате день.месяц.год (например, 1.1.2020)

в) Напечатать дату D1 с указанием трёхбуквенного обозначения месяца (например, 1 янв 2020). Написать фрагмент программы: необходимые данные и команды.

г) Описать массив X из 47 элементов типа DATE. Считая, что массив заполнен, вычислить и записать в байтовую переменную S количество летних дат в массиве X.

9.7 Описать структуру STUD (студент) с полями SNAME (фамилия), NAME (имя) и BDAY (день рождения). Поля SNAME, NAME — строки, поле BDAY — запись. Описать массив Gr из 25 структур типа STUD. Считая массив заполненным,

а) посчитать количество студентов, родившихся в январе (ответ записать в EAX);

б) напечатать фамилию и имя самого младшего студента.

10. Стек

Команды записи в стек

```
PUSH op       ;  op – r32, m32, i32
```

Действие команды: 1) ESP := ESP − 4; 2) [ESP] := op

```
PUSHFD        ;  PUSH EFlags
```

Команды взятия из стека

```
POP op        ;  op – r32, m32
```

Действие команды: 1) op := [ESP]; 2) ESP := ESP + 4

```
POPFD         ;  POP EFlags
```

10.1 Используя любые регистры как вспомогательные, описать через другие команды действие команды:

а) PUSH EAX б) POP EAX

10.2 Указать значения байтов с адресами ESP, ESP+1, ESP+2, ESP+3 после выполнения команд

```
MOV EAX,01020304h
PUSH EAX
```

10.3 Выписать фрагмент программы: Вводится последовательность символов, за которой следует точка. Напечатать последовательность в обратном порядке. Если последовательность пустая (введена только точка), ничего не печатать.

10.4 Выписать фрагмент программы, в котором вводится последовательность ненулевых чисел, заканчивающаяся нулем, и эти числа выводятся в обратном порядке, но только если среди них нет отрицательных чисел (в противном случае ничего не выводить). Исходное значение регистра ESP должно быть сохранено.

10.5 Написать полную программу решения задачи. Дано число n, $n > 0$. Напечатать квадрат размером $n \times n$ из символов `'*'`. Для реализации вложенных **for** использовать стек.

10.6 Фрагмент программы. Описать матрицу $A[m \times n]$, элементы — слова, числа со знаком. Считая, что матрица заполнена, вычислить и напечатать максимальные элементы строк матрицы A (каждое число — в отдельной строке). Для реализации вложенных **for** использовать стек.

10.7 Описать матрицу $A[m \times n]$, элементы — двойные слова, числа со знаком. Записать в EAX максимальный элемент матрицы. Для реализации вложенных **for** использовать стек. В качестве начального значения EAX использовать минимальное отрицательное число.

10.8 Описать матрицу $A[m \times n]$, элементы — двойные слова, числа со знаком. Описать переменные `min`, `im`, `jm` — двойные слова. Записать в `min` минимальный элемент матрицы, а в `im`, `jm` — его индексы. Если минимальных элементов несколько, сохранить индексы первого найденного. Для реализации вложенных **for** использовать стек.

10.9 Пусть в стек записано 40 двойных слов. Реализовать указанную ниже операцию. Если в задаче не указано обратное, стек не портить.

а) Поменять местами два «верхних» элемента (двойные слова) стека, сохранив при этом значения всех регистров и не используя переменные.
б) Не вынимая элементы из стека, посчитать количество элементов, равных нулю. Ответ записать в регистр AL.
в) Не вынимая элементы из стека, заменить все нечётные числа в стеке на число 1.
г) Не вынимая элементы из стека определить, есть ли в стеке хотя бы два одинаковых двойных слова. Ответ записать в регистр AL: 1 — есть, или 0 — нет.
д) Не вынимая элементы из стека, рассматривая элементы стека как адреса (смещения) некоторых байтов из сегмента данных, обнулить все эти байты.
е) Не вынимая элементы из стека, рассматривая элементы стека как адреса (смещения) некоторых байтов из сегмента данных, подсчитать количество чётных чисел среди этих байтов, записать результат в AL.

10.10 Пусть в стеке записано 200 двойных слов и пусть в сегменте данных описан массив X из 200 двойных слов. Не используя команду POP и не изменяя значение регистра ESP, скопировать содержимое стека в массив X («верхнее» двойное слово стека должно быть записано в начальный элемент массива).

10.11 Используя только операцию OUTCHAR, вывести содержимое регистра EAX в виде

а) беззнакового десятичного числа;
б) знакового десятичного числа.

10.12 Написать программу. Дан непустой текст состоящий из круглых и квадратных скобок, за текстом следует точка. Проверить текст на согласованность скобок. Напечатать ответ Yes или No.

10.13 Написать программу решения задачи: Дан непустой текст, состоящий из цифр, знаков бинарных операций +, –, * и /. За текстом следует знак равенства (=). Текст представляет собой корректную запись формулы в постфиксном виде. Ввести текст, вычислить значение формулы и напечатать полученное значение. Считать, что промежуточные результаты не превосходят размера двойного слова и что операция / изображает **div**.

10.14 Написать программу для решения следующей задачи.

а) Для ввода задана последовательность символов, представляющая собой (без ошибок) формулу следующего вида:

⟨формула⟩ ::= ⟨цифра⟩ | (⟨формула⟩⟨знак⟩⟨формула⟩)
⟨знак⟩ ::= + | –
⟨цифра⟩ ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

За формулой следует символ "=". Вычислить значение этой формулы. (Пример: ((5–2)+7) → 10)

б) Для ввода задана последовательность символов, представляющая собой (без ошибок) формулу следующего вида:

⟨формула⟩ ::= ⟨цифра⟩ | M(⟨формула⟩,⟨формула⟩)
| m(⟨формула⟩,⟨формула⟩)
⟨цифра⟩ ::= 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9

где M трактуется как max (максимум), а m — как min (минимум).
За формулой следует символ "=". Вычислить значение этой формулы. (Пример: M(2,m(5,7)) → 5)

11. Процедуры

Описание процедуры

имя процедуры PROC
 ; *команды*
имя процедуры ENDP

Семантика. По директиве PROC ассемблер заносит в ТИ информацию об имени процедуры (имя, смещение в сегменте кода). Директиву ENDP ассемблер пропускает.

Передача управления

```
CALL имя процедуры      ; вызов процедуры
```

Действие команды: 1) адрес возврата → стек; 2) JMP *имя процедуры*

```
RET [КВ]                ; возврат из процедуры
```

Действие команды: 1) из стека вынимается адрес возврата;
2) если есть *КВ*, то ESP := ESP + *КВ*; 3) переход по адресу возврата.

Стандартные пролог и эпилог

Пролог (входные действия)

```
; настройка указателя кадра стека (при передаче параметров в стеке)
    PUSH EBP
    MOV EBP, ESP
; создание локальных переменных
    SUB ESP, КВ     ; КВ = общий размер лок. переменных
; сохранение используемых регистров
    PUSH ...
```

Эпилог (выходные действия)

```
; восстановление используемых регистров
    POP ...
; уничтожение локальных переменных
    MOV ESP, EBP
; восстановление EBP
    POP EBP
; возврат с удалением параметров из стека
    RET [КВ]
```

Паскалевская функция реализуется на ассемблере процедурой, результат возвращается в аккумуляторе (AL, AX, EAX в зависимости от типа результата). При передаче параметров в стеке ведущая часть кладёт параметры в стек в порядке, обратном тому, как они перечислены в заголовке процедуры. (Первый параметр процедуры лежит в стеке выше всех.)

Соответствие типов:

byte — char, boolean

dword — longint (знаковое число), longword (целое без знака), ссылка.

11.1 Используя регистр EAX как вспомогательный, описать через другие команды действие команды:

а) `CALL P` б) `RET n`

11.2 Описать процедуру `PrLD(n,p: dword)`, которая печатает младшую цифру числа `n` (без знака) в системе счисления по основанию `p`. Передавать параметры в регистрах.

11.3 Для заголовка процедуры

```
procedure P(a: dword; var b: dword)
```

и секции данных

```
.DATA
x DD 1
y DD 7
```

выписать последовательность команд, реализующую вызов

1) `P(5, y);` 2) `P(x, y);` 3) `P(x+2, y);` 4) `P(x, x).`

а) Параметры передаются в регистрах: EAX — первый параметр, EBX — второй параметр.

б) Параметры передаются в стеке.

11.4 Заголовок процедуры имеет вид

```
procedure P (x: ptype);
```

Параметр передаётся в стеке. Пусть EBP установлен на базу стека стандартным образом. Выписать фрагмент процедуры `P`, который записывает в аккумулятор значение параметра `x`, если

а) `ptype = char`

б) `ptype = integer` (соответствует `word`)

в) `ptype = longint` (соответствует `dword`)

11.5 Заголовок процедуры имеет вид

```
procedure S (var x: ptype);
```

Параметр передаётся в стеке. Пусть EBP установлен на базу стека стандартным образом. Выписать фрагмент процедуры `S`, который записывает в аккумулятор значение параметра `x`, если

а) `ptype = char`

б) `ptype = integer` (соответствует `word`)

в) `ptype = longint` (соответствует `dword`)

11.6 Написать программу, которая вводит 4 положительных числа и определяет их наибольший общий делитель. В программе описать и использовать функцию нахождения наибольшего общего делителя

двух чисел с передачей параметров по значению в регистрах EAX и EBX; результат возвращать в EAX.

Следующие задачи решить в двух вариантах: а) с передачей параметров в регистрах; б) с передачей параметров в стеке. Требуется указывать интерфейс процедуры (т. е. заголовок процедуры на Паскале).

11.7 Реализовать на ассемблере процедуру

```
procedure A2(var x: int; y: int);
begin x:= x+y end;
```

Затем написать на ассемблере фрагмент программы, реализующий следующую ведущую часть

```
{a, b: int}
begin read(a, b); A2(a, b+1); write(a) end.
```

Считать, что типу int соответствует dword, число со знаком.

11.8 `X DQ ?`

Описать процедуру OUTB, которая печатает в виде двузначного (беззнакового) 16-ричного числа значение заданного байта. Используя эту процедуру, выписать фрагмент основной программы, печатающий значение переменной X в 16-ричном виде.

11.9 `X DB 100 DUP (?) ; X[0..99]`

Описать процедуру SETABS, которой передается адрес (смещение) некоторого знакового байта памяти и которая заменяет его значение на абсолютную величину. Предварительно выписать заголовок процедуры на Паскале. Используя эту процедуру, выписать фрагмент основной программы для решения следующей задачи: при X[0]>X[27] заменить на абсолютную величину значение элемента X[27], иначе — элемента X[0].

11.10

```
A DD ? ; числа со знаком
     B DD ?
     C DD ?
```

Выписать фрагмент основной программы, в котором значения переменных A, B и C перераспределяются так, чтобы оказалось $A \geq B \geq C$. Для решения этой задачи описать процедуру MAXMIN(X,Y), которая перераспределяет значения X и Y так, чтобы большее из них оказалось в X, а меньшее — в Y. Предварительно написать заголовок процедуры и ведущую часть программы на Паскале.

11.11 Описать процедуру `NGT(x,y)`, которая реализует присваивание `x:=-y` для переменных типа `word`.

11.12 Описать процедуру `NextDig`, которая вычисляет цифру, следующую за цифрой `d`, считая что за `'9'` следует `'0'`. Написать полную программу, которая вводит по `INCHAR` цифру и печатает две следующие за ней цифры. Интерфейс процедуры:

а) `procedure NextDig(var d:char);`
процедура реализует оператор `d:=след.цифра(d)`

б) `function NextDig(d:char):char;`

11.13 Описать функцию `CMAX(X,N)`, вычисляющую количество вхождений максимального элемента в массив `X` длины `N`. Элементы массива — двойные слова, числа со знаком.

```
A DD 30 DUP (?)
B DD 40 DUP (?)
```

Напечатать имя массива, в котором наибольшее количество вхождений максимальных элементов. Передача параметров в регистрах.

11.14
```
A DB  60 DUP (?)  ; числа со знаком
B DB 101 DUP (?)
```

Описать процедуру `OUTARR8(x,n)`, которая печатает массив `x` длины `n` (числа со знаком). Используя эту процедуру, выписать фрагмент основной программы: если последний элемент массива `A` равен среднему элементу массива `B`, напечатать массив `A`, иначе — массив `B`. Числа (60, 101 и любые другие) не использовать.

11.15
```
A DB 500 DUP (?)  ; числа со знаком
B DD ?
```

Описать процедуру `SUM(X,N,S)`, которая присваивает параметру-двойному слову `S` сумму элементов массива `X` из `N` знаковых байтов. Выписать заголовок процедуры на Паскале. Выписать команды, соответствующие следующему обращению к процедуре: `SUM(A,500,B)`.

11.16 Описать процедуру `F(X,N,P)`, определяющую, сколько элементов массива `X` из `N` байтов равно байту `P`, и возвращающую результат через регистр `AL`. Выписать заголовок процедуры на Паскале (это будет функция). Использовать эту процедуру для вычисления значения

```
K:=F(A,70,F(B,30,K))
```

где `A` — массив из 70 байтов, `B` — массив из 30 байтов, а `K` — байтовая переменная.

11.17 Описать процедуру REV(X,N), которая переставляет элементы массива X длины N в обратном порядке. Тип элементов массива — dword. Передача параметров в стеке.

11.18 Описать логическую функцию SYM(X,N), определяющую симметричность массива X из N элементов — двойных слов. Считать, что true кодируется числом 0FFh, false — числом 0.

11.19 Описать процедуру SHIFT23, которой передается начальный адрес некоторого массива из 100 байтов и которая за один просмотр этого массива циклически сдвигает его элементы на 23 позиции вперед (влево). В своей работе процедура должна использовать вспомогательный массив, отведя ему место в стеке.

В следующих задачах способ передачи параметров (в регистрах или в стеке) указан в условии.

11.20 В задаче нужно написать полную программу. Описать процедуру MD(n,d), реализующую присваивание d := наименьшая цифра (n). Передача параметров в стеке. Используя процедуру, решить задачу: Ввести три числа. Напечатать эти числа в порядке возрастания их наименьших цифр. (Например, для чисел 325, 170, 3 нужно напечатать 170, 325, 3).

11.21 Описать функцию MAXLET(T,N) для определения, какая из больших латинских букв чаще всего встречается в символьном массиве T, длины N. Считать, что такая буква есть и она единственная. Параметры передаются в стеке. В своей работе функция должна использовать вспомогательный массив, отведя ему место в стеке.

11.22 Описать функцию MINDIG(T,N), для определения, какая из цифр меньше всего встречается в символьном массиве T, длины N. Если таких цифр несколько, вернуть любую из них. Параметры передаются в стеке. В своей работе функция должна использовать вспомогательный массив, отведя ему место в стеке.

11.23 Описать рекурсивную процедуру OUTD, печатающую значение регистра EAX как беззнаковое число в системе счисления, основание которой (от 2 до 10) передается в регистре BL. (Обратить внимание на возможность переполнения в команде DIV.)

11.24 Описать процедуру, которая используя только операцию OUTCHAR, печатает содержимое регистра EAX, в виде знакового десятичного числа. Описать вспомогательную рекурсивную процедуру, печатающую положительное число.

11.25 Описать рекурсивную процедуру для решения следующей задачи. Пусть для обозначения «буквенных» 16-ричных цифр применяются прописные буквы A,...,F. Не используя команды умножения и деления

а) вывести значение регистра EAX в виде 8-значного шестнадцатеричного числа;

б) ввести шестнадцатеричное число и записать его в регистр EAX (считать, что число записано без ошибок, содержит от 1 до 8 цифр, за числом следует пробел).

11.26 Описать процедуру SUM, которой через регистр EBX передается начальный адрес, а через регистр ECX — число элементов некоторого массива, элементы которого (размером в двойное слово) являются адресами каких-то знаковых байтов в сегменте данных. Процедура должна найти сумму значений всех этих байтов и вернуть ответ через регистр EAX.

11.27 Описать процедуру ZERO от 20 параметров, которые передаются через стек и каждый из которых (размером в двойное слово) представляет собой адрес некоторой знаковой байтовой переменной из сегмента данных. Процедура должна обнулить те из этих переменных, значения которых положительны.

11.28 Написать программу решения задачи: Дана непустая последовательность символов, за которой следует точка. Напечатать эту последовательность в обратном порядке. Описать вспомогательную рекурсивную процедуру REVERSE, которая вводит последовательность и печатает её. Предварительно написать процедуру на паскале.

11.29 Написать программу решения задачи: Дана непустая последовательность чисел (со знаком), за последовательностью следует ноль. Напечатать эту последовательность в обратном порядке. Описать вспомогательную рекурсивную процедуру REVSEQ, которая вводит последовательность и печатает её. Предварительно написать процедуру на паскале.

11.30 Дана последовательность (возможно, пустая) ненулевых чисел, за последовательностью следует 0. Описать рекурсивную процедуру `PR` без параметров, которая вводит эти числа и выводит сначала все отрицательные числа, а затем — все положительные (в любом порядке).

11.31 Описать рекурсивную процедуру `BITS1`, которая подсчитывает количество двоичных единиц в регистре `EBX` и возвращает ответ через регистр `AL`.

12. Строковые команды

Обозначения операндов: источник (source) *src* — [ESI], получатель (destination) *dst* — [EDI]

Направление просмотра строки задаётся флагом направления DF: DF = 0, просмотр от начала к концу; DF = 1, просмотр от конца строки к началу.

Установка DF

```
CLD       ; DF:=0
STD       ; DF:=1
```

Строковые примитивы

Мнемокод образуется из названия примитива и типа данных ⟨*КОП*⟩⟨*тип*⟩, например, LODSD

⟨*тип*⟩ ::= B | W | D

Примитивы работают с аккумулятором (обозн. acc) в зависимости от типа: AL, AX, EAX.

Примитив выполняет 1) заданную операцию и 2) сдвигает указатель операнда на очередной элемент строки (при этом флаги не затрагиваются)

Примитивы

Пересылки

```
LODS      ; acc := src
STOS      ; acc → dst
MOVS      ; dst := src
```

Сравнения

```
SCAS      ; acc–dst, установка флагов
CMPS      ; src–dst, установка флагов
```

Префиксы повторения

Пересылки

REP *примитив*

Семантика:

1) ECX=0? Да — завершение работы команды
2) выполнение примитива
3) ECX := ECX–1

Сравнения

```
REPE примитив     ; повторять, пока равно
REPNE примитив    ; повторять, пока не равно
```

Семантика:

1) ECX=0? Да — завершение работы команды
2) выполнение примитива
3) ECX := ECX–1
4) условие повторения истинно? Да — переход к п.1, нет — завершение работы команды

12.1 Используя, если надо, регистр EBX как вспомогательный и считая, что флаг направления DF равен 0, описать через другие (не строковые) команды действие команды:

а) MOVSD б) CMPSB в) SCASB г) LODSD д) STOSB е) REP MOVSD

12.2
```
S DB 'abcde',0
T DB 'abxyz'
```
Определить значения регистров ECX и BL и флага ZF после выполнения следующей группы команд:

а)
```
CLD
LEA ESI,S
LEA EDI,T
MOV ECX,5
REPE CMPSB
MOV BL,[ESI]
```

б)
```
STD
LEA ESI,S+4
LEA EDI,T+4
MOV ECX,5
REPNE CMPSB
MOV BL,[ESI]
```

в)
```
CLD
LEA EDI,S
MOV ECX,5
MOV AL,'e'
REPNE SCASB
MOV BL,[EDI]
```

г)
```
CLD
LEA EDI,S
MOV ECX,5
MOV AL,'f'
REPNE SCASB
MOV BL,[EDI]
```

12.3
```
X  DD  1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Y  DD  9 DUP (?)
```
Определить значения указанных ячеек памяти, регистров и флагов, которые получатся после выполнения следующей группы команд:

а)
```
CLD
MOV ECX,5
MOV ESI, offset X
MOV EDI, offset Y
REP MOVSD

ECX = ?
dword ptr [ESI] = ?
```

б)
```
CLD
MOV ECX,7
MOV EDI, offset X
MOV EAX, 3
REPNE SCASD

ECX = ?
dword ptr [EDI] = ?
ZF = ?
```

в)
```
CLD
MOV ECX,7
MOV EDI, offset X
MOV EAX, 8
REPNE SCASD

ECX = ?
dword ptr [EDI] = ?
ZF = ?
```

г)
```
CLD
MOV ECX,7
MOV EDI, offset X
MOV EAX, 1
REPE SCASD

ECX = ?
dword ptr [EDI] = ?
ZF = ?
```

В следующих задачах использовать строковые команды ***с префиксами повторения****.*

12.4
```
N = 100
S DB N DUP (?)    ; S[0..N-1] of char
T DB N DUP (?)    ; T[0..N-1] of char
```
а) Заполнить строку S символами 'd'.

б) Считая, что строка S заполнена, реализовать присваивание T:=S

в) Заменить последние 10 символов строки S на первые 10 символов строки T.

12.5
```
N = 100
    X DD N DUP (?)
    Y DD N DUP (?)
```

а) Выписать последовательность команд, инициализирующую все элементы массива X числом (-10).

б) Скопировать массив X в массив Y.

12.6
```
N = 150
    S DB N DUP (?)
```

а) Сдвинуть элементы строки S на три позиции влево, заполнив последние элементы пробелами.

б) Сдвинуть элементы строки S на три позиции вправо, заполнив первые элементы пробелами.

в) Циклически сдвинуть элементы строки S на две позиции влево.

г) Циклически сдвинуть элементы строки S на две позиции вправо.

д) Циклически сдвинуть элементы строки S на 4 позиции влево.

е) Циклически сдвинуть элементы строки S на 4 позиции вправо.

ж) Сдвинуть элементы строки S на 15 позиций влево, заполнив последние элементы пробелами. Описать и использовать вспомогательный массив.

з) Сдвинуть элементы строки S на 15 позиций вправо, заполнив первые 15 элементов пробелами. Описать и использовать вспомогательный массив.

12.7
```
N = 70
    X DD N DUP(?) ; X[1..N]
```

а) Проверить, входит ли в массив X число 5. Результат записать в BL (1 – входит, 0 – не входит).

б) Если в массиве X есть число 10, напечатать индекс его первого вхождения, в противном случае напечатать -1.

12.8
```
N = 100
    S DB N DUP(?)     ; строка символов
```

а) Определить, со скольких пробелов начинается строка S, записать ответ в регистр CL.

б) Определить, сколькими пробелами заканчивается строка S, записать ответ в регистр CL.

12.9
```
N = 100
T DB N DUP(?)    ; T[0..N-1] of char
```
а) Заменить в строке T первое вхождение символа '.' на символ '!'.
б) Заменить в строке T последнее вхождение буквы 'n' на букву 'N'.
в) Найти индекс (от 0 до N-1) первого вхождения буквы 'Q' в строку T и записать ответ в регистр EDI; если эта буква не входит в T, то в EDI записать -1.

12.10
```
N = 100
S DB N DUP(?)    ; S[0..N-1] of char
```
Определить, равны ли левая и правая половины строки S, и записать ответ 1 (равны) или 0 в регистр AL. Если строка нечётной длины, средний символ не принадлежит ни левой, ни правой половине.

12.11
```
N = 100
S DB N DUP(?)
```
а) Используя строковые команды с префиксами повторения, заменить в S все символы '*' на символы '?'.
б) Используя строковые команды с префиксами повторения, записать в регистр BH число вхождений символа '*' в строку S.

12.12
```
N = 200
X DD N DUP(?)
```
а) Заменить в массиве X все элементы, равные 50, на число 100. Использовать строковые команды с префиксами повторения.
б) Записать в регистр BH количество элементов, равных 50. Использовать строковые команды с префиксами повторения.

12.13 Пусть в стеке записано 200 двойных слов и пусть в сегменте данных описан массив X из 200 двойных слов. Не используя команду POP и не изменяя значение регистра ESP, скопировать содержимое стека в массив X («верхнее» двойное слово стека должно быть записано в начальный элемент массива). Использовать строковую команду с префиксом повторения.

12.14
```
N = 100
A DD N DUP (?)
B DD N DUP (?)
```
Описать процедуру COPY(X,Y,N), копирующую массив X из N двойных слов в массив Y. Параметры X и Y передаются по ссылке, N — по значению; параметры передать в стеке. В процедуре использовать строко-

вую команду с префиксом повторения. Выписать фрагмент программы для вызова процедуры COPY(A,B,20).

12.15
```
N = 100
A DD N DUP (?)
```
Описать процедуру ZERO(X,N), проверяющую, входит ли в массив X из N двойных слов число 0 и возвращает результат -1, если входит, и 0 в противном случае. Параметр X передаётся по ссылке, N — по значению; параметры передать в стеке, результат вернуть в AL. В процедуре использовать строковую команду с префиксом повторения. Выписать фрагмент программы для вызова ZERO(A,20).

12.16
```
N = 20
S DB N DUP(?)    ; S[0..N-1] of char
T DB N DUP(?)    ; T[0..N-1] of char
```
Описать логическую функцию LESS(A,B,N) лексикографического сравнения строк. Параметры: A, B — строки (массивы) длины N, состоящие из строчных латинских букв и пробелов. Если A<B, функция возвращает true (0FFh), в противном случае — 0 в регистре AL. Параметры передать в стеке, A, B — по ссылке, N — по значению. В процедуре использовать строковую команду с префиксом повторения. Выписать фрагмент программы для вызова LESS(S,T,N).

12.17
```
S DB 256 DUP (?)  ; длина(S)≤255
T DB 101 DUP (?)  ; длина(T)≤100
```
Рассматривая S и T как символьные строки переменной длины с текущей длиной в начальном байте и используя строковые команды с префиксом повторения, выписать фрагмент программы для решения следующей задачи.

а) В строке S оставить только первые 10 символов. Если длина строки меньше 10, строку не менять.

б) Заменить последний символ строки S восклицательным знаком. Если строка пустая, не менять её.

в) Сделать значением S строку из 50 пробелов.

г) Удалить все пробелы в конце строки S.

д) Удалить все пробелы в начале строки S.

е) Если в строке S от 10 до 40 символов, то продублировать 10-й символ.

ж) Удалить из строки S все пробелы.

з) Сравнить строки S и T и записать ответ 1 (S > T), 0 (S = T) или −1 (S < T) в регистр AL.
и) Определить, является ли строка T подстрокой строки S, и записать ответ 1 (является) или 0 в регистр AL.

12.18
```
N = 100000
 S DB N DUP (?)
 T DB N DUP (?)
 LenS DD ?
```
Рассматривая S и T как символьные строки переменной длины с признаком конца (строка заканчивается байтом 0) и используя строковые команды с префиксом повторения, выписать фрагмент программы для решения следующей задачи.

а) Записать в переменную LenS длину строки S.
б) В строке S оставить только первые 10 символов. Если длина строки меньше 10, строку не менять.
в) Заменить последний символ строки S восклицательным знаком. Если строка пустая, не менять её.
г) Сделать значением S строку из 50 пробелов.
д) Удалить все пробелы в конце строки S.
е) Удалить все пробелы в начале строки S.
ж) Если в строке S от 10 до 40 символов, то продублировать 10-й символ.
з) Удалить из строки S все пробелы.
и) Сравнить строки S и T и записать ответ 1 (S > T), 0 (S = T) или −1 (S < T) в регистр AL.

13. Макросредства

Обозначения:

символы <> являются частью конструкции языка (не метасимволы),

КВ — константное выражение.

В предложениях, относящихся к макросредствам, в выражениях ссылки вперёд не допускаются.

Условная макрогенерация

Синтаксис

```
IFxxx  операнды
    true-часть
ELSE | ELSEIFxxx  операнды
    false-часть
ENDIF
```

Здесь *true-часть* и *false-часть* — последовательность любых предложений ассемблера. Количество и вид операндов зависят от вида директивы.

Семантика

Макрогенератор (МГ) вычисляет условие; если условие истинно, в текст программы вставляется *true-часть*, в противном случае в текст включается *false-часть*.

Каждой директиве IFxxx соответствует директива ELSEIFxxx.

Виды директив IF (ELSEIF)

Директива	Проверяемое условие
IF *КВ*	*КВ* = *истина*
IFE *КВ*	*КВ* = 0
IFB <*строка*>	*строка* пустая
IFNB <*строка*>	*строка* не пустая
IFIDN <*строка1*>,<*строка2*>	*строка1* = *строка2*
IFIDNI <*строка1*>,<*строка2*>	*строка1* = *строка2* без учёта регистра
IFDIF <*строка1*>,<*строка2*>	*строка1* ≠ *строка2*
IFDIFI <*строка1*>,<*строка2*>	*строка1* ≠ *строка2* без учёта регистра

Блоки повторения

Синтаксис

```
REPEAT  КВ          | FOR форм.пар., <список>  | FORC форм.пар., <строка>
    тело            |     тело                 |     тело
ENDM                | ENDM                     | ENDM
```

Семантика

МГ вставляет тело блока в текст программы необходимое количество раз, при этом формальные параметры в теле блока заменяются фактическими параметрами.

Макросы

Обозначения: **[ ]**,**{ }** — метасимволы

Описание макроса	**Макровызов**
имя_макроса MACRO **[***форм.пар.* **{,** *форм.пар.***}]** *тело* ENDM	*имя_макроса список*

Настройка тела макроса и блока повторения

Распознавание формальных параметров

1) Вне строк в " ". Если параметр сливается с лексемой, то параметр нужно отделить & (например, *lex&parm*).
2) Внутри " ". До и после параметра указывают & ("*…&parm&…*").

Формальный параметр вместе с && заменяется на фактический параметр.

Вхождение формальных параметров не распознаётся в комментариях (т.е. после символа ;).

Фактические параметры

список ::= **[** *op* **{,** *op***}** **]**

Вид *op*:	**МГ вместо *op* подставляет**
1. *строка* без , и ;	*строка*
2. <*строка*>	*строка*
3. % *выражение*	число
4. *пусто*	ничего

Если в *op* нужно указать специальный символ, перед символом ставят !.

Если нужно указать ! в *op*, его пишут два раза. Знак ! действует и в блоке повторения FORC *p*, <*строка*>.

Локальные имена

LOCAL *имя* **{,** *имя***}**

Директива LOCAL должна быть первым предложением тела макроса или блока повторения.

В макрорасширении МГ заменяет локальное имя уникальным сгенерированным именем ??nnnn, где nnnn — значение счётчика локальных имён.

Комментарии

;; *комментарий*
предложение ;; *комментарий*

Удаляется из макрорасширения.

13.1 Заменить последовательность строк программы (A, B, C, D, E — переменные типа dword)

```
MOV A, 1
MOV B, 1
MOV C, 1
MOV D, 1
MOV E, 1
```

на фрагмент с использованием блока повторения

а) FOR б) FORC

13.2 Реализовать в виде блока повторения

а) FOR б) FORC

следующий фрагмент

```
ADD EAX, 1
ADD EAX, 2
ADD EAX, 3
ADD EAX, 4
ADD EAX, 5
ADD EAX, 6
```

13.3 Описать с помощью подходящего блока повторения решение следующей задачи:

а) записать в регистр AH сумму чисел из регистров AL, BL, CL и DH;

б) обнулить переменные A, B и C типа qword;

в) используя из операций вывода только операцию OUTCHAR, напечатать (включая кавычки) текст "A+B=B+A";

г) зарезервировать (с помощью директивы DB) место в памяти для 40 байтов, присвоив им в качестве начальных значений первые 40 нечётных чисел (1, 3, 5, …, 79).

13.4 Пусть A, B, C, D, E, F — переменные (байты или двойные слова). Написать блок повторения, который увеличивает на 1 значения всех байтовых переменных и на 2 — значения остальных переменных.

13.5 Пусть A, B, C, D, E, F — переменные (байты или двойные слова). Написать блок повторения, который записывает число -1 в байтовые переменные. Другие переменные не менять.

13.6 Выписать текст окончательной программы, который построит макрогенератор по следующему фрагменту исходной программы:

а)
```
FOR p,<INC A,JE L>
  p
ENDM
```

б)
```
FOR W,<SW,< A,2>>
  MOV&W
ENDM
```

в)
```
N EQU 5
FOR OP,<N,N+1,%N+1>
  ADD AX,OP
ENDM
```

г)
```
FOR p,<K,LL,M>
  p EQU <B p&p>
    DB 'p'
    DB 'B &p&p'
ENDM
```

д)
```
FOR T,<AB,C>
  FORC U,<T>
    DW U,T&U,T&&U
  ENDM
  DW U,T&U
ENDM
```

е)
```
FORC sym,<",%2+1>
  ADD AL,'&sym&';код sym
ENDM
```

13.7 Описать в виде макросов операции над учетверёнными словами. Параметры `X`, `Y` и `Z` — переменные типа `qword`, `L` — метка.

а) `QMOV X,Y  ;  X:=Y`

б) `QADD X,Y,Z  ;  X:=Y+Z`

в) `QSUB X,Y,Z  ;  X:=Y-Z`

г) `QJNE X,Y,L  ;` при `X` ≠ `Y` перейти на `L`

13.8 Описать в виде макроса `DEF X,T,N,V` определение массива `X` из `N` величин `V`, тип которых задается параметром `T`: значение параметра `T=B` соответствует типу `byte`, значения `W`, `D`, `Q` — типам `word`, `dword`, `qword`. Выписать текст, который построит макрогенератор по следующему фрагменту исходной программы:

```
K EQU 4
  DEF C,B,10,'*'
  DEF W,W,K+1,<TYPE C>
  DEF ,D,%K+1,%(TYPE W)
  DEF A,B,1,<1,2,3>
```

13.9 Описать в виде макроса указанное действие над знаковыми числами размером в байт. Регистры, кроме указанных в условии, не портить.

а) `ABS R,X  ;  R:=abs(X)`, где `R` — регистр, `X` — переменная

б) `SUM X  ;  AX:=`сумма элементов массива `X`

в) `MAX X  ;  AL:=`максимум элементов массива `X`

13.10 Описать в виде макроса указанную команду, предполагая, что её нет в MASM (в качестве вспомогательных можно использовать регистры EAX и EBX):

а) `PUSH X` (`X` — переменная размером в двойное слово);

б) `POP X` (`X` — переменная размером в двойное слово);

в) `CALL P` (`P` — имя процедуры);

г) `RET N` (`N` — константа);

д) `LOOP L` (`L` — метка).

13.11 Описать в виде макроса `MAX2 M,X,Y` вычисление `M=max(X,Y)` и на его основе описать макрос `MAX3 M,X,Y,Z` для вычисления `M=max(X,Y,Z)`, где `M`, `X`, `Y` и `Z` — знаковые байтовые переменные.

Выписать макрорасширение для макрокоманды

```
MAX3 A,<byte ptr B>,C+1,D
```

13.12 Пусть `RUN` — константа, которая своим значением 1 или 0 указывает режим текущего прогона программы: счёт или отладка. Используя средства условного ассемблирования, выписать фрагмент программы, в котором находится наибольший общий делитель двух положительных чисел с записью его в регистр AX, при условии, что в режиме счёта эти два числа должны вводиться, а в режиме отладки эти числа равны 45 и 30.

13.13 Пусть K — числовая константа с положительным значением, а α, β и γ — некоторые группы предложений. Используя средства условного ассемблирования, выписать фрагмент исходной программы, в котором α, β и γ указаны лишь по разу и по которому в зависимости от значения K формируются следующие варианты окончательной программы:

при $K = 1$: α β при $K = 2$: α γ γ при $K > 2$: α $\left.\begin{matrix}\gamma \\ \vdots \\ \gamma\end{matrix}\right\} K$ раз

13.14 Имеются следующие описания макроса `M X`, который должен уменьшить значение переменной `X` (байт, слово или двойное слово) на 5, если `X` — это байт, или на 12, если `X` — слово или двойное слово:

а)
```
M MACRO X
    LOCAL L2,L
    CMP type X,byte
    JNE L2
    SUB X,5
    JMP L
L2: SUB X,12
L:
    ENDM
```

б)
```
M MACRO X
    LOCAL L2,L
    MOV AL,type X
    CMP AL,byte
    JNE L2
    SUB X,5
    JMP L
L2: SUB X,12
L:
    ENDM
```

в)
```
M MACRO X
    IF type X EQ byte
      SUB X,5
    ELSE
      SUB X,12
    ENDIF
    ENDM
```

Какое из этих описаний неправильно (и почему) и какое из двух правильных описаний лучше другого (и почему)?

13.15 Описать макрос `SHIFT X,K` , где `X` — переменная, двойное слово, `K` — явно заданное число. Макрос сдвигает значение `X` на $|K|$ разрядов вправо при $K > 0$, влево при $K < 0$ и не меняет значение `X` при $K = 0$.

Выписать макрорасширения для макрокоманд

а) `SHIFT B,5`; б) `SHIFT A,-1` и в) `SHIFT C,2-2`.

13.16 Описать в виде макроса `IF0 X,L` (`X` — переменная размером в байт, слово, двойное слово, или учетверённое слово, `L` — метка) переход на метку `L` в том случае, когда значение переменной `X` равно 0.

Выписать макрорасширения для макрокоманд `IF0 B,L1` и `IF0 Q,L2` при условии, что `B` — переменная типа `byte`, а `Q` — типа `qword`.

13.17 Описать в виде макроса `SIGN X` (`X` — знаковая переменная размером в байт, слово, двойное слово или учетверённое слово) операцию засылки в регистр `AL` числа 1 при $X > 0$, числа 0 при $X = 0$ и числа -1 при $X < 0$.

Выписать макрорасширения для макрокоманд `SIGN W` и `SIGN Q` при условии, что `W` — переменная размером в слово, а `D` — размером в учетверённое слово.

13.18 Описать в виде макроса `ZERO X,T` (`X` — имя переменной-массива, `T` — это `FIRST` или `LAST`) обнуление либо начального (при `T=FIRST`), либо последнего (при `T=LAST`) элемента массива `X`. Тип элементов массива - байт, слово или двойное слово.

Выписать макрорасширение для макрокоманды `ZERO A,LAST`.

13.19 Описать в виде макроса `NULL RS` обнуление регистров общего назначения. Здесь `RS` — это строка вида <R_1,R_2,…,R_k>, R_i — регистр общего назначения, $k \geq 0$. Выписать макрорасширения для макрокоманд `NULL <AL,BX,ESI>` и `NULL <>`.

13.20 Описать в виде рекурсивного макроса `NULL r1,r2,r3,r4,r5,r6,r7,r8` (где `ri` — имена регистров общего назначения) обнуление регистров-параметров. Выписать макрорасширения для макрокоманд `NULL ESI` и `NULL EAX,EBX,ECX,EDX`.

13.21 Описать макрос `PRINT1 LV`. Макрос должен напечатать в виде чисел без знака значение переменных — двойных слов из списка `LV` Здесь `LV` — срока вида <v1, v2, v3, …, vk>, `vi` — имя переменной, $k \geq 0$. Выписать макрорасширение для макрокоманды `PRINT1 <A, X, B, Y, Z>` (где `A`, `B` — байты, `X`, `Y`, `Z` — двойные слова) и для макрокоманды `PRINT1 <>`.

13.22 Описать рекурсивный макрос `PRINT2 v1,v2,v3,v4,v5,v6`. Здесь `vi` — имя переменной. Макрос должен напечатать в виде чисел без знака значение переменных — двойных слов из списка параметров.
Выписать макрорасширение для макрокоманды `PRINT2 A, X, B` (где `A`, `B` — байты, `X` — двойное слово) и для макрокоманды `PRINT2`.

13.23 Описать макрос `LAST p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7`, который печатает в виде числа без знака последний переданный фактический параметр. Фактические параметры — константы.
Выписать макрорасширение для макровызовов `LAST 1,2,3,4,5,6,7` и `LAST 5,4,3`.

13.24 Описать макрос `COUNT p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7`, который печатает количество переданных фактических параметров.
Выписать макрорасширение для макровызовов `COUNT a,b,3,4,d,6,7` и `COUNT 5`.

13.25 Описать макрос `VOLUME p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7`, который подсчитывает и печатает общее количество байтов, занимаемое переданными параметрами в сегменте данных. Параметры — имена переменных или константы. Учесть, что константы не хранятся в ОП.
Выписать макрорасширение для макровызова `VOLUME a,30,N,x,d,6` (здесь `a` — переменная типа `byte`, `N` — константа со значением 100, `x` и `d` — переменные типа `word` и `dword` соответственно).

13.26 Описать макрос PRDWRD p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7 (pi — имена переменных), который печатает (как числа со знаком) значения тех параметров, которые являются двойными словами. Выписать макрорасширение для макровызовов PRDWRD B,W,D и PRDWRD D,D,D,D,D (B, W и D — имена переменных типа byte, word и dword соответственно).

13.27 Описать макрос PARMS p1,p2,p3,p4,p5. Макрос будет использоваться в теле процедуры, pi — имена параметров процедуры. Считая, что EBP стандартно настроен на кадр стека, макрос должен назначать именам параметров их адреса в стеке. Выписать макрорасширение для макрокоманд PARMS X,Y,Z и PARMS X.

а) Считать, что p1 — верхний параметр в стеке.

б) Считать, что p1 — нижний параметр в стеке.

13.28 Описать макрос SUM R, где R — имя одного из 32-разрядных регистров общего назначения, для записи в R суммы значений всех остальных таких регистров.

13.29 Описать в виде макроса OUTF без параметров вывод текущих значений флагов CF, OF, SF и ZF в виде четверки из 0 и 1, причём значения всех флагов и используемых макросом регистров должны быть сохранены. Воспользоваться командами PUSHFD и POPFD. Учитывать, что в регистре флагов EFlags указанным флагам соответствуют биты со следующими номерами (нумерация битов справа налево от 0): CF — 0, OF — 11, SF — 7, ZF — 6.

13.30 Описать в виде макроса SL RS,OP (RS — это <R_1,R_2,…,R_k>, где все R_i — 32-разрядные регистры общего назначения, $k > 0$; OP — это SAVE или LOAD) запись в стек (при OP=SAVE) или восстановление из стека (при OP=LOAD) регистров R_i. Выписать макрорасширение для макрокоманды SL <EAX,ECX,EDI>,LOAD.

13.31 Описать в виде макроса SUM X (X — это <X_1,X_2,…,X_k>, где X_i — знаковые байтовые переменные, $k > 0$) вычисление суммы значений X_i и записи её в регистр BX. Выписать макрорасширение для макрокоманды SUM <A,B,C>.

13.32 Описать в виде макроса MAX X (X — это <X_1,X_2,…,X_k>, где X_i — знаковые байтовые переменные, $k > 0$) вычисление максимума X_i и записи его в регистр AL. (Обратить особое внимание на метки, которые

будут появляться в макрорасширениях.) Выписать макрорасширение для макрокоманды `MAX <A,B,A>`.

13.33 Написать полную программу, которая вводит три числа `H`, `M` и `S` и проверяет, удовлетворяют ли они следующим условиям: $0 \le$ `H` ≤ 23, $0 \le$ `M,S` ≤ 59. Если нет, программа должна выдать сообщение об ошибке, а иначе, трактуя эти числа как час (`H`), минута (`M`) и секунда (`S`) некоторого момента суток, должна напечатать время суток, на 1 секунду большее (с учетом смены суток).

Определить и использовать в этой программе два макроса, один из которых проверяет условие $a \le$ `X` $\le b$, а другой — увеличивает `X` на 1 и, если `X` $> b$, обнуляет `X`.

13.34 `X DB 100 DUP(?) ; X[0..99]`

Описать процедуру `SetAbs(`**`var`** `z:byte)`, которая заменяет значение параметра на его абсолютную величину; параметр передаётся в стеке по ссылке. Описать макрос для вызова этой процедуры. Используя макрос, написать фрагмент ведущей части: при `X[0]>X[27]` заменить на абсолютную величину значение элемента `X[27]`, иначе заменить на абсолютную величину значение элемента элемента `X[0]`.

13.35
```
A DD ?   ; числа со знаком
B DD ?
C DD ?
```
Описать процедуру `MaxMin(`**`var`** `x,y: dword)`, которая перераспределяет значения `x` и `y` так, чтобы большее из них оказалось в `x`, а меньшее — в `y`; параметры передаются в стеке по ссылке. Описать макрос для вызова этой процедуры. Используя макрос, написать фрагмент ведущей части: перераспределить значения переменных `A`, `B` и `C` так, чтобы оказалось `A` $\ge$ `B` $\ge$ `C`.

13.36 Предположим, что имеется процедура `P` от двух параметров, которые передаются по значению через регистры `AX` и `BX`. Описать в виде макроса `CALL_P X,Y` команды обращения к этой процедуре, которые должны сохранять регистры `AX` и `BX` и которые должны корректно работать, когда в качестве `X` и `Y` указаны `AX` и/или `BX`.

Выписать макрорасширения для макрокоманд:

а) `CALL_P Q,2` б) `CALL_P AX,BX` в) `CALL_P BX,5` г) `CALL_P BX,AX`

13.37 Дано макроопределение. Выписать макрорасширение для указанного макровызова:

а)
```
MA  MACRO K
    JMP M1
    MOV AX,K
M&K:ADD AX,K
ENDM
...
Макровызов
MA 1
```

б)
```
MB MACRO K
   MOV AH,K
   IFIDN <AH>,<2>
      ADD AH,K
   ENDIF
ENDM
...
Макровызов
MB 2
```

в)
```
MV MACRO K
   A EQU K
   IFDIF <A>,<K>
      ADD DX,A&K
   ENDIF
ENDM
...
Макровызов
MV 3
```

г)
```
MG MACRO K
   IFDIF <K+1>,<5>
      MOV AX,K
   ENDIF
   MOV BX,K&K
ENDM
...
Макровызов
MG 4
```

д)
```
MD MACRO K
   IF K+1 EQ 6
      X DB '&K&+1'
   ENDIF
   Y&K DW K+1
ENDM
...
Макровызов
MD 5
```

е)
```
ME MACRO K
   MOV AH,0
   FORC C,<K-1>
      ADD AH,'&C&'
   ENDM
ENDM
...
Макровызов
ME 6
```

13.38 Дано макроопределение. Выписать макрорасширение для указанного макровызова:

а)
```
m1 MACRO p,c
  k EQU 2
  IF 2*p GE 3
    a2 DW c&k
  ELSE
    c&c DB 'k&c&'
  ENDIF
ENDM
...
Макровызов
m1 k-1,A
```

б)
```
m2 MACRO ns
  FOR n, <ns>
    IFDIF <n-1>,<2>
      ADD AX, n
    ENDIF
  ENDM
ENDM
...
Макровызов
m2 <1,2,3>
```

в)
```
m3 MACRO k, L
  IF k+1 NE L
    a&L DB "&L&L"
  ENDIF
  IFDIF <k-2>,<0>
   b&k DW k DUP (k&k)
  ENDIF
ENDM
...
Макровызов
m3 2,5
```

Ответы

1. Директивы определения данных

1.9. Таблица имён

имя	значение	тип
a	0	word
x	2	byte
y	5	dword

Объектный код. Содержимое ячеек выписано в 16-ричной системе.

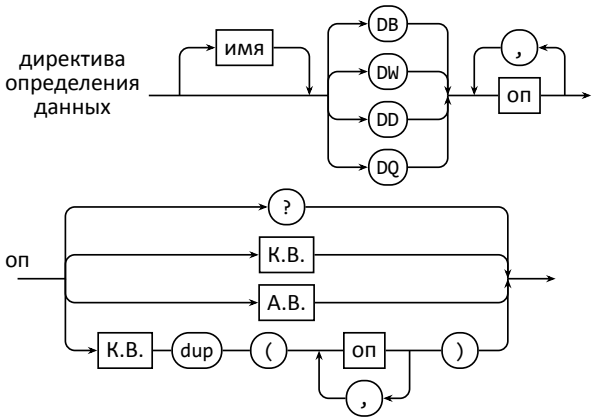
смещение	содержание
0	23
	01
2	A1
	03
	04
5	03
	00
	00
	00

1.17. Ошибка 1: число 350 не умещается в байт
Ошибка 2: значение выражения `'A'*2^16+'B'*2^8+'C'` не умещается в слово
Ошибка 3: адрес (32 разряда) не умещается в байт
Ошибка 4: повторное описание имени `E`.
В байте с адресом 9 содержится число `44h`.

1.18.

Выражение	конст/адр	значение	тип	смещение
а) `N`	конст	10		
б) `V`	адр		`dword`	7
в) `Y-1`	адр		`word`	4
г) `Y-X`	конст	5		
д) `Y+N`	адр		`word`	15
е) `N-Y`	ошибка			
ж) `2*N+1`	конст	21		
з) `2*X+1`	ошибка			
и) `V+Y-V`	ошибка			
к) `V+(Y-V)`	адр		`dword`	5
л) `(V-Y)/2`	конст	1		
м) `X-Y/2`	ошибка			
н) `N shl 2`	конст	40		
о) `N shr 1`	конст	5		
п) `0FFFF FFFFh+2+Y`	адр		`word`	6
р) `V-X+V`	адр		`dword`	14
с) `'A'+N/3`	конст	код `'D'`		
т) `'Z'-'Y'`	конст	1		
у) `'9'-'8'`	конст	1		
ф) `X+'B'-'A'`	адр		`byte`	1

1.20.



1.22. `A DB M DUP (10 DUP (0), N-10 DUP (-1))`

1.25. При вычислении выражения `0FFFFh+1` получится `10000h`, что больше, чем слово (тип X). При вычислении выражения `0FFFF FFFFh+1` результат будет `0`, т. к. выражения вычисляются по модулю 2^{32}; число `0` уместится в слово, ошибки нет.

1.27. `DB (N-1)/8 DUP (0FFh), (0FFh shl (8-N mod 8)) and 0FFh`

2. Команды пересылок. Оператор ptr

2.2. Ошибка 1: разный размер операндов
Ошибка 2: два операнда из памяти
Ошибка 3: неверный мнемокод
Ошибка 4: первый операнд должен быть регистром, а не переменной
Ошибка 5: размер второго операнда равен размеру первого (должен быть меньше)
Ошибка 6: второй операнд не может быть константным выражением

2.3. Неправильные: а, г, д, л, м, н, о, р, с, ф, х, ч.

2.4. `AL=56h; EBX=34567812h; ECX=0FFFFFFABh; EDX=0ABh`

2.6. а)
```
MOV A, 80h ; 1000 0000b
MOV B, 8000h
MOV C, 8000 0000h
MOV dword ptr D, 0
MOV dword ptr D+4, 8000 0000h
```
б)
```
MOV A, 7Fh ; 0111 1111b
MOV B, 7FFFh
MOV C, 7FFF FFFFh
MOV dword ptr D, 0FFFF FFFFh
MOV dword ptr D+4, 7FFF FFFFh
```

2.7. б)
```
MOV  AX,word ptr A+1
XCHG AX,word ptr A
MOV  A+2, AL
```

2.12. а)
```
MOV dword ptr Q, 125
MOV dword ptr Q+4, 0
```
б)
```
MOV dword ptr Q, -125
MOV dword ptr Q+4, 0FFFF FFFFh
```

2.14. 1 способ
```
MOV AL, A
MOV AH, 0
MOV Y, AX
```
2 способ
```
MOVZX AX, A
MOV Y, AX
```

3. Арифметические команды

3.6. Вспомним материал по УМ-2: при выполнении команд условного перехода анализируются значения флагов; условие OF ≠ SF соответствует переходу по меньше для чисел со знаком. Следовательно, OF ≠ SF получится для всех CL < 25. Условие OF = SF есть отрицание условия OF ≠ SF. **ОТВЕТ:** а) CL $\in [-128, 24]$; б) CL $\in [25, 127]$

3.9. б)
```
MOV AL,X
ADD AL,2*A+6
ADD X,AL
```

3.13. в) Вычислим результат в паре EDX:EAX, затем запишем его в Z. Реализуем вычитание 0-Y в столбик, сначала вычитаем младшие разряды, потом — старшие, учитывая заём. Обращаем внимание на перевёрнутое представление чисел.

```
MOV EAX,0
MOV EDX,0
SUB EAX, dword ptr Y
SBB EDX, dword ptr Y+4
MOV dword ptr Z, EAX
MOV dword ptr Z+4, EDX
```

3.17. а) частное от деления Y на 10 не умещается в байт

б) неверное делимое у второй команды деления: EDX:EAX = $1*2^{32}$ + 5432, а должно быть EDX:EAX = 5432

3.25.
```
A DB ?   ; числа без знака
B DB ?
C DB ?
X DB ?
Y DD ?
```
Организуем вычисления по схеме Горнера: (A*X+B)*X+C. Проще всего работать с двоными словами.

```
MOVZX EBX, X
MOVZX EAX, A
MUL EBX
MOVZX ECX, B
ADD EAX, ECX
MUL EBX
MOVZX ECX, C
ADD EAX, ECX
MOV Y, EAX
```

3.32. Неверные команды: б, г, е, з, и, л.

4. Команды ввода и вывода. Структура программы

4.16. При сложении двойных слов $a + b$ результат может превзойти двойное слово, поэтому будем вычислять сумму в четверном слове EDX:EAX.

```
INCLUDE settings.inc
INCLUDE io2020.inc
.STACK 4096
.DATA
   a DD ?
   b DD ?
.CODE
start: ININT a
       ININT b
       MOV EAX, a
       CDQ
       MOV EBX, EAX
       MOV ECX, EDX   ; ECX:EBX = a
       MOV EAX, b
       CDQ            ; EDX:EAX = b
```

```
        ADD EAX, EBX
        ADC EDX, ECX   ; EDX:EAX = b+a
        MOV EBX, 17
        IDIV EBX
        OUTI EDX
        EXIT
END start
```

4.18. а) При делении на байт под частное и под остаток отводятся байты. Следовательно, наибольшее возможное частное 0FFh. Значит, максимально возможное делимое – это 0FFh*10+9. Таким образом, приходим к решению:

```
OUTU 0FFh*10+9
OUTU 0FFh ; частное
OUTU 9    ; остаток
```

б) При делении на байт под частное и под остаток отводятся байты. Наибольшее по модулю возможное частное со знаком 80h. Максимально возможное делимое со знаком – это 80h*10-9. Ассемблер вычисляет выражения в 32 разрядах, значит, необходимо расширить число 80h (как число со знаком) – получим 0FFFF FF80h. Заметим, что в процессоре intel при делении отрицательного числа на положительное получается отрицательный остаток (не так, как в Паскале).

```
OUTI 0FFFF FF80h*10-9
OUTI 0FFFF FF80h ; частное
OUTI -9          ; остаток
```

4.19. а) Адрес начала подстроки, которую нужно напечатать, равен `offset A + 26 – m`.

```
INCLUDE settings.inc
INCLUDE io2020.inc
.STACK 4096

m = … ; 1≤m≤26

.DATA
    A  DB 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz', 0

.CODE
start: OUTSTR offset A+26-m
       EXIT
END start
```

б) Нужно напечатать буквы от `'a'` до `m`-й буквы алфавита; для своевременного окончания печати запишем в позицию следующей буквы число 0. Фрагмент решения:

```
.CODE
start: MOV A+m, 0
       OUTSTR offset A
       EXIT
END start
```

4.20. б) Адрес начала подстроки, которую нужно напечатать, равен `offset A + 26 –` n. Сначала введём число n в регистр, затем вычислим нужное значение.

```
INCLUDE settings.inc
INCLUDE io2020.inc
.STACK 4096

.DATA
    A  DB 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz', 0
```

```
.CODE
start: OUTCHAR '>'   ;приглашение для ввода
       ININT EBX
       NEG EBX
       ADD EBX, offset A+26
       OUTSTR EBX
       NEWLINE
       EXIT
END start
```

4.21.
```
INCLUDE settings.inc
INCLUDE io2020.inc
.STACK 4096
.DATA
k    DD ?
WDay DB 'ПН',0,'ВТ',0,'СР',0,'ЧТ',0,'ПТ',0,'СБ',0,'ВС',0
.CODE
start:
     ININT k
     DEC k
     MOV EAX, k
     ADD EAX, EAX
     ADD EAX, k    ; 3(k–1) – адрес начала дня недели в WDay
     ADD EAX, offset WDay
     OUTSTR EAX
     EXIT
END start
```

5. Команды перехода

5.8.
```
X DB ?
Y DB ?
Z DB ?
```

а)
```
MOV EAX, -3
CMP X, 2
JGE NO
CMP Y, 4
JGE NO
CMP Z, 10
JGE NO
MOV EAX, 102
NO:
```

б)
```
MOV EAX, 102
CMP X, 2
JL  YES
CMP Y, 4
JL  YES
CMP X, 2
JL  YES
MOV EAX, -3
YES:
```

5.10.
```
X DQ ?
S DB ?
```

Знак числа содержится в его старшем двойном слове. Если старшее двойное слово не равно нулю, оно однозначно определяет знак всего четверного слова. Если старшее двойное слово равно нулю, возможны две ситуации: всё четверное слово равно нулю, либо четверное слово – это небольшое положительное число, целиком уместившееся в младшем двойном слове.

```
if dword(X+4)<0 then S:=–1
else if dword(X+4)>0 then S:=1
     else if dword(X)<>0 then S:=1
               else S:=0
```

Этот алгорим неудобен для реализации: есть две совпадающие ветви и использованы полные условные операторы. Заменим полный условный оператор укороченным и склеим совпадающие ветви

```
S:=–1;
if dword(X+4)>=0 then
   if (dword(X+4)<>0) or (dword(X)<>0) then S:=1
       else S:=0
```

Модифицируем алгоритм ещё раз, избавимся от вложенного полного условного оператора

```
S:=-1;
if dword(X+4)>=0 then
   begin S:=1;
          if (dword(X+4)=0) and (dword(X)=0) then S:=0
   end
```

Реализуем полученный алгоритм

```
    MOV S, -1
    CMP dword ptr X+4, 0
    JL FIN
    MOV S, 1
    JNE FIN    ; внимание: сравнивать dword ptr X+4 с 0 ещё раз не нужно
    CMP dword ptr X, 0
    JNE FIN
    MOV S, 0
FIN:
```

5.17.
```
; EDX:EAX:= X
      MOV EAX, dword ptr X
      MOV EDX, dword ptr X+4
; реализация CMP X, Y
      SUB EAX, dword ptr Y
      SBB EDX, dword ptr Y+4
      JB LESS                ; JL   для чисел со знаком
```

5.19. а) Алгоритм

```
k:= 0;
repeat
    {обработка младшей цифры}
    k:= k+1;
    {удаление младшей цифры из n}
    n:= n div 10;
until n=0
```

Реализация

```
N     DD ?
   . . .
      MOV CL, 0       ; k
      MOV EBX, 10
      MOV EAX, N
 CDig: INC CL
      MOV EDX,0
      DIV EBX
      CMP EAX, 0
      JNE CDig
```

5.21. Представим N в виде произведения простых множителей $N = 2^k \cdot 3^l \cdot 5^m \cdot \ldots$. Вычеркнем из N все множители-тройки, подсчитывая их. Если в итоге получим частное 1, то N является степенью числа 3.

Алгоритм

```
k:= 0;
while n mod 3 = 0 do
   begin n:= n div 3; k:= k+1 end;
if n ≠ 1 then k:= -1
```

Реализация

При вычислении предусловия (n **mod** 3) значение n теряется, но оно требуется для проверки после цикла. Поэтому перед делением его надо сохранить.

```
N     DD ?
K     DB ?
   . . .
       ININT N
       MOV CL, 0      ; k
       MOV EBX, 3
       MOV EAX, N
; предусловие
 Cnt3: MOV ESI, EAX
       MOV EDX,0
       DIV EBX
       CMP EDX, 0
       JNE Check
; тело цикла
       INC CL
       JMP Cnt3

Check: CMP ESI, 1
       JE FIN
       MOV CL, -1
  FIN: MOV K, CL
```

5.29. Читаем входную последовательность символов до пробела, формируя число как многочлен по схеме Горнера.

Алгоритм

```
n:= 0; read (c);
repeat n := n*5 + ord(c)-ord('0');
       read (c)
until c = ' '
```

Реализация

```
       MOV EBX, 5
       MOV EAX, 0    ; n
       MOV ECX, 0
       INCHAR CL     ; c
  Inp: MUL EBX
       ADD EAX, ECX
       SUB EAX, '0'
       INCHAR CL
       CMP CL, ' '
       JNE Inp
```

5.34. Алгоритм

```
{const n=130;}
max:= {минимальное машинное число};
for i:= 1 to n do
begin read(a);
      if a > max then max:= a
end
```

Реализация

Управление **for** проще всего реализуется с помощью команды LOOP. Ниже дан фрагмент программы.

```
       N = 130
       MOV EBX, 0      ; max. Для (б) число = 8000 0000h
       MOV ECX, N
 CMax: ININT EAX       ; a
       CMP EAX, EBX
       JBE next        ; JLE для (б)
       MOV EBX, EAX
 next: LOOP CMax
       OUTU EBX        ; OUTI для (б)
```

5.41. а) Алгоритм

```
read(a); gr:= false;
repeat
    gr:= a>100;
    read(a)
until (a=0) or gr;
if gr then CL:=1 else CL:=0
```

Реализация

На ассемблере для организации управления не используются логические переменные, вместо этого применяются команды условных переходов. Следует обратить внимание на выбор удобного начального значения CL.

```
      MOV CL, 1
      ININT EAX
Fnd:  CMP EAX, 100
      JG FIN
      ININT EAX
      CMP EAX, 0
      JNE Fnd
; все числа ≤100
      MOV CL, 0
FIN:
```

5.44.

```
Y DB 'Является',0
N DB 'Нет',0
     MOV EBX, offset N
     ININT EAX
     CMP EAX, 0
     JE YES
     JG NGT
POS: ININT EAX
     CMP EAX, 0
     JL NO
     JE YES
NGT: ININT EAX
     CMP EAX, 0
     JG NO
     JNE POS
YES: MOV EBX, offset Y
NO:  OUTSTR EBX
```

6. Массивы

6.1. Неправильные: б, г, д, е, з, и, к, л, н, п, т, у

6.16. в)

```
;просмотр массива от конца к началу
      MOV EAX, 7FFFFFFFh  ;  самое большое число со знаком
      MOV ECX, length X
      MOV EBX, ECX
FMin: CMP EAX, X[(type X)*ECX]-(type X)
      JGE CONT
      MOV EAX, X[(type X)*ECX]-(type X)
      MOV EBX, ECX
CONT: LOOP FMin
; индекс = EBX-1
      DEC EBX
```

6.19. а)

```
      MOV EBX, 0
      MOV ECX, length A
FNeg: CMP A[EBX], 0
      JL FND
      ADD EBX, type A
      LOOP FNeg
; нет отрицательных
      JMP FIN
FND:  MOV A[EBX], 1
FIN:
```

6.27. а) Реализуем алгоритм

```
i:=10;
repeat
   d:=символ(n mod 10);
   S[i]:=d;
   i:=i-1;
   n:=n div 10
until n=0
```

Ассемблер

```
     MOV EAX,N
     MOV ECX,10
     MOV EBX, size S-type S
              ; = 9, адрес посл.элемента
DGT: MOV EDX,0
     DIV ECX
     ADD DL,'0'
     MOV S[EBX],DL
     DEC EBX          ; тип элемента S=1
     CMP EAX,0
     JNE DGT
```

6.28. а) Используем массив

```
a: array ['a'..'z'] of 0..1;
```

При чтении текста заполняем массив. Когда ввод текста закончен, просуммируем элементы массива – это будет ответ.

Ассемблер

```
A  DB  'z'-'a'+1 DUP (0)
.....................................
     MOV EBX,0
     INCHAR BL
LTR: MOV A[EBX-'a'],1
     INCHAR BL
     CMP BL,'.'
     JNE LTR
     MOV EBX,'a'
     MOV ECX, 'z'-'a'+1
     MOV EAX,0
CNT: ADD AL,A[EBX-'a']
     INC EBX
     LOOP CNT
     OUTU EAX
```

6.32. б)

```
      MOV ECX, m
      MOV EBX, 0           ; B[1,1]
PrC:  OUTI B[EBX]
      NEWLINE
      ADD EBX, n*(type B)  ; на новую строку
      LOOP PrC
```

7. Структуры

7.1. б) 1) `type D1` = `size D1` = `size DATE` = 15

2) `type D1.Y` = 2; `type D1.D` = 1; `type D1.WD` = 1

3) `length D1.Y` = 1; `length D1.WD` = 1; `size D1.Y` = 2; `size D1.WD` = 1

4) `offset D1.D` = 103h

7.3. б)

```
       N=70
       T TIME N DUP (<>)
       …
       MOV EBX,0
       MOV ECX, length
FND:   CMP (T[EBX]).H, 12
       JB NEXT
       JA PRINT
       CMP (T[EBX]).M, 0      ; час=12
       JNE PRINT
       CMP (T[EBX]).S, 0      ; час=12, мин=0
       JNE PRINT
NEXT:  ADD EBX, type T
       LOOP FND
; нет подходящих элементов
       JMP FIN
PRINT: MOZX EAX, (T[EBX]).H
       OUTU EAX
       OUTCHAR ':'
       MOZX EAX, (T[EBX]).M
       OUTU EAX
       OUTCHAR ':'
       MOZX EAX, (T[EBX]).S
       OUTU EAX
FIN:
```

8. Команды работы с битами

8.3. Логические команды работают с битами, реализуя традиционные логические операции. Поэтому если выбрать конкретный бит в качестве представления логического значения, получим корректные логические операции. Например, пусть логическое значение байта хранится в младшем разряде. Тогда любое нечётное число будет изображать истину, а любое чётное число — ложь.

8.8. в)
```
N=200
  X DD N DUP(?)
       XOR EAX, EAX
       MOV ECX, length X
  Cnt: MOV EBX, X[4*ECX – 4]
       SHL EBX, 1          ; CF=знак x[i]
       ADC EAX, 0
       LOOP Cnt
```

г)
```
N=200
  X DD N DUP(?)
       XOR EAX, EAX
       MOV ECX, length X
  Cnt: MOV EBX, X[4*ECX – 4]
       SHL EBX, 1
       ADC EAX, –1         ; (–1)+CF=–1 для x[i]>=0 и (–1)+CF=0 для x[i]<0
       LOOP Cnt
       NEG EAX
```

Другое решение:

```
     XOR EAX, EAX
     MOV ECX, length X
Cnt: MOV EBX, X[4*ECX – 4]
     SHL EBX, 1
     SBB EAX, –1         ; EAX–(–1)–CF ≡ EAX+1–CF
     LOOP Cnt
```

8.10. Алгоритм:

```
{c:char; n:integer}
n:=0; read(c);
repeat
    n := n*4;
    n := n + ord(c)–ord('0')
    read(c)
until c=' '
```

Ассемблер:

```
      XOR EBX, EBX
      XOR EAX, EAX
      INCHAR BL
CALC: SHL EAX, 2    ; EAX*4
      SUB BL, '0'
      ADD EAX, EBX
      INCHAR BL
      CMP BL, ' '
      JNE CALC
```

8.11. Алгоритм

На хранение четверичной цифры тратится два разряда, поэтому двойное слово n содержит 32/2=16 цифр $n = d_1 d_2 \dots d_{16}$

```
{d: char; n, i: integer}
for i := 1 to 16 do
begin d := старшая цифра(n);
      сдвиг n << 2;
      write(chr(d + ord('0')))
end
```

Ассемблер

```
     MOV ECX, 16
PrN: ROL EAX, 2
; EAX=d2 … d16d1 на 1–ом шаге, d1 – в AL
     MOV BL, 3h
; маска для выделения 2 битов
     AND BL, AL  ; BL=d1
     ADD BL, '0'
     OUTCHAR BL
     LOOP PrN
; после 16 поворотов EAX вернул
; начальное значение
```

8.14. а)
```
        XOR DH, DH
        MOV ECX, 32
  Cnt1: ROL EAX, 1  ; CF = старш.р-д
        ADC DH, 0   ; DH := DH + CF
        LOOP Cnt1
```
в)
```
        XOR EBX, EBX
        MOV ECX, 32
  Inv:  ROL EAX, 1
        RCR EBX, 1
        LOOP Inv
        MOV EAX, EBX
```

8.15. Рекомендация: записать в EBX перевёрнутое значение EAX (см. 8.14(в)) и сравнить EAX и EBX.

8.20.
```
      MOV ECX, N-1        ; x[0] сдвигать на 0 нет смысла
Shft: ROL X[(type X)*ECX], CL
      LOOP Shft
```

8.21. б)
```
   X   DD ?
   Y   DD ?
;35*X=32*X+2*X+X
   MOV EAX, X
   MOV EBX, EAX
   SHL EBX, 1   ; EBX=2*X
   ADD EAX, EBX ; EAX=X+2*X
   SHL EBX, 4   ; EBX=16*(2*X)
   ADD EAX, EBX ; EAX=X+2*X+32*X
   MOV Y, EAX
```

8.25. а)
```
; C:={'2', '4', '5'}
   MOV C, 2Ch
```
б) ; C:=$A \cup B$
```
   MOV AX, A
   OR  AX, B
   MOV C, AX
```
д) ; C:=$A \setminus B = A \cap \overline{(A \cap B)}$
```
   MOV BX, A
   AND BX, B
   NOT BX
   MOV AX, A
   AND AX, BX
   MOV C, AX
```
е)
```
; распечатать множество C
      MOV BL, '0'   ; текущий элемент
      MOV ECX, 10   ; всего элементов
      MOV AX, C
PrEl: SHL AX, 1
      JNC NEXT
      OUTCHAR BL
NEXT: INC BL
      LOOP PrEl
```

9. Записи

9.1. в)

	R2	M	N	L
width	27	5	10	12
mask	7FF FFFFh	7C0 0000h	3F F000h	0FFFh
значение поля		22	12	0

9.2.

	A			B			C										
а) V1 R <>	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2			0			3FFh										

б) V2 R <1,2,3>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
	1			2			3										

в) V3 R <,,7>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	2			0			7										

г) V4 R <7>	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	7			0			3FFh										

9.6. б)
```
DATE RECORD Y:7=0, M:4=0, D:5=0
   D1 DATE <>
  ; type D1 = word
     XOR EAX, EAX
; печать D
     MOV AX, D1
     AND AX, mask D
     OUTU EAX
     OUTCHAR '.'
; печать M
     MOV AX, D1
     AND AX, mask M
     SHR AX, M
     OUTU EAX
     OUTCHAR '.'
; печать Y
     MOV AX, D1
     SHR AX, Y
     ADD EAX, 2000
     OUTU EAX
```

в)
```
D1  DATE <>
  Mnth DB 'янв',0, 'фев',0, 'мар',0
       DB 'апр',0, 'май',0, 'июн',0
       DB 'июл',0, 'авг',0, 'сен',0
       DB 'окт',0, 'ноя',0, 'дек',0
       XOR EAX, EAX
  ; печать D
       MOV AX, D1
       AND AX, mask D
       OUTU EAX
       OUTCHAR ' '
  ; печать M, адрес названия в Mnth = 4(M-1)
       MOV AX, D1
       AND AX, mask M
       SHR AX, M              ; EAX = M
       LEA EAX, Mnth[4*EAX-4]
       OUTSTR EAX
       OUTCHAR ' '
  ; печать Y. В старших битах EAX уже не 0
       MOVZX EAX, D1
       SHR EAX, Y
       ADD EAX, 2000
       OUTU EAX
```

10. Стек

10.5.
```
INCLUDE settings.inc
INCLUDE io2020.inc
.STACK 4096
.CODE
Start: ININT EAX
       MOV ECX, EAX
ROWS:  PUSH ECX
       MOV ECX, EAX
```

```
ELEMS: OUTCHAR '*'
       LOOP ELEMS
       NEWLINE
       POP ECX
       LOOP ROWS
       EXIT
END Start
```

10.11. б) Алгоритм

```
{push(n);}
if n<0 then
   begin write('-'); n:=-n end;
k:=0;
repeat
   d := n mod 10;
   push(d); k:=k+1;
   n := n div 10
until n=0;
for i:=1 to k do
   begin
      pop(d);
      write(chr(d+ord('0'))
   end
{pop(n)}
```

Ассемблер

```
      PUSH EAX
      CMP EAX, 0
      JGE CONT
      OUTCHAR '-'
      NEG EAX
CONT: MOV ECX, 0
      MOV EBX, 10
DGTS: MOV EDX, 0
      DIV EBX
      PUSH EDX
      INC ECX
      CMP EAX, 0
      JNE DGTS
PR:   POP EDX
      ADD DL, '0'
      OUTCHAR DL
      LOOP PR
      POP EAX
```

11. Процедуры

11.8. а) Передача параметров в регистрах

```
; процедура
OUTB   PROC
; параметр в AL=d1d2
       PUSH EAX
       PUSH ECX
       MOV ECX, 2
Pr16:  ROL AL, 4
       MOV AH, 0Fh
       AND AH, AL
       CMP AH, 9
       JA LET
       ADD AH, '0'
       JMP PRINT
LET:   ADD AH, 'A'-10 ; цифры 'A'..'F'
PRINT: OUTCHAR AH
       LOOP Pr16
       POP ECX
       POP EAX
       RET
OUTB   ENDP
```

```
; Фрагмент ведущей части.
   X  DQ  ?
; Печатаем 8 байтов переменной X,
; начиная со старшего байта
       MOV ECX, 8
PrNum: MOV AL, byte ptr X[ECX]-1
       CALL OUTB
       LOOP PrNum
```

11.18. а) Передача параметров в регистрах

```
SYM PROC ; ESI – начало массива, ECX – длина массива
    PUSH EDX
    PUSH ESI
    PUSH EDI
    XOR EAX,EAX           ; EAX := false
    LEA EDI,[ESI][4*ECX-4] ; указатель на последний элемент
L:  MOV EDX,[ESI]
    CMP EDX,[EDI]
    JNE E
```

```
    ADD ESI,4
    SUB EDI,4
    CMP ESI,EDI
    JB L
    NOT EAX                ; EAX := true
E:  POP EDI
    POP ESI
    POP EDX
    RET
SYM ENDP
```

б) Передача параметров в стеке

```
; function sym(var x: массив; n: dword)
SYM     PROC
        PUSH EBP
        MOV EBP, ESP
        PUSH ECX
        PUSH EDX
        PUSH ESI
        PUSH EDI
        MOV ESI, [EBP+8]           ; адрес начала X
        MOV ECX, [EBP+12]          ; N
        LEA EDI, [ESI][4*ECX-4]    ; адрес последнего элемента X
; ECX := N div 2
        SHR ECX, 1
        JECXZ Yes
        MOV AL, 0                 ; false
Check:  MOV EDX, [ESI]
        CMP EDX, [EDI]
        JNE FIN
        ADD ESI, 4
        SUB EDI, 4
        LOOP Check
; Все элементы совпали
Yes:    MOV AL, 0FFh
FIN:    POP EDI
        POP ESI
        POP EDX
        POP ECX
        POP EBP
        RET 8
SYM     ENDP
```

11.31. Сформулируем алгоритм с учётом особенностей программирования управляющих конструкций на ассемблере так, чтобы его было удобно реализовать:

```
 function Bits(N: integer): byte;
 var t: integer;
 begin t := N mod 2; N := N div 2;
       if N<>0 then t := t + Bits(N);
       Bits := t
 end;
Реализация:
BITS1 PROC
      PUSH EBX
      PUSH ECX
      MOV CL,0    ; переменная t
      SHL EBX,1
      ADC CL,0
      CMP EBX,0   ; TEST EBX,EBX
      JE fin      ; JZ fin
      CALL BITS1
      ADD CL,AL
fin:  MOV AL,CL
      POP ECX
      POP EBX
      RET
BITS1 ENDP
```

12. Строковые команды

12.6. е)
```
MOV ECX, N
STD
MOV EDI, offset S + N – 1
MOV ESI, offset S + N – 5
MOV EAX, dword ptr S + N – 4
REP MOVSB
MOV dword ptr S, EAX
```

12.10.
```
MOV ECX, N/2
MOV ESI, offset S
MOV EDI, offset S + (N+1)/2 ; если N нечётно, пропускаем средний символ
CLD
MOV AL, 1
REPE CMPSB
JE FIN
MOV AL, 0
FIN:
```

12.11. а)
```
      MOV ECX, N
      MOV EDI, offset S
      CLD
      MOV AL, '*'
Srch:
REPNE SCASB
      JNE FIN
      MOV byte ptr [EDI–1], '?'
      CMP ECX, 0
      JNE Srch
FIN:
```

Если не анализировать значение ECX после строковой команды и вместо двух последних команд написать JMP SRCh, то для строки, оканчивающейся на '*', получится зацикливание.

13. Макросредства

13.6. а)
```
INC A
JE L
```

б)
```
MOVSW
MOV A,2
```

в)
```
ADD AX,N
ADD AX,N+1
ADD AX,6
```

г)
```
K EQU <B KK>
DB 'p'
DB 'B Kp'
LL EQU <B LLLL>
DB 'p'
DB 'B LLp'
M EQU <B MM>
DB 'p'
DB 'B Mp'
```

д)
```
DW A,ABU,ABA
DW B,ABU,ABB
DW U,ABU
DW C,CU,CC
DW U,CU
```

е)
```
ADD AL,'"';код sym
ADD AL,',';код sym
ADD AL,'%';код sym
ADD AL,'2';код sym
ADD AL,'+';код sym
ADD AL,'1';код sym
```

13.16.
```
IF0 MACRO X,L
   LOCAL NO
  IF type X NE qword
     CMP X,0
     JE L
  ELSE
     CMP dword ptr X,0
     JNE NO
     CMP dword ptr X+4,0
     JE L
  NO:
  ENDIF
ENDM
```

13.20.
```
NULL MACRO r1,r2,r3,r4,r5,r6,r7,r8
  IFNB <r1>
     MOV r1,0
     NULL r2,r3,r4,r5,r6,r7,r8
  ENDIF
ENDM
```

13.32.
```
MAX MACRO X
      MOV AL,80h
      FOR B,<X>
        LOCAL L
        CMP AL,B
        JGE L
        MOV AL,B
L:
    ENDM
ENDM
```

13.37. а)
```
    JMP M1
    MOV AX,1
M1: ADD AX,1
```

б)
```
MOV AH,2
```

в)
```
A EQU 3
  ADD DX,A3
```

г)
```
MOV AX,4
MOV BX,44
```

д)
```
X DB '5+1'
  Y5 DW 5+1
```

е)
```
MOV AH,0
  ADD AH,'6'
  ADD AH,'-'
  ADD AH,'1'
```

Приложение А. Самостоятельные работы

Самостоятельная работа №1
Учебные машины. Директивы определения данных

1. Написать для трёхадресной учебной машины программу решения следующей задачи. Реализовать оператор
   $y := x * (-2)$ (второй вариант $y := x * (-3)$)

   Распределение памяти:
   переменная x — ячейка с адресом `0100`, y — `0101`.

   Константу разместить в ОП за последней командой программы.

Критерии оценивания: нет команды стоп — минус 2/3; не все команды полностью заполнены (есть пропущенные разряды в ячейке в команде останова) — минус 2/3; ошибка в представлении константы, использована неверная команда умножения — минус 1/3.

2. Изобразить (в 16-ричном или в двоичном виде), как будут заполнены байты при выполнении следующей последовательности директив. Считать, что код символа `'A'` = `41h`.

1 вариант	2 вариант

`X DB 1, 2, 3`
`  DB 0A5h`
`Y DD 0F84h`
`A DB 'ABCD'`
`B DW 'AB'`
	`A DB 'DCBA'`
	`B DW 'DC'`
	`X DB 5, 6, 7`
	`  DB 0E3h`
	`Y DD 0A12h`

Критерии оценивания: каждая ошибка — минус 1/3

Самостоятельная работа №2
Арифметические команды. Массивы

1.
```
N DD ? ; число со знаком
d DB ? ; число со знаком
```
Реализовать оператор

(1 вариант) `N:=(N–10) div d`

(2 вариант) `N:=(N+10) div d`

Считать, что величина `N–10` (`N+10`) умещается в двойное слово.

Критерии оценивания: делимое не `EDX:EAX` (т. е. возможно переполнение частного) — минус 2/3; неверное получение из байта двойного слова, перепутано расположение частного и остатка — минус 1/3

2.
```
X DD 30 DUP (?) ; X[0..29]
```
Преобразовать массив так, как преобразует его следующий оператор

```
for i:=0 to 28 do X[i]:=X[i]+X[29]
```

Второй вариант

```
X DD 40 DUP (?) ; X[0..39]
```

Преобразовать массив так, как преобразует его следующий оператор

```
for i:=0 to 38 do X[i]:=X[i]–X[39]
```

Критерии оценивания: каждая ошибка — минус 1/3

Самостоятельная работа №3
Битовые команды. Процедуры

Задача 1

```
N DQ ? ; число без знака
```

Не используя арифметические команды, реализовать оператор

(1 вариант) `N := N * 2`

(2 вариант) `N := N div 2`

Решение должно содержать не более трёх команд.

Критерии оценивания: неверное направление сдвига, теряется разряд в середине числа (например, сдвиг не через `CF`) — сразу минус; не учтено перевёрнутое представление — минус 2/3; другие ошибки, каждая лишняя команда — минус 1/3.

Задача 2

1 вариант: Реализовать процедуру `Padd(x,a)`, которая реализует оператор `x:=x+a`. Передача параметров в стеке, стандартные соглашения о связях.

2 вариант: Реализовать процедуру `Psub(x,a)`, которая реализует оператор `x:=x–a`. Передача параметров в стеке, стандартные соглашения о связях.

Критерии оценивания: запись результата в стек, а не в сегмент данных (неумение работать с параметром-переменной) — минус; каждая другая ошибка — минус 1/3.

Приложение Б. Список директив, операторов, мнемокодов

Список директив

Название	Страница
=	8
.CODE	26
.DATA	26
.STACK	26
DB, DW, DD, DQ	8
ELSE, ELSEIF	73
END	26
ENDIF	73
ENDM	73
ENDP	60
ENDS	45
EQU	8
FOR, FORC	73
IF, IFE, IFB, IFNB, IFDIF, IFDIFI, IFIDN, IFIDNI	73
LOCAL	74
MACRO	74
PROC	60
STRUC	45
RECORD	54
REPEAT	73

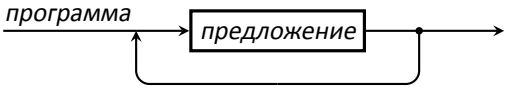
Список операторов

Обозначение	Страница
+, –, *, /, mod, shl, shr	9
.	45
[]	38
&, %, !	74
offset	26, 38
ptr	15
type, length, size	38
width, mask	54

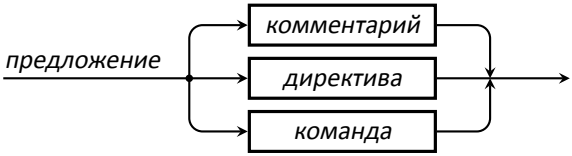
Список мнемокодов

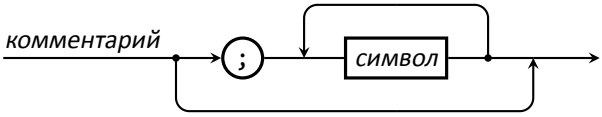
Приложение В. Синтаксические диаграммы

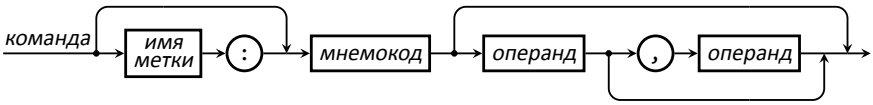
Ниже приведены синтаксические диаграммы конструкций языка MASM 6.14, которые изучаются в курсе «Архитектура ЭВМ и язык ассемблера».



Каждое предложение записывается в отдельной строке.

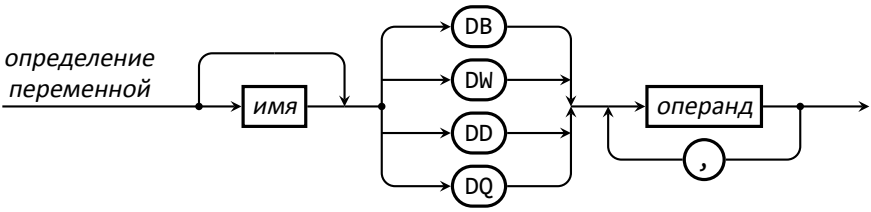


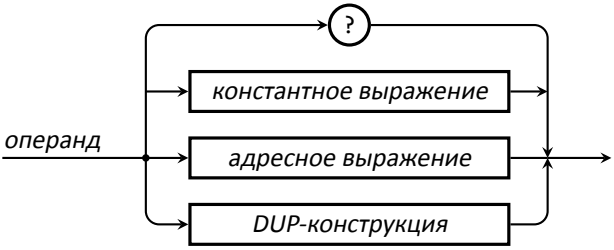


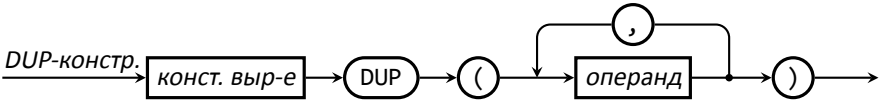


В конце директивы и команды может идти комментарий после точки с запятой. (Не изображен на диаграммах.)

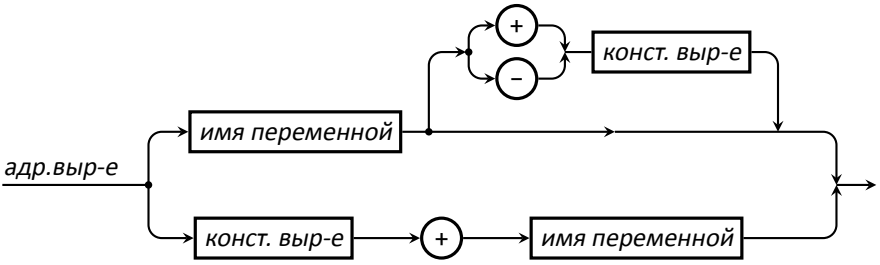
§1. Директивы определения данных



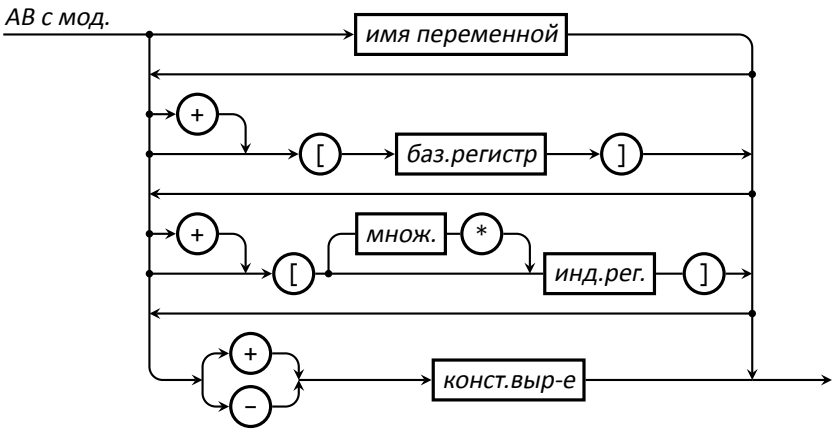




Константное выражение без ссылок вперёд, значение больше нуля.



§6. Массивы



Понятия *базовый регистр* и *индексный регистр* опишем БНФ:

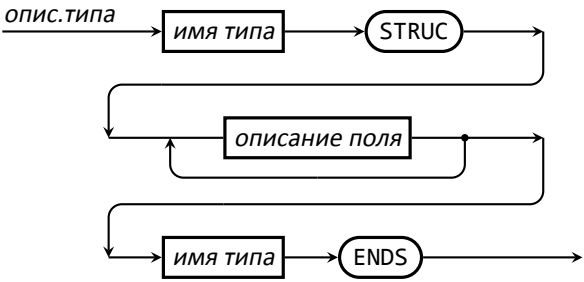
⟨*инд. рег.*⟩ ::= EAX | EBX | ECX | EDX | ESI | EDI | EBP

⟨*баз. регистр*⟩ ::= ⟨*инд. рег.*⟩ | ESP

Константное выражение принимает значение 1, 2, 4 или 8.

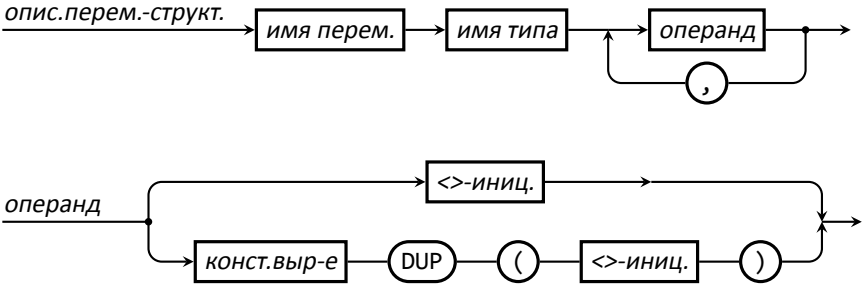
Константные выражения, стоящие после квадратных скобок, можно вносить в квадратные скобки.

§7. Структуры

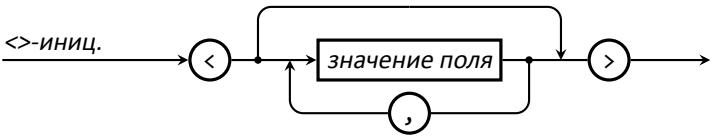


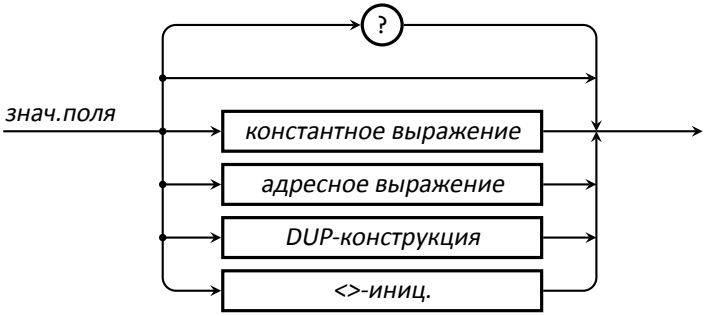
Синтаксис *описания поля* совпадает с синтаксисом *определения переменной* из §1 с одним изменением: можно использовать не только слова DB, DW, DD, DQ, но и названия типов структур и записей.

Описание типа структуры состоит из нескольких предложений, каждое — в отдельной строке.

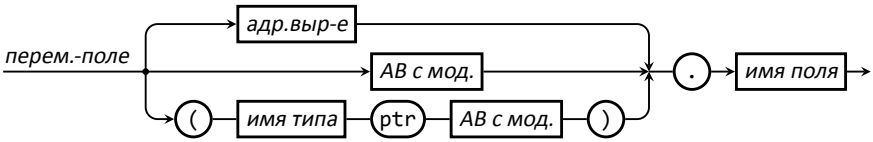


Константное выражение без ссылок вперёд, значение больше нуля.



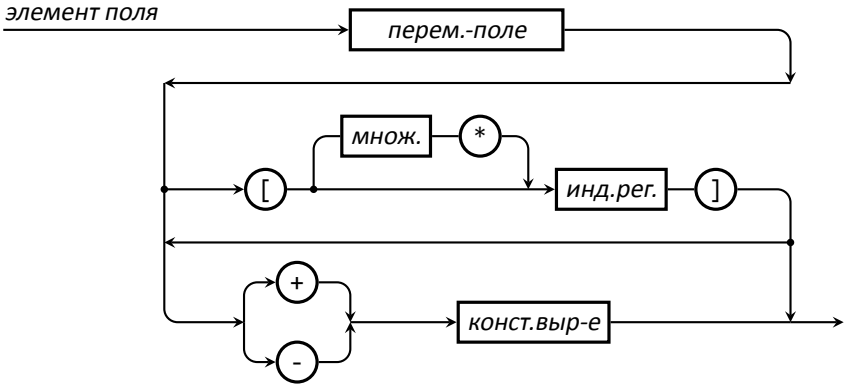


Понятия *адресное выражение* и *DUP-конструкция* описаны в §1.



Понятие *адресное выражение* описано в §1, *АВ с модификаторами* — в §6.

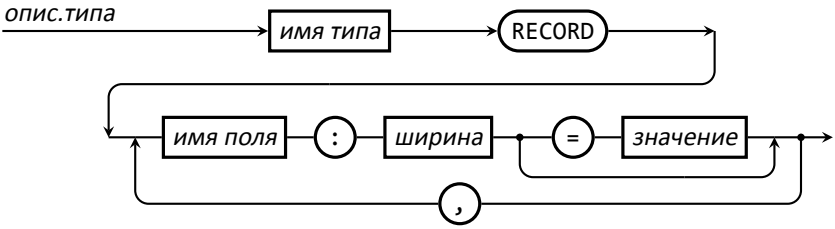
Если поле является массивом, можно дописать модификатор (см. §6):



В этом случае в *переменной-поле* не должно быть индексного регистра.

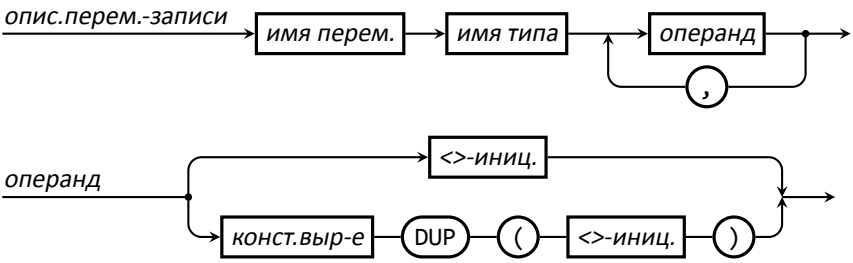
В выражении можно указать не более двух модификаторов — базовый регистр и индексный регистр.

§9. Записи

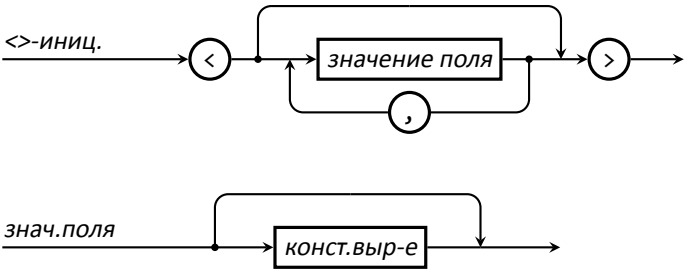


Ширина, значение — константные выражения без ссылок вперёд.

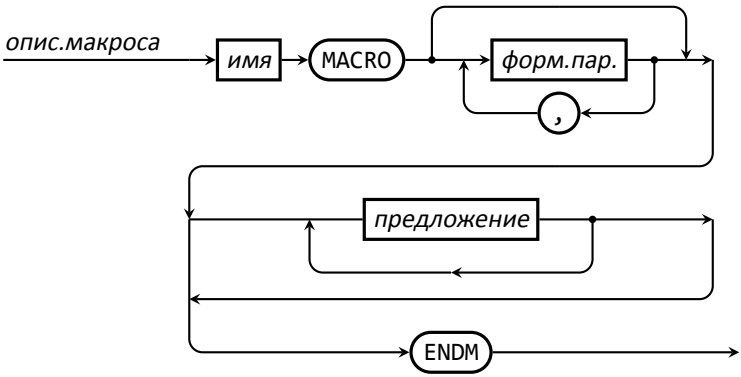
Описание типа — одно предложение, занимает одну строку.



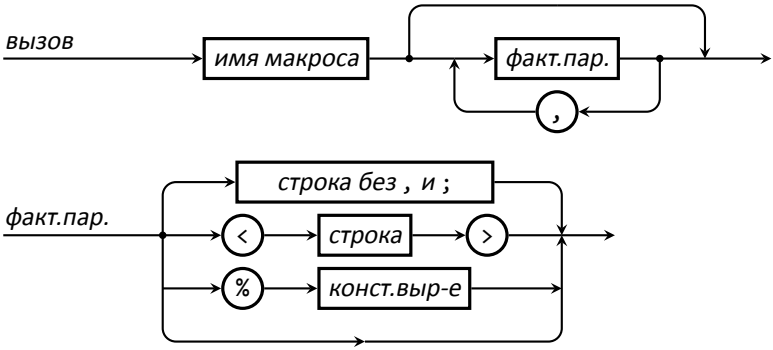
Константное выражение без ссылок вперёд, значение больше нуля.



§13. Макросредства



Формальный параметр — имя.
Описание макроса состоит из нескольких предложений (строк).



Учебное издание

Бордаченкова Елена Анатольевна

Задачи и упражнения по языку ассемблера MASM

Учебное пособие для студентов 1 курса

2-е издание, исправленное и дополненное

Электронное издание сетевого распространения

Художественное оформление *Ю. Н. Симоненко*

Макет утвержден 25.08.2023. Изд. № 12502.

Издательство Московского университета

119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 15
Тел.: (495) 939-32-91; e-mail: secretary@msupress.com
http: // msupress.com. Отдел реализации:
тел.: (495) 939-33-23; e-mail: zakaz@msupress.com

Пособие содержит задачи и упражнения по языку ассемблера MASM 6.14, необходимый для решения теоретический материал и ответы к некоторым задачам.

Пособие может быть использовано на семинарских занятиях по курсу «Архитектура ЭВМ и язык ассемблера».

МГУ
Издательство Московского университета
ISBN 978-5-19-011911-4
9 785190 119114