

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таныгин Максим Олегович
Должность: и.о. декана факультета фундаментальной и прикладной информатики
Дата подписания: 21.09.2023 13:19:53
Уникальный программный ключ:
65ab2aa0d384efe8480e6a4c688eddbc475e411a

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра программной инженерии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Т. С. Куктинова
« 15 » _____ 2023 г.



ПРОГРАММИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПЕРИФЕРИЙНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Методические указания для проведения лабораторных занятий и
выполнения самостоятельной внеаудиторной работы по дисциплине
«Системное программное обеспечение» для студентов направления
подготовки 09.03.04 «Программная инженерия»

Курск 2017

УДК 681.3

Составитель: А.В. Малышев

Рецензент

Кандидат технических наук,
начальник отдела информатизации
ГУ КРО ФСС РФ *А.Ф. Рубанов*

Программирование интерфейса взаимодействия с периферийными устройствами : методические указания для проведения лабораторных занятий и выполнения самостоятельной внеаудиторной работы по дисциплине «Системное программное обеспечение» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. А.В. Малышев. Курск, 2017. 14 с.: ил. 5. Библиогр.: с. 14

Содержат сведения, предназначенные для обучения студентов построению взаимодействия со стандартными периферийными устройствами путём программирования низкоуровневого интерфейса. Даны типичные примеры практических задач, использующих работу с клавиатурой.

Предназначены для студентов направления подготовки 09.03.04.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж экз. Заказ. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

1.1 Цель лабораторной работы

Изучить строение и принцип работы клавиатуры, понятия ASCII-кода, SCAN-кода, освоить алгоритм формирования кода клавиши, приобрести практические навыки программирования ввода данных с клавиатуры.

2. Основные понятия

Взаимодействие клавиатуры с CPU показано на рис. 1.

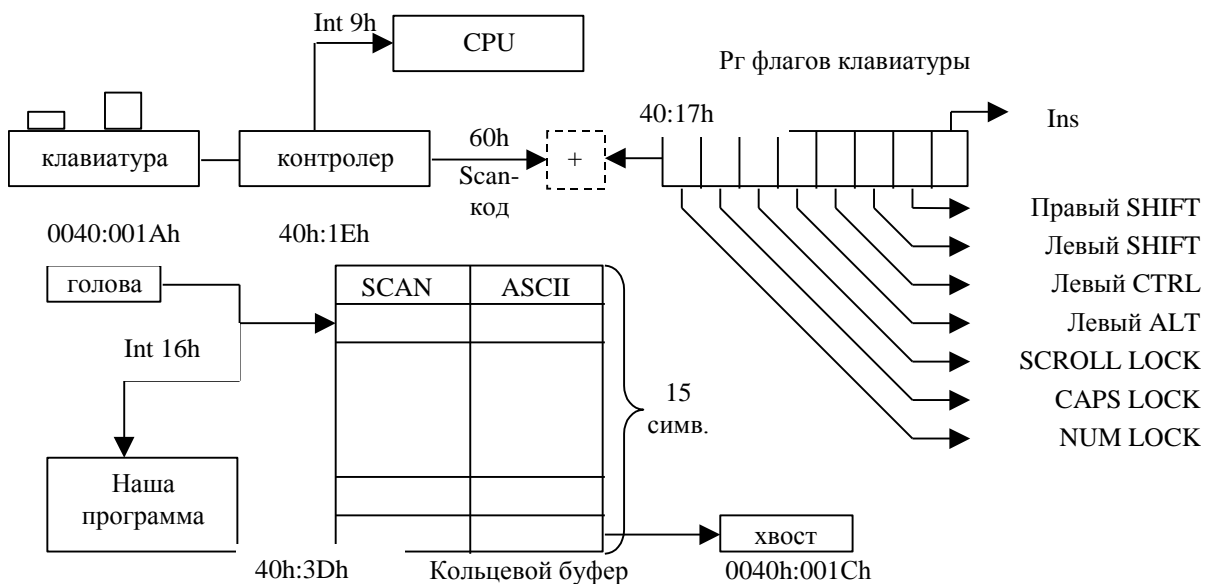


Рис.1. Взаимодействие клавиатуры и центрального процессора

Клавиатура, по сути, является самостоятельной миниЭВМ, имеющей встроенный процессор (контроллер клавиатуры) и встроенную память (внутренний буфер).

Взаимодействие клавиатуры с CPU осуществляется:

- 1) через сплошную область памяти, называемую *кольцевой буфер* размером 15 слов с адресным диапазоном `41Eh÷43Dh`;
- 2) через байт с адресом `417h`, называемый *регистр флагов клавиатуры*.

Каждая ячейка кольцевого буфера хранит SCAN- и ASCII-коды нажатой клавиши. Для обращения к кольцевому буферу клавиатура использует аппаратное прерывание `int 9h`. В `Int 9h` используются две ячейки памяти: ГОЛОВА и ХВОСТ. ГОЛОВА указывает на первую ячейку кольцевого буфера, из которой осуществляется чтение (вывод) в прикладную программу. ХВОСТ указывает на первую свободную ячейку кольцевого буфера для записи (ввода) кодов нажатой клавиши.

2.1. Системные способы ввода данных с клавиатуры

Существуют 3 способа ввода данных с клавиатуры на ассемблере:

1. Обращение к клавиатуре как файлу по функции 3Fh прерывания int 21h;
2. Посимвольный ввод данных с клавиатуры с помощью прерывания int 21h и группы функций от 0 до 0C;
3. Посимвольный ввод данных с клавиатуры через прерывание int 16h.

2.1.1. Обращение к клавиатуре как к файлу

Ввод с клавиатуры осуществляется как чтение из файла. Чтение из файла выполняется с помощью стандартного дескриптора ввода/вывода.

Вход: AH=3Fh;
 BX=дескриптор ввода вывода (0 –ввод, 1-вывод);
 DS:DX=адрес буфера ввода;
 CX=количество вводимых байт.

Выход: AX=реальное количество введенных байт;
 CF=ошибка.

Ввод завершается нажатием клавиши Enter, расширенный ASCII которой равен 10 и 13 (рис. 2).

2.1.2. Посимвольный ввод с клавиатуры

Ввод символа с эхом

Вход AH=01h.

Выход AL- ASCII-код введенного символа.

Прямой ввод/вывод с клавиатуры:

Вход AH=06h;

 DL=FFh.

Выход AL- ASCII-код введенного символа.

Ввод символа без эха и без обработки CTRL+C

Вход AH=07h.

Выход AL- ASCII-код введенного символа.

Ввод символа без эха с обработкой CTRL+Z

Вход AH=08h.

Выход AL- ASCII-код введенного символа.

Буферизированный ввод строки с эхом

Вход AH=0Ah.

Выход данные в буфере; формат данных



Рис.2. Взаимодействие клавиатуры и центрального процессора

Особенность функций ввода - в процессе их выполнения вводимые символы пересылаются из кольцевого буфера в специальную область памяти, называемую буфер. Командный процессор COMMAND.COM просматривает входной поток в буфере с целью обнаружения кодов клавиши ENTER (10, 13). Найденная последовательность передается в переменную-буфер прикладной программы.

2.1.3 Работа с буфером клавиатуры

Проверка состояния буфера клавиатуры

Вход AH=0Bh.

Выход AL=00 – кольцевой буфер пуст;
AL=FFh – кольцевой буфер непуст.

Сброс входного буфера и ввод:

Вход AH=0Ch;

AL=01 | 07 | 08 | 0Ah;

DS:DX адрес буфера для AL=0Ah.

Выход AL- ASCII-код введенного символа.

2.1.4 Посимвольный ввод через прерывание

Работа с клавиатурой по INT 16h позволяет считывать двухбайтные коды не из буфера ввода, а из кольцевого буфера.

По прерыванию INT 16h существуют четыре спецификации:

1) чтение двухбайтного кода с клавиатуры

Вход AH=10h.

Выход AH=SCAN-код или расширенный ASCII-код;
AL=ASCII-код или префикс скан-кода.

2) анализ состояния кольцевого буфера

Вход AH=11h.

Выход ZF=1 (кольцевой буфер пуст);
ZF=0 (кольцевой буфер непуст);
AH= SCAN-код или расширенный ASCII-код;
AL= ASCII-код или префикс скан-кода.

3) запись символа в буфер клавиатуры

Вход *AH=05h;*
 CH= SCAN-код;
 CL= ASCII-код.

Выход *AL=00, успешная запись;*
 AL=01h, переполнение буфера клавиатуры,
 модификация AH.

4) анализ флагов клавиатуры

Вход *AH=02h /12h.*

Выход *AL – байт 1 состояния клавиатуры (таблица 1);*
 AH - байт 2 состояния клавиатуры (для функции 12h).

В табл. 1 приведен байт 1 состояния клавиатуры:

Таблица 1

Байт 1 состояния клавиатуры	
<i>бит7</i>	<i>INS включена</i>
<i>бит6</i>	<i>CAPS LOCK включена</i>
<i>бит5</i>	<i>NUM LOCK включена</i>
<i>бит4</i>	<i>SCROLL LOCK включена</i>
<i>бит3</i>	<i>ALT нажата</i>
<i>бит2</i>	<i>CTRL нажата</i>
<i>бит1</i>	<i>Левая SHIFT нажата</i>
<i>бит0</i>	<i>Правая SHIFT нажата</i>

В табл. 2 приведен байт 2 состояния клавиатуры, расположенный по адресу 0000h:0418h.

Таблица 2

Байт 2 состояния клавиатуры	
<i>бит7</i>	<i>SysRg нажата</i>
<i>бит6</i>	<i>CAPS LOCK включена</i>
<i>бит5</i>	<i>NUM LOCK включена</i>
<i>бит4</i>	<i>SCROLL LOCK включена</i>
<i>бит3</i>	<i>Правая ALT нажата</i>
<i>бит2</i>	<i>Правая CTRL нажата</i>
<i>бит1</i>	<i>Левая ALT нажата</i>
<i>бит0</i>	<i>Левая CTRL нажата</i>

2.2 Вывод информации на экран

Вывод осуществляется через INT21h и с помощью BIOS через INT10h по следующей схеме

1) *Обращение к экрану как к файлу*

Вход AH=40h;

BX=1 дескриптор вывода;

CX=кол-во выводимых символов;

DS:DX-адрес выводимой строки.

2) *Вывод на экран через функции INT 21h*

02h - вывод символа на экран в позиции курсора;

06h - прямой ввод/вывод;

09h - вывод строки на экран.

Вывод символа на экран в позиции курсора

Вход AH=02h;

DL-ASCII-код выводимого символа.

Управляющие коды:

- DL=07 – звонок;
- DL=08 - перевод курсора влево на одну позицию;
- DL=09 – табуляция;
- DL=10 - перевод строки;
- DL=13 - возврат каретки к началу строки.

Прямой ввод/вывод

Вход AH=06h;

DL-ASCII-код в пределах 00-FEh.

Вывод строки на экран

Вход AH=09h;

DS:DX-адрес выводимой строки, которая должна заканчиваться служебным символом '\$'.

В текстовом режиме вся видеопамять разбивается на 8 страниц по 4К каждая.

страница 0 B8000h - B8F40h

страница 1 B9000h - B9F40h

страница 2 BA000h - BAF40h

...

страница 7 BF000h - BFF40h

В видеопамати каждый символ занимает два байта, образуя знакоместо: *ASCII-код символа + атрибут символа*. Таким образом, текстовый режим требует указания номера страницы и адреса знакоместа. Никакие управляющие коды при обращении к знакоместу страницы не используются. Формат байта атрибута определяет цвет знакоместа.

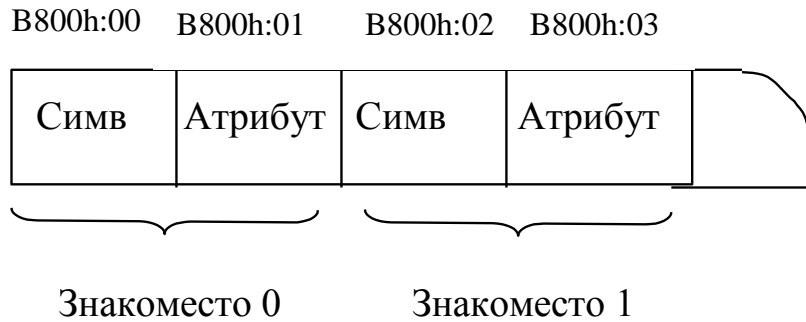


Рис.3. Формат знакоместа

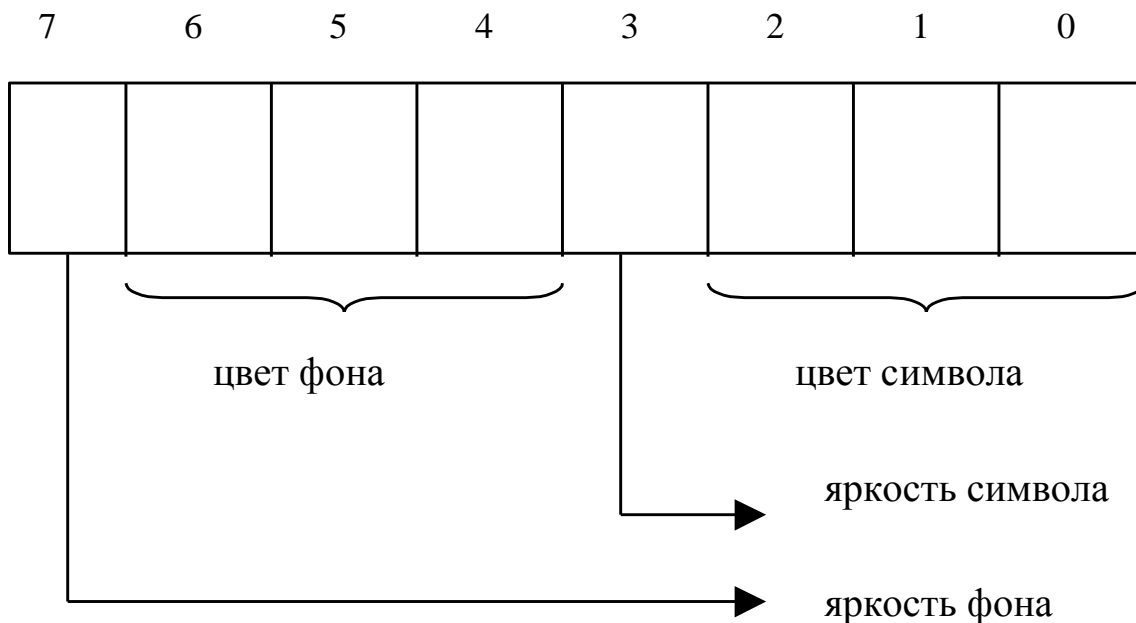


Рис.4. Определение цвета знакоместа

1) Установка курсора в заданную позицию

Вход AH=02h;

BH-номер страницы;

DH-номер строки;

DL-номер столбца.

2) *Получение координат курсора*

Вход *AH=03h;*
 BH-номер страницы.

Выход *DH-строка (0-24);*
 DL-столбец (0-79).

3) *Установка видеостраницы*

AH=05h;

AL – страница (0-7).

4) *Инициализация окна или прокрутка вверх*

Функция позволяет задать окно и автоматически заполнить его пробелами.

Вход *AH=06h;*
 AL-кол-во строк прокрутки (AL=00 режим очистки экрана);
 BH- атрибут символа в окне;
 CH, CL- координаты левого верхнего угла окна;
 DH,DL-координаты правого нижнего угла окна.

5) *Инициализация окна или прокрутка вниз*

Вход *AH=07h;*
 AL-кол-во строк прокрутки (AL=00 режим очистки экрана);
 BH- атрибут символа в окне;
 CH, CL- координаты левого верхнего угла окна;
 DH,DL-координаты правого нижнего угла окна.

6) *Чтение символа с атрибутом в позиции курсора*

Вход *AH=08h;*
 BH-номер страницы.

Выход *AH-атрибут символа;*
 AL-символ.

7) *Вывод символа с атрибутом по координатам курсора*

Вход *AH=09h;*
 AL-символ;
 BH-номер страницы;
 VL-атрибут;
 CX- коэффициент повторения.

Коэффициент повторения необходим для повторяющегося вывода символа без организации цикла, при этом курсор смещаться не будет.

8) *Вывод символа по координатам курсора*

Вход *AH=0Ah;*
 AL-символ;
 BH-номер страницы;
 CX- коэффициент повторения.

Особенность данной функции – атрибут не задается, а используется из предыдущего знакоместа

9) Вывод символа в режиме телетайпа

Вход $AH=0Eh$;
 AL -ASCII-код.

10) Вывод строки с автоматическим смещением курсора

Вход $AH=13h$;
 AL - режим вывода:

$AL = \begin{cases} 0 & \text{– атрибут в } BL, \text{ строка содержит ASCII – коды, курсор не смещается} \\ 1 & \text{– атрибут в } BL, \text{ строка содержит ASCII – коды, телетайп} \\ 2 & \text{– строка содержит ASCII – код + атрибут, курсор не смещается} \\ 3 & \text{– строка содержит ASCII – код + атрибут, телетайп} \end{cases}$

BH -страница;

BL -атрибут (для $AL=0$ или 1);

CX - длина ASCII-составляющей в строке;

DH -строка (0-24);

DL -столбец (0-79);

$ES:BP$ – адрес выводимой строки.

Задача. Выполнив циклическую обработку сочетаний клавиш CTRL+F1, CTRL+F2, CTRL+F3, вывести в строку массив table1, table2, table3 соответственно на видеостраницах 1 или 2 или 3. При этом, вывод table1 ;осуществить через int 10h, вывод table2 - через int21h, вывод ;table3 - через прямое обращение к видеобуферу. Завершение работы - нажатие клавиши CAPS LOCK или клавиши правый ALT.

Граф-схема решения задачи имеет вид, представленный на рис. 5.

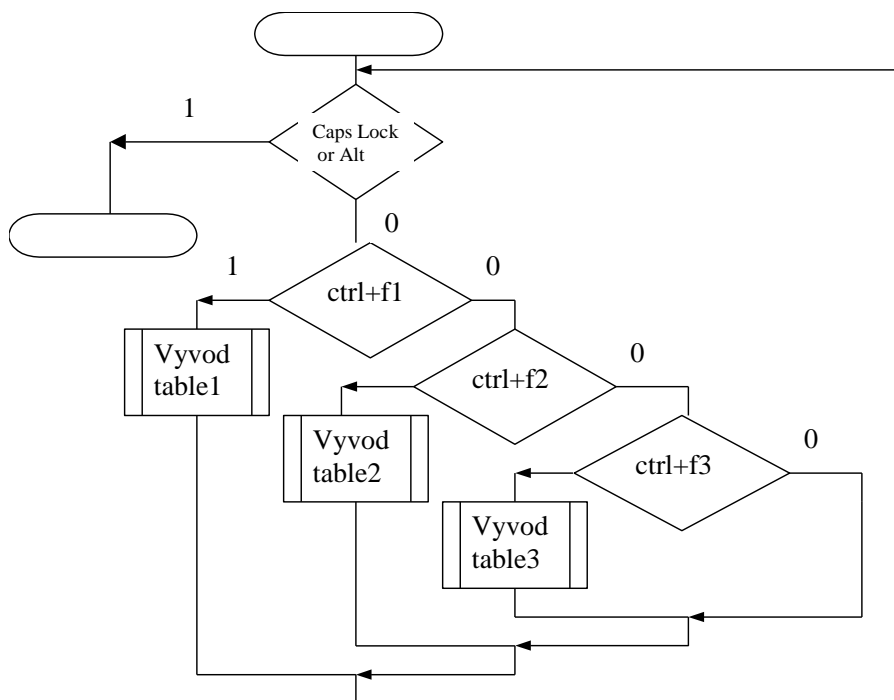


Рис.5. Граф-схема решения задачи циклической обработки клавиш

Текст программы

```

.model small
.stack 512
.data
table1 db '1','2','3','4'
len1=$-table1
table2 db '5','6','7','8','9'
len2=$-table2
table3 db 'a','b','c'
len3=$-table3
video equ 0BB00h ; адрес видеостраницы 3
prompt db 'ожидание ввода CTRL+F1 или CTRL+F2 или ctrl+f3',13,'$'
.code
start: mov ax,@data
       mov ds,ax
       ;проверка условия завершения программы
s:     mov ah,12h
       int 16h           ; в ah байт2 состояния клавиатуры
       and ah,01001000b ; проверка
       cmp ah,0         ; нажатия клавиши
       jnz finish       ; CAPS LOCK или ALT
       ; обработка CTRL+F1, CTRL+F2, CTRL+F3
       mov ah,05
       mov al,00        ; переключение
       int 10h          ; на видеостраницу 0
       mov ah,09
       lea dx,prompt
       int 21h
       mov ah,08
       int 21h ; в AL младшая часть кода
       cmp al,0
       jnz s
       mov ah,08
       int 21h ; в AL старшая часть кода
       cmp al,5eh
       jz met1 ; переход на обработку CTRL+F1
       cmp al,5fh
       jz met2 ; переход на обработку CTRL+F2
       cmp al,60h
       jz met3 ; переход на обработку CTRL+F3
       jmp s
met1:  mov ah,13h

```

```

mov al,00
mov bl,74 ; в BL атрибут символов
mov bh,1 ; номер видеостраницы
mov cx,len1
mov dx,1235 ; координаты курсора
push ds
pop es ; ES=DS
mov bp,offset table1
int 10h
mov ah,05 ; переключение
mov al,01 ; на
int 10h ; видеостраницу 1
jmp s
met2: mov ah,05 ; переключение
      mov al,02 ; на
      int 10h ; видеостраницу 2
      mov ah,40h
      mov bx,1 ; в BX дескриптор вывода
      mov cx,len2
      mov dx,offset table2
      int 21h
      jmp s
met3: mov ah,05 ; переключение
      mov al,03 ; на
      int 10h ; видеостраницу 3
      mov ax,video ; ES=BB00h - адрес
      mov es,ax ; видеостраницы 3
      mov bx,80*2*10+20*2
      lea si,table3
      mov ah,74 ; атрибут символа
      mov cx,len3
vyvod:mov al,[si] ; выводимый символ table
      mov es:[bx],ax ; вывод символа в видеобуфер
      add bx,2
      inc si
      loop vyvod
      jmp s
finish:
      mov ah,4ch
      int 21h
      end start

```

3 Варианты заданий

- 1) В зависимости от комбинации нажатых клавиш вывести строку символов, предварительно очистив экран:
 - ALT+1 - с ASCII-кодами 1-10 на синем фоне желтым цветом
 - ALT+2 - с ASCII-кодами 11-20 на белом фоне синим цветом
 - ALT+3 - с ASCII-кодами 21-30 на зеленом фоне красным цветом
 - ALT+4 - с ASCII-кодами 31-40 на синем фоне салатovým цветом
- 2) Предварительно очистив экран, вывести текстовый файл DOS в 2 горизонтальные колонки переключением страниц. Переход в новую колонку сопровождается ее очисткой и подтверждается нажатием на любую клавишу. Ввод файла выполнить перенаправлением ввода.
- 3) Предварительно очистив экран, вывести текстовый файл DOS в 2 вертикальные колонки переключением страниц. Переход в новую колонку сопровождается ее очисткой и подтверждается нажатием на любую клавишу. Ввод файла выполнить перенаправлением ввода.
- 4) Используя int 16h и адрес кольцевого буфера, выполнить инверсию введенной строки длиной 15 символов и вывести на очищенный экран SCAN-коды инверсированной строки в столбец.
- 5) Предварительно подготовив ASCII-таблицу, вывести первую ее половину путем прямого программирования видеобуфера. Формат таблицы - 64×4.
- 6) Предварительно подготовив ASCII-таблицу, вывести вторую ее половину путем прямого программирования видеобуфера. Формат таблицы - 8×32.
- 7) Вывести ASCII-таблицу на очищенный экран в формате 32×8 каждую строку своим цветом.
- 8) В зависимости от комбинации сочетаний клавиш вывести строку
- 9) Ввести с клавиатуры 16-битное число не более 24576 и вывести на экран через дескриптор стандартного вывода его двоичный и восьмеричный эквиваленты.
- 10) Выполнить фильтрованный ввод строки длиной не более 30 символов, заменяя десятичную цифру его ASCII-кодом.
- 11) Выполнить фильтрованный ввод строки длиной не менее 25 символов, заменяя последовательность «txt» на последовательность «ASM» и «abcd» - на «CDBA».
- 12) Обратившись к видеобуферу, вывести содержимое кольцевого буфера до символа с ASCII-кодом 07h.

4 Контрольные вопросы

1. Объясните последовательность формирования и передачи кода клавиши в прикладную программу.
2. Состав клавиатуры.

3. В чем разница SCAN-, ASCII- и расширенных ASCII- кодов клавиш.
4. Назначение, размер и работа с кольцевым буфером клавиатуры.
5. Системные способы ввода кодов с клавиатуры.
6. Байты состояния клавиатуры.
7. Каким образом обработать последовательности SCAN-кодов клавиш расширенной клавиатуры.
8. Системные способы вывода символов с клавиатуры.
9. Назначение управляющих кодов при выводе DOS.
10. Организация текстового видеобуфера.
11. Как выполнить прямое обращение к видеобуферу.
12. Как определить нажатие CTRL+ALD+DEL.
13. Как определить нажатие SHIFT+ SHIFT.
14. Как изменить состояние клавиатуры.
15. Как вывести строку символов \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$.
16. Каким образом выполняется перенаправление ввода/вывода.
17. Как вывести символьную строку в DOS, не оканчивающуюся символом '\$'.

Библиографический список

1. Калуцкий, Игорь Владимирович. Системное программное обеспечение [Текст] : учебное пособие / И.В. Калуцкий, Е.А. Титенко. - Курск: ЮЗГУ, 2014. - 231 с.
2. Кенин А. Самоучитель системного администратора [Текст] : самоучитель / А. Кенин. - СПб: БХВ-Петербург, 2012. - 512 с.