МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МО ЭВМ

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3

по дисциплине «Операционные системы»

Тема: Исследование организации управления основной памятью

Студент гр. 0382 Шангичев В. А.

Преподаватель Ефремов М. А.

Санкт-Петербург

2022

Цель работы.

Для исследования организации управления памятью необходимо ориентироваться на тип основной памяти, реализованный в компьютере и способ организации, принятый в ОС. В лабораторной работе рассматривается нестраничная память и способ управления динамическими разделами. Для реализации управления памятью в этом случае строится список занятых и свободных участков памяти. Функции ядра, обеспечивающие управление основной памятью, просматривают и преобразуют этот список.

В лабораторной работе исследуются структуры данных и работа функций управления памятью ядра операционной системы.

Задание.

Шаг 1. Для выполнения лабораторной работы необходимо написать и отладить программный модуль типа .COM, который выбирает и распечатывает следующую информацию:

1) Количество доступной памяти.

2) Размер расширенной памяти.

3) Выводит цепочку блоков управления памятью.

Адреса при выводе представляются шестнадцатеричными числами. Объем памяти функциями управления памятью выводится в параграфах. Необходимо преобразовать его в байты и выводить в виде десятичных чисел. Последние восемь байт MCB выводятся как символы, не следует преобразовывать их в шестнадцатеричные числа. Запустите программу и внимательно оцените результаты. Сохраните результаты, полученные программой, и включите их в отчет в виде скриншота.

Шаг 2. Измените программу таким образом, чтобы она освобождала память, которую она не занимает. Для этого используйте функцию 4Ah прерывания 21h (пример в разделе «Использование функции 4AH»). Повторите эксперимент, запустив модифицированную программу. Сравните выходные

данные с результатами, полученными на предыдущем шаге. Сохраните результаты, полученные программой, и включите их в отчет в виде скриншота.

Шаг 3. Измените программу еще раз таким образом, чтобы после освобождения памяти, программа запрашивала 64Кб памяти функцией 48H прерывания 21H. Повторите эксперимент, запустив модифицированную программу. Сравните выходные данные с результатами, полученными на предыдущих шагах. Сохраните результаты, полученные программой, и включите их в отчет в виде скриншота.

Шаг 4. Измените первоначальный вариант программы, запросив 64Кб памяти функцией 48H прерывания 21H до освобождения памяти. Обязательно обрабатывайте завершение функций ядра, проверяя флаг CF. Сохраните результаты, полученные программой, и включите их в отчет в виде скриншота.

Шаг 5. Оцените результаты, полученные на предыдущих шагах. Ответьте на контрольные вопросы и оформите отчет.

Выполнение работы.

Шаг 1. Для выполнения данного шага был написан исходный файл `lab3_1.asm`. В нем были реализованы следующие процедуры:

`print_available_memory` – печатает размер доступной памяти в байтах.

`print_extended_memory` – печатает размер расширенной памяти в байтах.

`print_memory_control_blocks` – печатает содержимое блоков контроля памяти.

`print_mcb` – печатает содержимое одного блока управления памятью.

`set_sc` – записывает в строку, выводимую процедурой `print_mcb`, значение поля `sc` блока контроля памяти.

`set_size` - записывает в строку, выводимую процедурой `print_mcb`, размер памяти в байтах, контролируемой MCB.

`set_pcp_owner` - записывает в строку, выводимую процедурой `print_mcb`, сегментный адрес PSP владельца участка памяти, контролируемой MCB.

`set_mcb_address` - записывает в строку, выводимую процедурой `print_mcb`, адрес блока контроля памяти.

`print` - печатает строку по смещению, указанному в регистре dx.

`convert_to_decimal` - конвертирует значение размера памяти, указанного в регистре ax в параграфах, в десятичное значение, записывая число по адресу [si] справа налево.

Также были использованы шаблонные процедуры, описанные в методических указаниях.

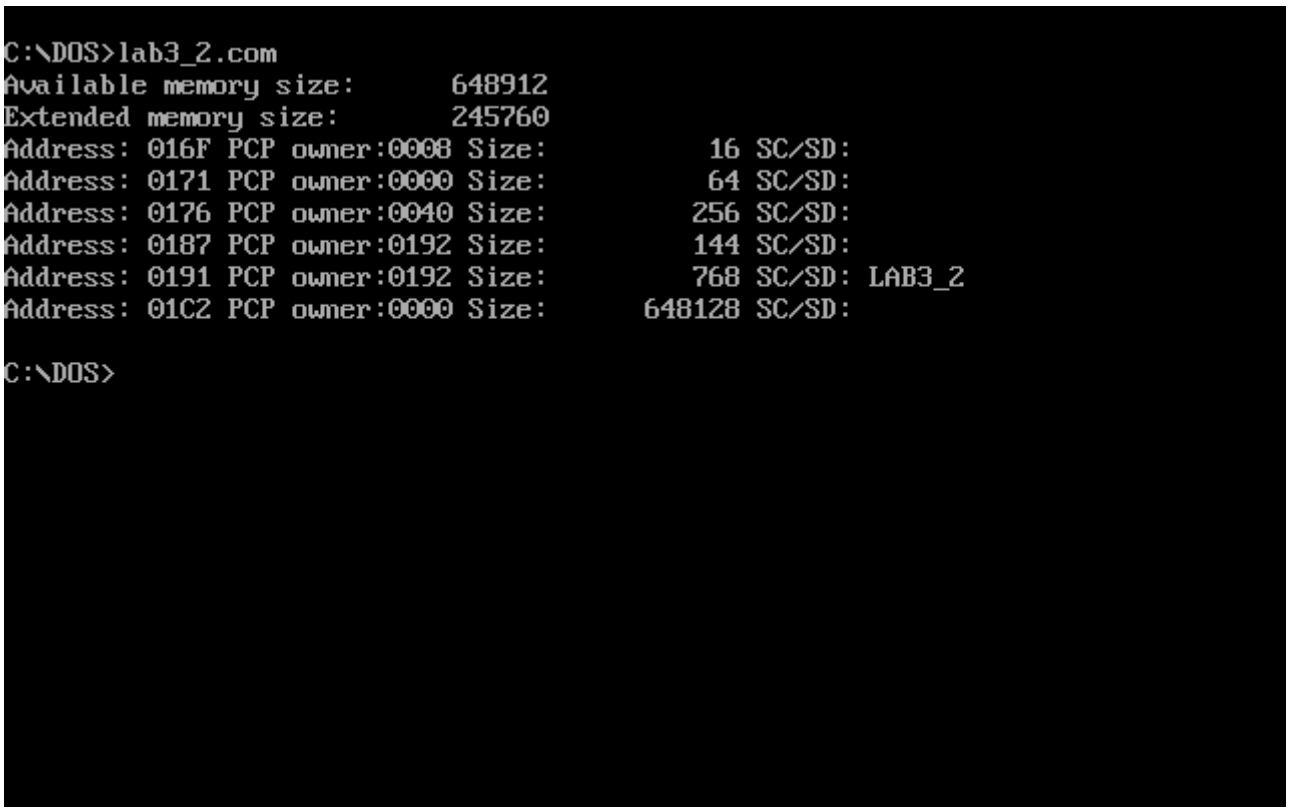
Вывод программы:

```
C:\DOS>exe2bin.exe lab3_1.exe lab3_1.com

C:\DOS>lab3_1.com
Available memory size:      648912
Extended memory size:       245760
Address: 016F PCP owner:0008 Size:          16 SC/SD:
Address: 0171 PCP owner:0000 Size:          64 SC/SD:
Address: 0176 PCP owner:0040 Size:         256 SC/SD:
Address: 0187 PCP owner:0192 Size:         144 SC/SD:
Address: 0191 PCP owner:0192 Size:      648912 SC/SD: LAB3_1

C:\DOS>_
```

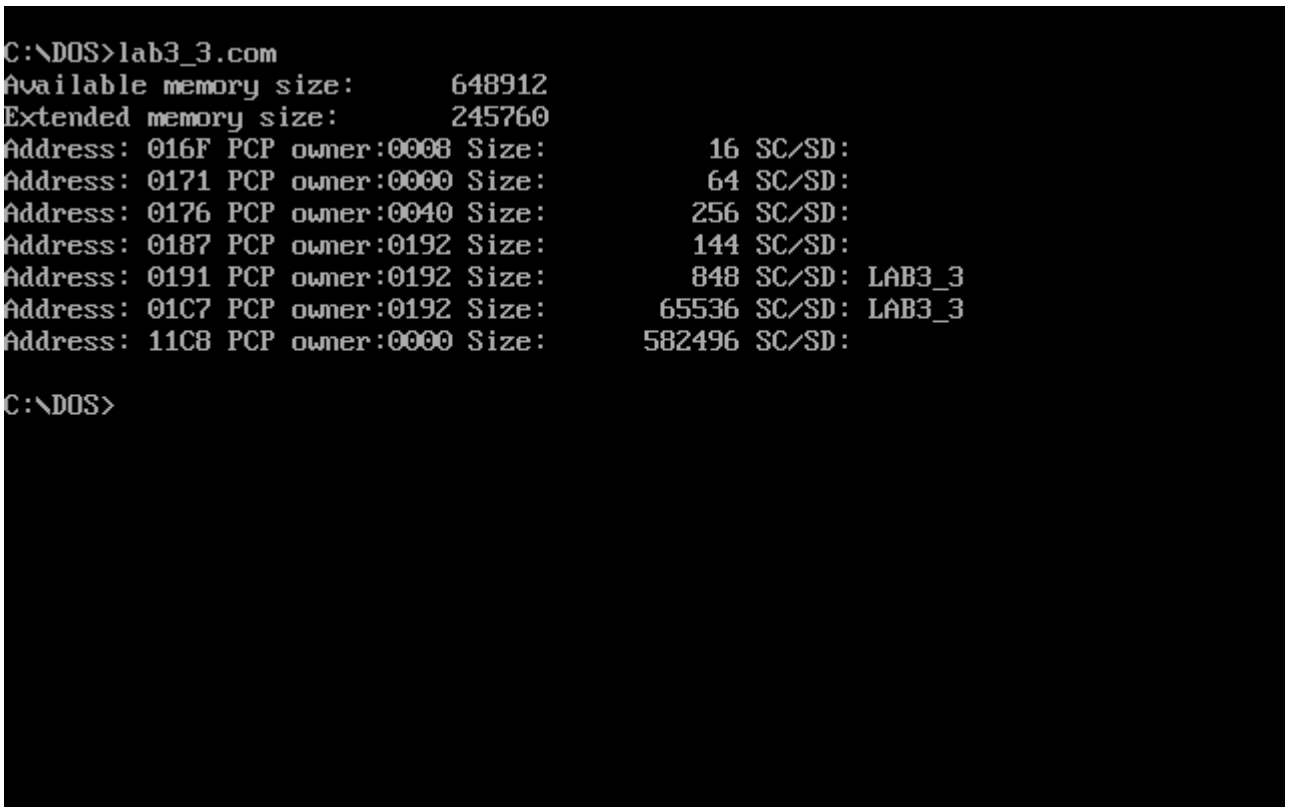
Шаг 2. Для освобождения памяти была реализована процедура `free_memory`. Вывод измененной программы:



Как можно видеть, программа теперь занимает только необходимую ей память.

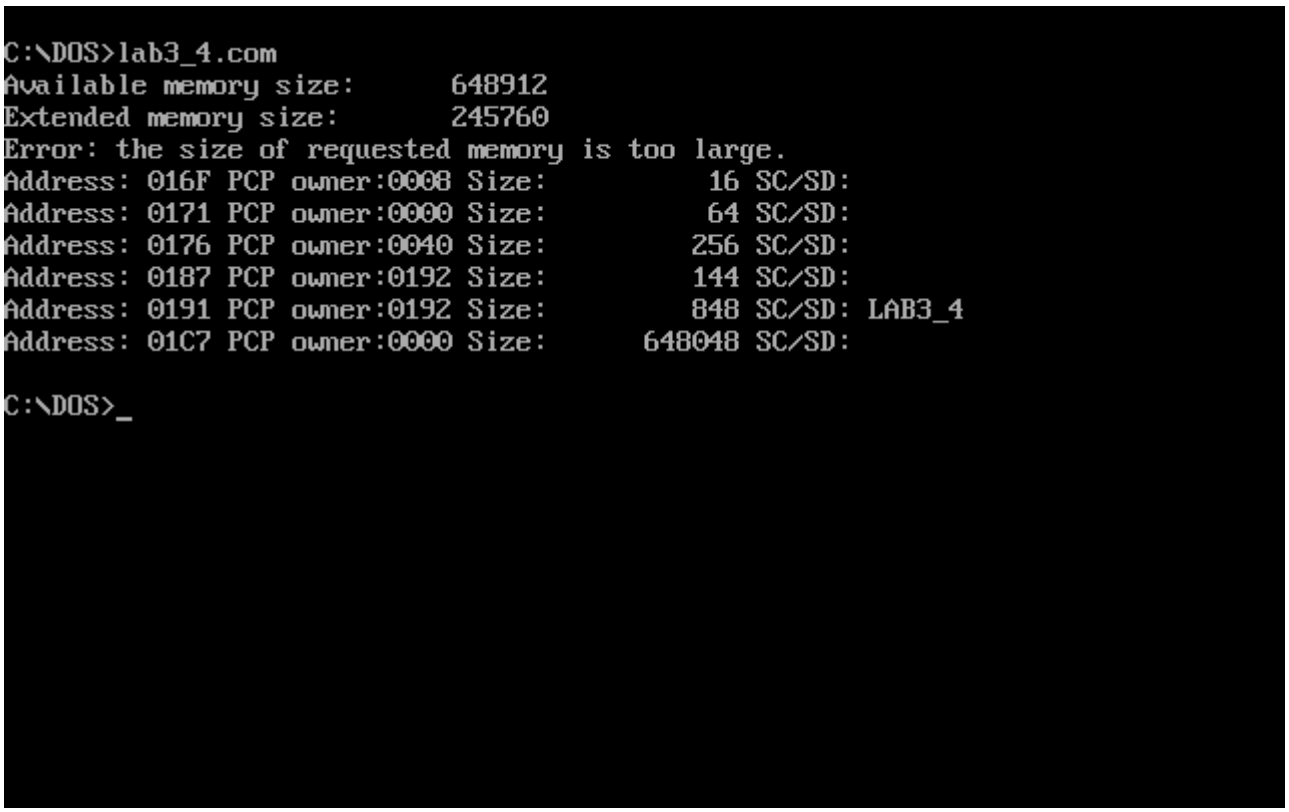
Шаг 3. Для запроса памяти была написана процедура `request_memory`.

Вывод программы:



Теперь программе принадлежат два блока: тот, который остался после освобождения, и блок размером в 64Кб, который был запрошен позднее.

Шаг 4. Вывод программы:



Как можно догадаться из предупредительного сообщения, выведенного процедурой `request_memory`, выделить 64Кб программе до освобождения памяти не удалось.

Контрольные вопросы.

1. Что означает “доступный объем памяти”?

Максимальный размер памяти (оперативной) который может использовать программа.

2. Где MCB блок Вашей программы в списке?

Название MCB блока соответствующей программы можно найти после ключевых слов SC/SD.

3. Какой размер памяти занимает программа в каждом случае?

lab3_1: 648912 байт

lab3_2: 768 байт

lab3_3: 65536 + 848 = 66384 байт

lab3_4: 848 байт

Выводы.

Для исследования организации управления памятью была написана программа, реализующая печать ознакомительных сообщений, относящихся к блокам управления памятью. В ходе выполнения лабораторной работы были изучены и применены на практике прерывания для работы с памятью.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ИСХОДНЫЙ КОД ПРОГРАММЫ

Файл lab3_1.asm

```
TESTPC SEGMENT
    ASSUME CS:TESTPC, DS:TESTPC, ES:NOTHING, SS:NOTHING
    ORG 100h

start:
    jmp begin

data:
    available_memory_msg db "Available memory size:              ",
0dh, 0ah, '$'
    extended_memory_msg db "Extended memory size:                ",
0dh, 0ah, '$'
    mcb_msg  db  "Address:             PCP  owner:           Size:
SC/SD:          ", 0dh, 0ah, '$'

tetr_to_hex PROC near
    and AL,0Fh
    cmp AL,09
    jbe next
    add AL,07
next:
    add AL,30h
    ret
tetr_to_hex ENDP

byte_to_hex PROC near
    push CX
    mov AH,AL
    call tetr_to_hex
    xchg AL,AH
    mov CL,4
    shr AL,CL
    call tetr_to_hex
    pop CX
    ret
byte_to_hex ENDP

wrd_to_hex PROC near
    push BX
    mov BH,AH
    call byte_to_hex
    mov [DI],AH
    dec DI
    mov [DI],AL
    dec DI
    mov AL,BH
    call byte_to_hex
    mov [DI],AH
    dec DI
    mov [DI],AL
    pop BX
    ret
wrd_to_hex ENDP
```

```
byte_to_dec PROC near
    push CX
    push DX
    push ax
    xor AH,AH
    xor DX,DX
    mov CX,10
loop_bd:
    div CX
    or DL,30h
    mov [SI],DL
    dec SI
    xor DX,DX
    cmp AX,10
    jae loop_bd
    cmp AL,00h
    je end_l
    or AL,30h
    mov [SI],AL
end_l:
    pop ax
    pop DX
    pop CX
    ret
byte_to_dec ENDP


convert_to_decimal proc near
    ; ax - paragraph
    ; si - low digit of result
    push bx
    push dx

    mov bx, 16
    mul bx ; convert to num of bytes

    mov bx, 10
    convert:
        div bx
        add dl, '0'
        mov [si], dl
        dec si
        xor dx, dx
        cmp ax, 0000h
        jne convert

    pop dx
    pop bx
    ret
convert_to_decimal endp

print proc near
    ; dx - offset of message
    push ax
    mov ah, 09h
    int  21h
    pop ax
```

```
    ret
print endp


print_available_memory proc near
    mov ah, 4Ah
    mov bx, 0ffffh
    int 21h ; now bx contains size of available memory

    mov si, offset available_memory_msg
    add si, 33

    mov ax, bx
    call convert_to_decimal

    mov dx, offset available_memory_msg
    call print
    ret
print_available_memory endp

print_extended_memory proc near
    mov AL,30h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov BL,AL

    mov AL,31h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov bh, al

    mov ax, bx
    mov si, offset extended_memory_msg
    add si, 33

    call convert_to_decimal

    mov dx, offset extended_memory_msg
    call print
    ret
print_extended_memory endp

set_mcb_address proc near
    ; ax - address
    push di
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 12
    call wrd_to_hex
    pop di
    ret
set_mcb_address endp

set_pcp_owner proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push di
    mov ax, es:[1]
    mov di, offset mcb_msg
```

```
    add di, 27
    call wrd_to_hex
    pop di
    pop ax
    ret
set_pcp_owner endp

set_size proc near
    ; es - address of mcb
    push si
    push ax

    mov si, offset mcb_msg
    add si, 45
    mov ax, es:[3]
    call convert_to_decimal

    pop ax
    pop si
    ret
set_size endp

set_sc proc near
     push di
     push ax
     push bx

    mov di, offset mcb_msg
    add di, 54
    mov si, 8
    sc_write:
     mov bx, es:[si]
     mov [di], bx
     add si, 2
     add di, 2
     cmp si, 16
     jb sc_write

    pop bx
    pop ax
    pop di
    ret
set_sc endp

print_mcb proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push dx

    mov ax, es
    call set_mcb_address
    call set_pcp_owner
    call set_size
    call set_sc
    mov dx, offset mcb_msg
    call print

    pop dx
```

```
        pop ax
        ret
    print_mcb endp

    print_memory_control_blocks proc near
        ; get address of first block
        mov ah, 52h
        int 21h
        mov es, es:[bx-2]

        print_msbs:
            call print_mcb
            mov ah, es:[0]
            cmp  ah,  5Ah
            je end_
            mov  ax,  es
            add ax, es:[3]
            inc ax
            mov  es,  ax
            jmp print_msbs

        end_:

        ret
    print_memory_control_blocks endp


    begin:
        call print_available_memory
        call print_extended_memory
        call print_memory_control_blocks


        xor al, al
        mov ah, 4Ch
        int 21h

    finish_program:

    TESTPC ENDS
    END start
```

Файл lab3_2.asm

```
    TESTPC SEGMENT
        ASSUME CS:TESTPC, DS:TESTPC, ES:NOTHING, SS:NOTHING
        ORG 100h

    start:
        jmp begin

    data:
        available_memory_msg db "Available memory size:             ",
0dh, 0ah, '$'
        extended_memory_msg db "Extended memory size:               ",
0dh, 0ah, '$'
```

```
        mcb_msg  db  "Address:              PCP  owner:           Size:
SC/SD:           ", 0dh, 0ah, '$'

     tetr_to_hex PROC near
         and AL,0Fh
         cmp AL,09
         jbe next
         add AL,07
     next:
         add AL,30h
         ret
     tetr_to_hex ENDP

     byte_to_hex PROC near
         push CX
         mov AH,AL
         call tetr_to_hex
         xchg AL,AH
         mov CL,4
         shr AL,CL
         call tetr_to_hex
         pop CX
         ret
     byte_to_hex ENDP

     wrd_to_hex PROC near
         push BX
         mov BH,AH
         call byte_to_hex
         mov [DI],AH
         dec DI
         mov [DI],AL
         dec DI
         mov AL,BH
         call byte_to_hex
         mov [DI],AH
         dec DI
         mov [DI],AL
         pop BX
         ret
     wrd_to_hex ENDP

     byte_to_dec PROC near
         push CX
         push DX
         push ax
         xor AH,AH
         xor DX,DX
         mov CX,10
     loop_bd:
         div CX
         or DL,30h
         mov [SI],DL
         dec SI
         xor DX,DX
         cmp AX,10
         jae loop_bd
         cmp AL,00h
```

```
    je end_l
    or AL,30h
    mov [SI],AL
end_l:
    pop ax
    pop DX
    pop CX
    ret
byte_to_dec ENDP


convert_to_decimal proc near
    ; ax - paragraph
    ; si - low digit of result
    push bx
    push dx

    mov bx, 16
    mul bx ; convert to num of bytes

    mov bx, 10
    convert:
        div bx
        add dl, '0'
        mov [si], dl
        dec si
        xor dx, dx
        cmp ax, 0000h
        jne convert

    pop dx
    pop bx
    ret
convert_to_decimal endp

print proc near
    ; dx - offset of message
    push ax
    mov ah, 09h
    int  21h
    pop ax
    ret
print endp


print_available_memory proc near
    mov ah, 4Ah
    mov bx, 0ffffh
    int 21h ; now bx contains size of available memory

    mov si, offset available_memory_msg
    add si, 33

    mov ax, bx
    call convert_to_decimal

    mov dx, offset available_memory_msg
    call print
```

```
    ret
print_available_memory endp

print_extended_memory proc near
    mov AL,30h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov BL,AL

    mov AL,31h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov bh, al

    mov ax, bx
    mov si, offset extended_memory_msg
    add si, 33

    call convert_to_decimal

    mov dx, offset extended_memory_msg
    call print
    ret
print_extended_memory endp

set_mcb_address proc near
    ; ax - address
    push di
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 12
    call wrd_to_hex
    pop di
    ret
set_mcb_address endp

set_pcp_owner proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push di
    mov ax, es:[1]
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 27
    call wrd_to_hex
    pop di
    pop ax
    ret
set_pcp_owner endp

set_size proc near
    ; es - address of mcb
    push si
    push ax

    mov si, offset mcb_msg
    add si, 45
    mov ax, es:[3]
    call convert_to_decimal
```

```
    pop ax
    pop si
    ret
set_size endp

set_sc proc near
     push di
     push ax
     push bx

    mov di, offset mcb_msg
    add di, 54
    mov si, 8
    sc_write:
     mov bx, es:[si]
     mov [di], bx
     add si, 2
     add di, 2
     cmp si, 16
     jb sc_write

    pop bx
    pop ax
    pop di
    ret
set_sc endp

print_mcb proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push dx

    mov ax, es
    call set_mcb_address
    call set_pcp_owner
    call set_size
    call set_sc
    mov dx, offset mcb_msg
    call print

    pop dx
    pop ax
    ret
print_mcb endp

print_memory_control_blocks proc near
    ; get address of first block
    mov ah, 52h
    int 21h
    mov es, es:[bx-2]

    print_msbs:
        call print_mcb
        mov ah, es:[0]
        cmp  ah,  5Ah
        je end_
        mov  ax,  es
        add ax, es:[3]
```

```
        inc  ax
        mov es, ax
        jmp print_msbs

    end_:

    ret
print_memory_control_blocks endp


free_memory proc near
    push ax
    push bx
    push dx

    lea ax, finish_program
    mov bx, 10h
    xor dx, dx
    div  bx
    inc ax

    start_free:
        mov bx, ax
        xor ax, ax
        mov ah, 4ah
        int 21h

    pop dx
    pop bx
    pop ax
    ret
free_memory endp

begin:
    call print_available_memory
    call print_extended_memory
    call free_memory
    call print_memory_control_blocks


    xor al, al
    mov ah, 4Ch
    int 21h

finish_program:

TESTPC ENDS
END start
```

Файл lab3_3.asm

```
TESTPC SEGMENT
    ASSUME CS:TESTPC, DS:TESTPC, ES:NOTHING, SS:NOTHING
    ORG 100h

start:
    jmp begin
```

```
    data:
        available_memory_msg db "Available memory size:              ",
0dh, 0ah, '$'
        extended_memory_msg db "Extended memory size:                ",
0dh, 0ah, '$'
        mcb_msg  db  "Address:             PCP  owner:           Size:
SC/SD:          ", 0dh, 0ah, '$'
        error_msg  db  "Error:  the  size  of  requested  memory  is  too
large.", 0dh, 0ah, '$'

    tetr_to_hex PROC near
        and AL,0Fh
        cmp AL,09
        jbe next
        add AL,07
    next:
        add AL,30h
        ret
    tetr_to_hex ENDP

    byte_to_hex PROC near
        push CX
        mov AH,AL
        call tetr_to_hex
        xchg AL,AH
        mov CL,4
        shr AL,CL
        call tetr_to_hex
        pop CX
        ret
    byte_to_hex ENDP

    wrd_to_hex PROC near
        push BX
        mov BH,AH
        call byte_to_hex
        mov [DI],AH
        dec DI
        mov [DI],AL
        dec DI
        mov AL,BH
        call byte_to_hex
        mov [DI],AH
        dec DI
        mov [DI],AL
        pop BX
        ret
    wrd_to_hex ENDP

    byte_to_dec PROC near
        push CX
        push DX
        push ax
        xor AH,AH
        xor DX,DX
        mov CX,10
    loop_bd:
```

```
    div CX
    or DL,30h
    mov [SI],DL
    dec SI
    xor DX,DX
    cmp AX,10
    jae loop_bd
    cmp AL,00h
    je end_l
    or AL,30h
    mov [SI],AL
end_l:
    pop ax
    pop DX
    pop CX
    ret
byte_to_dec ENDP


convert_to_decimal proc near
    ; ax - paragraph
    ; si - low digit of result
    push bx
    push dx

    mov bx, 16
    mul bx ; convert to num of bytes

    mov bx, 10
    convert:
        div bx
        add dl, '0'
        mov [si], dl
        dec si
        xor dx, dx
        cmp ax, 0000h
        jne convert

    pop dx
    pop bx
    ret
convert_to_decimal endp

print proc near
    ; dx - offset of message
    push ax
    mov ah, 09h
    int  21h
    pop ax
    ret
print endp


print_available_memory proc near
    mov ah, 4Ah
    mov bx, 0ffffh
    int 21h ; now bx contains size of available memory
```

```
    mov si, offset available_memory_msg
    add si, 33

    mov ax, bx
    call convert_to_decimal

    mov dx, offset available_memory_msg
    call print
    ret
print_available_memory endp

print_extended_memory proc near
    mov AL,30h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov BL,AL

    mov AL,31h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov bh, al

    mov ax, bx
    mov si, offset extended_memory_msg
    add si, 33

    call convert_to_decimal

    mov dx, offset extended_memory_msg
    call print
    ret
print_extended_memory endp

set_mcb_address proc near
    ; ax - address
    push di
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 12
    call wrd_to_hex
    pop di
    ret
set_mcb_address endp

set_pcp_owner proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push di
    mov ax, es:[1]
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 27
    call wrd_to_hex
    pop di
    pop ax
    ret
set_pcp_owner endp

set_size proc near
    ; es - address of mcb
```

```
    push si
    push ax

    mov si, offset mcb_msg
    add si, 45
    mov ax, es:[3]
    call convert_to_decimal

    pop ax
    pop si
    ret
set_size endp

set_sc proc near
     push di
     push ax
     push bx

    mov di, offset mcb_msg
    add di, 54
    mov si, 8
    sc_write:
     mov bx, es:[si]
     mov [di], bx
     add si, 2
     add di, 2
     cmp si, 16
     jb sc_write

    pop bx
    pop ax
    pop di
    ret
set_sc endp

print_mcb proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push dx

    mov ax, es
    call set_mcb_address
    call set_pcp_owner
    call set_size
    call set_sc
    mov dx, offset mcb_msg
    call print

    pop dx
    pop ax
    ret
print_mcb endp

print_memory_control_blocks proc near
    ; get address of first block
    mov ah, 52h
    int 21h
    mov es, es:[bx-2]
```

```
    print_msbs:
        call print_mcb
        mov ah, es:[0]
        cmp  ah,  5Ah
        je end_
        mov  ax,  es
        add ax, es:[3]
        inc ax
        mov  es,  ax
        jmp print_msbs

    end_:

    ret
print_memory_control_blocks endp


free_memory proc near
    push ax
    push bx
    push dx

    lea ax, finish_program
    mov bx, 10h
    xor dx, dx
    div  bx
    inc ax

    start_free:
        mov bx, ax
        xor ax, ax
        mov ah, 4ah
        int 21h

    pop dx
    pop bx
    pop ax
    ret
free_memory endp

request_memory proc near
    ; bx - size of requested memory
    push ax

    mov ah, 48h
    int 21h
    jnc end_proc

    handle_error:
        push dx
        mov dx, offset error_msg
        call print
        pop dx

    end_proc:
        pop ax
```

```
    ret
request_memory endp


begin:
    call print_available_memory
    call print_extended_memory
    call free_memory
    mov bx, 1000h
    call request_memory
    call print_memory_control_blocks


    xor al, al
    mov ah, 4Ch
    int 21h

finish_program:

TESTPC ENDS
END start
```

Файл lab3_4.asm

```
TESTPC SEGMENT
    ASSUME CS:TESTPC, DS:TESTPC, ES:NOTHING, SS:NOTHING
    ORG 100h

start:
    jmp begin

data:
    available_memory_msg db "Available memory size:              ",
0dh, 0ah, '$'
    extended_memory_msg db "Extended memory size:                ",
0dh, 0ah, '$'
    mcb_msg  db  "Address:             PCP  owner:           Size:
SC/SD:          ", 0dh, 0ah, '$'
    error_msg  db  "Error:  the  size  of  requested  memory  is  too
large.", 0dh, 0ah, '$'

tetr_to_hex PROC near
    and AL,0Fh
    cmp AL,09
    jbe next
    add AL,07
next:
    add AL,30h
    ret
tetr_to_hex ENDP

byte_to_hex PROC near
    push CX
    mov AH,AL
    call tetr_to_hex
    xchg AL,AH
    mov CL,4
```

```
    shr AL,CL
    call tetr_to_hex
    pop CX
    ret
byte_to_hex ENDP

wrd_to_hex PROC near
    push BX
    mov BH,AH
    call byte_to_hex
    mov [DI],AH
    dec DI
    mov [DI],AL
    dec DI
    mov AL,BH
    call byte_to_hex
    mov [DI],AH
    dec DI
    mov [DI],AL
    pop BX
    ret
wrd_to_hex ENDP

byte_to_dec PROC near
    push CX
    push DX
    push ax
    xor AH,AH
    xor DX,DX
    mov CX,10
loop_bd:
    div CX
    or DL,30h
    mov [SI],DL
    dec SI
    xor DX,DX
    cmp AX,10
    jae loop_bd
    cmp AL,00h
    je end_l
    or AL,30h
    mov [SI],AL
end_l:
    pop ax
    pop DX
    pop CX
    ret
byte_to_dec ENDP


convert_to_decimal proc near
    ; ax - paragraph
    ; si - low digit of result
    push bx
    push dx

    mov bx, 16
    mul bx ; convert to num of bytes
```

```
    mov bx, 10
    convert:
        div bx
        add dl, '0'
        mov [si], dl
        dec si
        xor dx, dx
        cmp ax, 0000h
        jne convert

    pop dx
    pop bx
    ret
convert_to_decimal endp

print proc near
    ; dx - offset of message
    push ax
    mov ah, 09h
    int  21h
    pop ax
    ret
print endp


print_available_memory proc near
    mov ah, 4Ah
    mov bx, 0ffffh
    int 21h ; now bx contains size of available memory

    mov si, offset available_memory_msg
    add si, 33

    mov ax, bx
    call convert_to_decimal

    mov dx, offset available_memory_msg
    call print
    ret
print_available_memory endp

print_extended_memory proc near
    mov AL,30h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov BL,AL

    mov AL,31h
    out 70h,AL
    in AL,71h
    mov bh, al

    mov ax, bx
    mov si, offset extended_memory_msg
    add si, 33

    call convert_to_decimal
```

```
    mov dx, offset extended_memory_msg
    call print
    ret
print_extended_memory endp

set_mcb_address proc near
    ; ax - address
    push di
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 12
    call wrd_to_hex
    pop di
    ret
set_mcb_address endp

set_pcp_owner proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push di
    mov ax, es:[1]
    mov di, offset mcb_msg
    add di, 27
    call wrd_to_hex
    pop di
    pop ax
    ret
set_pcp_owner endp

set_size proc near
    ; es - address of mcb
    push si
    push ax

    mov si, offset mcb_msg
    add si, 45
    mov ax, es:[3]
    call convert_to_decimal

    pop ax
    pop si
    ret
set_size endp

set_sc proc near
     push di
     push ax
     push bx

    mov di, offset mcb_msg
    add di, 54
    mov si, 8
    sc_write:
     mov bx, es:[si]
     mov [di], bx
     add si, 2
     add di, 2
     cmp si, 16
```

```
      jb sc_write

    pop bx
    pop ax
    pop di
    ret
set_sc endp

print_mcb proc near
    ; es - address of mcb
    push ax
    push dx

    mov ax, es
    call set_mcb_address
    call set_pcp_owner
    call set_size
    call set_sc
    mov dx, offset mcb_msg
    call print

    pop dx
    pop ax
    ret
print_mcb endp

print_memory_control_blocks proc near
    ; get address of first block
    mov ah, 52h
    int 21h
    mov es, es:[bx-2]

    print_msbs:
        call print_mcb
        mov ah, es:[0]
        cmp  ah,  5Ah
        je end_
        mov  ax,  es
        add ax, es:[3]
        inc ax
        mov  es,  ax
        jmp print_msbs

    end_:

    ret
print_memory_control_blocks endp


free_memory proc near
    push ax
    push bx
    push dx

    lea ax, finish_program
    mov bx, 10h
    xor dx, dx
    div bx
```

```
    inc ax

    start_free:
        mov bx, ax
        xor ax, ax
        mov ah, 4ah
        int 21h

    pop dx
    pop bx
    pop ax
    ret
free_memory endp

request_memory proc near
    ; bx - size of requested memory
    push ax

    mov ah, 48h
    int 21h
    jnc end_proc

    handle_error:
        push dx
        mov dx, offset error_msg
        call print
        pop dx

    end_proc:
        pop ax

    ret
request_memory endp


begin:
    call print_available_memory
    call print_extended_memory
    mov bx, 1000h
    call request_memory
    call free_memory
    call print_memory_control_blocks


    xor al, al
    mov ah, 4Ch
    int 21h

finish_program:

TESTPC ENDS
END start
```