

Организация подпрограмм

Подпрограмма-некоторый поименованный участок кода программы синтаксически оформленный так, что имеется возможность его вызова из любого места программы.

Назначение подпрограмм:

- 1. Программирование на более высоком уровне.**
- 2. Уменьшение размеров программы.**

Организация подпрограмм

С целью создания возможности организации подпрограмм в архитектуру УМ включены специальные средства:

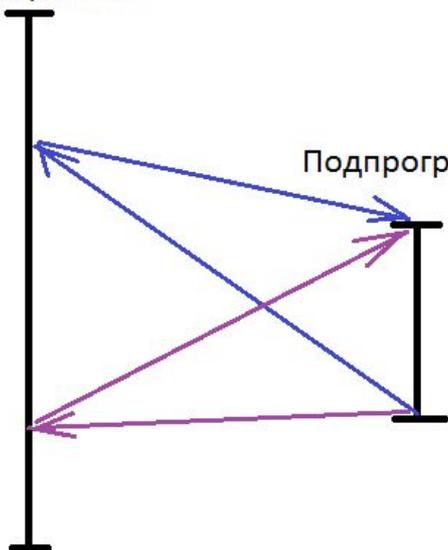
- регистр связи L;**
- команда " Переход к подпрограмме " (jsub);**
- команда " Возврат из подпрограммы" (rsub);**
- посылочные команды ldl и stl.**

Организация подпрограмм

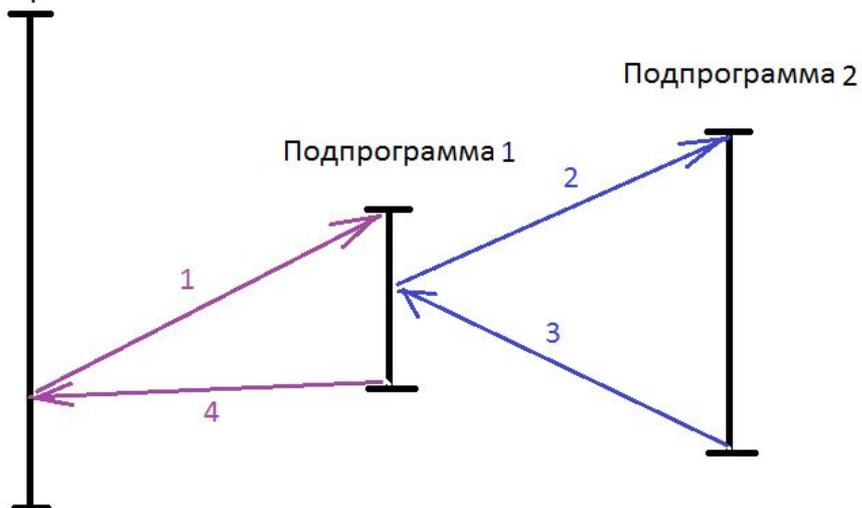
Проблемы при работе с подпрограммами:

1. Связь по управлению

Основная программа



Основная программа



2. Связь по данным

Связь по управлению

Пример иллюстрирует организацию обращения к подпрограмме

```
// Ex41.cpp
#include "stdafx.h"
int v;
void inc()
{
    v++;
}
int main()
{
    v = 1;
    inc();
    inc();
    return 0;
}
```

H Ex41	Ex41	start	0
T 000	00000D	lda	c1
T 003	0C0010	sta	v
T 006	480013	jsub	inc
T 009	480013	jsub	inc
T 00C	FF	hlt	
; данные			
T 00D	000001	c1	word 1
T 010		v	resb 3
; подпрограмма inc			
T 013	000010	inc	lda v
T 016	18000D		add c1
T 019	0C0010		sta v
T 01C	4C		rsub
E 000		end	Ex41

Связь по данным

Существуют следующие основные способы передачи данных между программными единицами:

- передача данных через регистры (A и X);**
- использование общих переменных;**
- использование механизма формальных и фактических параметров.**

Связь по данным

Пример передачи параметров к подпрограмме по адресу

```
H Ex42
T 000 480019
T 003 000013
T 006 480019
T 009 000016
T 00C 480019
T 00F 000013
T 012 FF
T 013 000005
T 016 000007
T 019 AC21
T 01B 048000
T 01E 008000
T 021 18002F
T 024 0C8000
T 027 AC20
T 029 180032
T 02C AC02
T 02E 4C
T 02F 000001
T 032 000003
E 000
```

```
Ex42 start 0
jsub inc
word v ;адрес v
jsub inc
word w ;адрес w
jsub inc
word v ;адрес v
hlt

; данные
v word 5
w word 7

; подпрограмма inc
inc rmo 1,x ;X="адрес адреса параметра"
ldx 0,x ;X="адрес параметра"
lda 0,x ;A="значение параметра"
add c1 ;A=A+1
sta 0,x ;"параметр" = A
rmo 1,a ; Корректировка
add c3 ;адреса возврата
rmo a,1 ;на длину ТАЗ.
rsub

; данные п/п inc
c1 word 1
c3 word 3
end Ex42
```

```
// Ex42.cpp :
#include "stdafx.h"
int v = 5, w = 7;
void inc(int *i)
{ (*i)++; }
int main()
{
    inc(&v);
    inc(&w);
    inc(&v);
    return 0;
}
```

Связь по данным

Пример передачи параметров к подпрограмме по адресу и по значению

```
H Ex43
T 000 00001F
T 003 0C0009
T 006 480028
T 009
T 00C 000022
T 00F 000022
T 012 0C0018
T 015 480028
T 018
T 01B 000025
T 01E FF
T 01F 00000F
T 022
T 025
T 028 AC21
T 02A 008000
T 02D 048003
T 030 0C8000
T 033 AC20
T 035 18003B
T 038 AC02
T 03A 4C
T 03B 000006
E 000
```

```
Ex43 start 0
lda u;ВЫЗОВ copy(u,v)
sta p11
jsub copy
p11 resb 3
p12 word v
lda v ;ВЫЗОВ copy(v,w)
sta p21
jsub copy
p21 resb 3
p22 word w
hlt

; данные
u word 15
v resb 3
w resb 3

; подпрограмма copy
copy rmo 1,x ;X = "адрес ТА3"
lda 0,x ;A = p1
ldx 3,x ;X = p2
sta 0,x ;p2 = A
rmo 1,a ; Корректировка
add c6 ;адреса возврата
rmo a,1 ;на длину ТА3.
rsub

; данные п/п copy
c6 word 6
end Ex43
```

```
// Ex43.cpp
#include "stdafx.h"
const int u = 15;
int v, w;
void copy(int x, int *y)
{ *y = x; }
int main()
{
copy(u, &v);
copy(v, &w);
return 0;
}
```

Связь по данным

Пример организации подпрограмма, возвращающих значение

```
H Ex44
T 000 00001F
T 003 0C0009
T 006 480028
T 009
T 00C 0C0022
T 00F 000022
T 012 0C0018
T 015 480028
T 018
T 01B 0C0025
T 01E FF

; данные
T 01F 000011
T 022
T 025
; подпрограмма-функция inc
T 028 AC21
T 02A AC20
T 02C 18003B
T 02F AC02
T 031 008000
T 034 180038
T 037 4C

; данные inc
T 038 000001
T 03B 000003
E 000
```

```
Ex44 start 0
lda u ;v=inc(u)
sta p11
jsub inc
p11 resb 3
```

```
lda v ;w=inc(v)
sta p21
jsub inc
p21 resb 3
sta w
hlt
```

```
u word 17
v resb 3
w resb 3
inc rmo l,x ;X="адрес ТАЗ"
rmo l,a ; Корректировка
add c3 ;адреса возврата
rmo a,l ;на длину ТАЗ.
lda 0,x ;A=p1
add c1
rsub

; данные inc
c1 word 1
c3 word 3
end Ex44
```

```
// Ex44.cpp
#include "stdafx.h"
const int u = 10;
int v, w;
int inc(int x)
{
    return x + 1;
}
int main()
{
    v = inc(u);
    w = inc(v);
    return 0;
}
```

Пример

Обработка массива подпрограммой

```
#include "stdafx.h"

void mas_max(int l, int *d, int *max)
{
    int max_l=d[0];
    for (int i =1; i < l; i++)
        if (d[i] > max_l) max_l = d[i];
    *max = max_l;
}

int main()
{
    int d1[5] = { 1,2,1,2,1 };
    int d2[3] = { 1,2,13};
    int max1, max2;
    mas_max(5, d1, &max1);
    mas_max(3, d2, &max2);
    return 0;
}
```

Пример

Обработка массива подпрограммой

```
H ExMas | ExMas start 0
T 000 480037 | jsub MasMax
T 003 00000F | 11 word 15 ;значение 1*3
T 006 000019 | word d1 ;адрес d1
T 009 000031 | word max1 ;адрес max1
T 00C 480037 | jsub MasMax
T 00F 000009 | 12 word 9 ;значение 1*3
T 012 000028 | word d2 ;адрес d2
T 015 000034 | word max2 ;адрес max2
T 018 FF | hlt
| ; данные
T 019 | d1 resb 15
T 028 | d2 resb 9
T 031 | max1 resb 3
T 034 | max2 resb 3
```

Пример

Обработка массива подпрограммой

```

T 037 AC21 | MasMax rmo    1,x ;X="адрес параметра 1 (адрес ТАЗ)"
T 039 008000 |         lda    0,x ;A="значение параметра 1"
T 03C 188003 |         add    3,x ;A=«адрес массива»+«длина массива(A)»
T 03F 0C008A |         sta    ll  ;ll = A(адрес ячейки памяти идущей
                    ; следующей после последнего элемента
массива)
T 042 048003 |         ldx    3,x ;X="адрес параметра d"(адрес начала массива)
T 045 008000 |         lda    0,x ;A="значение параметра d[0]"
T 048 0C008D |         sta    max ;сохранение певрого элемента массива
                    ; в лок. перем.
T 04B AC10   |         rmo    x,a ;i=i+1(X=X+3)
T 04D 180084 |         add    c3  ;X-адрес элемента d[1]
T 050 AC01   |         rmo    a,x
T 052 008000 | rpt     lda    0,x ;A=d[i]
T 055 28008D |         comp   max ;A > max ?
T 058 380061 |         jlt    m   ;Переход, если "меньше".
T 05B 300061 |         jeq    m   ;Переход, если "равно".
T 05E 0C008D |         sta    max ;max=A
T 061 AC10   | m       rmo    x,a ;i=i+1(X=X+3)
T 063 180084 |         add    c3
T 066 AC01   |         rmo    a,x
T 068 28008A |         comp   ll  ;X < ll ?
T 06B 380052 |         jlt    rpt ;Переход, если "да".(Если проверели не все
                    ;элементы массива, то возвращаемся в начало цикла)

```

Пример

Обработка массива подпрограммой

```
T 06E AC21 | rmo    1,x  ;X="адрес (адреса параметра max(глобальной)-6)"
T 070 048006 | ldx    6,x  ;X="адрес параметра max(глобальной)"
T 073 00008D | lda    max  ;Сохранение максимального значения в глобальную
T 076 0C8000 | sta    0,x  ;переменную

T 079 AC20 | rmo    1,a  ;Корректировка
T 07B 180087 | add    c9   ;адреса возврата
T 07E AC02 | rmo    a,1  ;на длину ТАЗ.
T 080 4C    | rsub

; данные п/п MasMax
T 081 000001 | c1     word  1
T 084 000003 | c3     word  3
T 087 000009 | c9     word  9
T 08A         | l1     resb  3
T 08D         | max    resb  3
E 000         | end    ExMas
```

Пример

Организация вложенных подпрограмм

```
#include "stdafx.h"
```

```
void inc(int *i)
```

```
{
```

```
(*i)++;
```

```
}
```

```
void inc2(int *i)
```

```
{
```

```
inc(i);
```

```
inc(i);
```

```
}
```

```
int main()
```

```
{
```

```
int v = 5;
```

```
inc2(&v);
```

```
return 0;
```

```
}
```

Пример

Организация вложенных подпрограмм

H	VPod	VPod	start	0
T	000	48000A	jsub	inc2
T	003	000007	word	v ;адрес v
T	006	FF	hlt	
			; данные	
T	007	000005	v	word 5
			; подпрограмма inc2	
T	00A	AC21	inc2	rmo 1,x ;X="адрес адреса параметра"
T	00C	008000		lda 0,x ;A="адрес параметра"
T	00F	0C0020		sta v1
T	012	0C0026		sta v2
T	015	AC20		rmo 1,a ; Корректировка
T	017	18004B		add c3 ;адреса возврата
T	01A	0C002F		sta l1 ;на длину ТАЗ. Сохранение регистра L
T	01D	480032	jsub	inc
T	020		v1	resb 3 ;адрес параметра
T	023	480032	jsub	inc
T	026		v2	resb 3 ;адрес параметра
T	029	00002F		lda l1
T	02C	AC02		rmo a,1 ; Восстановление регистра L
T	02E	4C	rsub	
			; данные п/п inc2	
T	02F		l1	resb 3

Пример

Организация вложенных подпрограмм

```
T 032 AC21 | ; подпрограмма inc
T 034 048000 | inc rmo 1,x ;X="адрес адреса параметра"
T 037 008000 | ldx 0,x ;X="адрес параметра"
T 03A 180048 | lda 0,x ;A="значение параметра"
T 03D 0C8000 | add c1 ;A=A+1
T 040 AC20 | sta 0,x ;"параметр" = A
T 042 18004B | rmo 1,a ; Корректировка
T 045 AC02 | add c3 ;адреса возврата
T 047 4C | rmo a,1 ;на длину ТАЗ.
| rsub
| ; данные п/п inc
T 048 000001 | c1 word 1
T 04B 000003 | c3 word 3
E 000 | end VPod
```