Проект
«Эмулятор микрокалькулятора «Электроника МК-61s mini»
https://github.com/UN7FGO/MK61S_MINI

Руководство по работе с терминалом

Подключение к терминалу производится через последовательный порт ПК при помощи любой программы терминала, например Putty, TeraTerm или терминала ArduinoIDE. Характеристики соединения:

- 115200 Bod
- 8 bit + 1 bit четности

Предпочтительный размер окна терминала, 40 строк по 80 символов в строке.

Небольшое лирическое отступление, о терминале и том, что мы в нем наделали

Ввиду того, что само устройство, как и оригинал, не обладают большим дисплеем и не в состоянии отображать много информации одновременно, было решено создать инструмент, который позволит получить доступ к “внутреннему миру” устройства в более комфортном виде. Для этих целей и был выбран терминал, как наиболее простой и интуитивный способ общения с устройством.

Терминал дает возможность доступа к внутренней информации устройства, которая в оригинале была скрыта от пользователя или представлена в совсем уж минималистичном виде.

При работе с устройством, необходимо помнить, что его внутренняя организация, отличается от привычной нам. Программируемые калькуляторы 80-х годов прошлого века, создавались по Гарвардской архитектуре. Это означает, что память программы и память данных, это два разных устройства. В нашем случае, эта память не только разная, но она и организована по разному. Так, если память программы имеет байтовую организацию, то память данных имеет структуру вещественного числа и содержит мантиссу и порядок числа.

Для удобства работы с программным кодом, мы ввели в терминал, возможность работы с программным кодом, на языке ассемблера. Однако и тут у нас не обошлось без нюансов, связанных со структурой команд самого программируемого калькулятора. Особенность заключается в том, что в коде калькулятора переход на указанный адрес происходит в случае НЕВЫПОЛНЕНИЯ условия. В связи с чем команды языка ассемблера выглядят “зеркальными” к обозначениям на нажимаемых кнопках устройства.

Система команд микрокалькулятора, в классическом представлении, выглядит следующим образом:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	,	/-/	ВП	Cx	В↑	F Bx
1	+	-	×	÷	↔	F 10^x	F e^x	F lg	F ln	F arcsin	F arccos	F arctg	F sin	F cos	F tg	
2	F π	F $\sqrt{}$	F x^2	F 1/x	F x^y	F ◯	К +	К -	К ×	К ÷	К ↔					
3	К 3	К 4	К 5	К 6	К 7	К 8	К 9	К ,	К /-/	К ВП	К Cx	К В↑				
4	П 0	П 1	П 2	П 3	П 4	П 5	П 6	П 7	П 8	П 9	П A	П B	П C	П Д	П ↑	
5	С/П	БП	В/О	ПП	К НОП	К 1	К 2	F X≠0	F L2	F X≥0	F L3	F L1	F X<0	F L0	F X=0	
6	ИП 0	ИП 1	ИП 2	ИП 3	ИП 4	ИП 5	ИП 6	ИП 7	ИП 8	ИП 9	ИП A	ИП B	ИП C	ИП Д	ИП ↑	
7	К X≠0 0	К X≠0 1	К X≠0 2	К X≠0 3	К X≠0 4	К X≠0 5	К X≠0 6	К X≠0 7	К X≠0 8	К X≠0 9	К X≠0 A	К X≠0 B	К X≠0 C	К X≠0 Д	К X≠0 ↑	
8	К БП 0	К БП 1	К БП 2	К БП 3	К БП 4	К БП 5	К БП 6	К БП 7	К БП 8	К БП 9	К БП A	К БП B	К БП C	К БП Д	К БП ↑	
9	К X≥0 0	К X≥0 1	К X≥0 2	К X≥0 3	К X≥0 4	К X≥0 5	К X≥0 6	К X≥0 7	К X≥0 8	К X≥0 9	К X≥0 A	К X≥0 B	К X≥0 C	К X≥0 Д	К X≥0 ↑	
A	К ПП 0	К ПП 1	К ПП 2	К ПП 3	К ПП 4	К ПП 5	К ПП 6	К ПП 7	К ПП 8	К ПП 9	К ПП A	К ПП B	К ПП C	К ПП Д	К ПП ↑	
B	К П 0	К П 1	К П 2	К П 3	К П 4	К П 5	К П 6	К П 7	К П 8	К П 9	К П A	К П B	К П C	К П Д	К П ↑	
C	К X<0 0	К X<0 1	К X<0 2	К X<0 3	К X<0 4	К X<0 5	К X<0 6	К X<0 7	К X<0 8	К X<0 9	К X<0 A	К X<0 B	К X<0 C	К X<0 Д	К X<0 ↑	
D	К ИП 0	К ИП 1	К ИП 2	К ИП 3	К ИП 4	К ИП 5	К ИП 6	К ИП 7	К ИП 8	К ИП 9	К ИП A	К ИП B	К ИП C	К ИП Д	К ИП ↑	
E	К X=0 0	К X=0 1	К X=0 2	К X=0 3	К X=0 4	К X=0 5	К X=0 6	К X=0 7	К X=0 8	К X=0 9	К X=0 A	К X=0 B	К X=0 C	К X=0 Д	К X=0 ↑	
F																

Та же система команд, на языке ассемблера, выглядит так:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	dot	neg	pow10	clr	push	preX
1	add	sub	mul	div	swap	e10	exp	lg	ln	asin	acos	atg	sin	cos	tg	?
2	pi	sqrt	sqr	rec	pow	rot	toM	?	?	?	toMS	?	?	?	?	?
3	inMS	mod	sgn	inM	int	frc	max	and	or	xor	not	rnd	?	?	?	?
4	sto0	sto1	sto2	sto3	sto4	sto5	sto6	sto7	sto8	sto9	stoA	stoB	stoC	stoD	stoE	?
5	hlt	jmp	ret	call	nop	?	?	jz	rpt2	jlz	rpt3	rpt1	jme	rpt0	jnz	?
6	ld0	ld1	ld2	ld3	ld4	ld5	ld6	ld7	ld8	ld9	ldA	ldB	ldC	ldD	ldE	?
7	jz[0]	jz[1]	jz[2]	jz[3]	jz[R4]	jz[5]	jz[6]	jz[7]	jz[8]	jz[9]	jz[A]	jz[B]	jz[C]	jz[D]	jz[E]	?
8	jmp[0]	jmp[1]	jmp[2]	jmp[3]	jmp[4]	jmp[5]	jmp[6]	jmp[7]	jmp[8]	jmp[9]	jmp[A]	jmp[B]	jmp[C]	jmp[D]	jmp[E]	?
9	jlz[0]	jlz[1]	jlz[2]	jlz[3]	jlz[4]	jlz[5]	jlz[6]	jlz[7]	jlz[8]	jlz[9]	jlz[A]	jlz[B]	jlz[C]	jlz[D]	jlz[E]	?
A	call[0]	call[1]	call[2]	call[3]	call[4]	call[5]	call[6]	call[7]	call[8]	call[9]	call[A]	call[B]	call[C]	call[D]	call[E]	?
B	sto[0]	sto[1]	sto[2]	sto[3]	sto[4]	sto[5]	sto[6]	sto[7]	sto[8]	sto[9]	sto[A]	sto[B]	sto[C]	sto[D]	sto[E]	?
C	jme[0]	jme[1]	jme[2]	jme[3]	jme[4]	jme[5]	jme[6]	jme[7]	jme[8]	jme[9]	jme[A]	jme0[B]	jme[C]	jme[D]	jme[E]	?
D	ld[0]	ld[1]	ld[2]	ld[3]	ld[4]	ld[5]	ld[6]	ld[7]	ld[8]	ld[9]	ld[A]	ld[B]	ld[C]	ld[D]	ld[E]	?
E	jnz[0]	jnz[1]	jnz[2]	jnz[3]	jnz[R4]	jnz[5]	jnz[6]	jnz[7]	jnz[8]	jnz[9]	jnz[A]	jnz[B]	jnz[C]	jnz[D]	jnz[E]	?
F	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

По вертикали первая цифра кода команды, по горизонтали вторая.

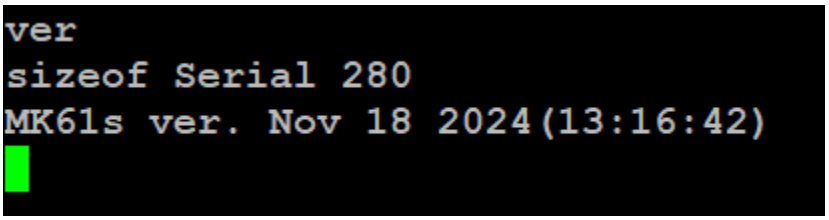
Небольшое пояснение, как были выбраны наименования команд, с учетом “инверсии” работы команд калькулятора.

Команда калькулятора	Команда языка ассемблера	Примечание
БП	JMP	Jump
ПП	CALL	Call
В/О	RET	Return
СП	HLT	Halt
П->X	STO	Store
X<-П	LD	Load
X≠0	JZ	Jump Zero
X≥0	JLZ	Jump Loss Zero
X<0	JME	Jump More or Equal

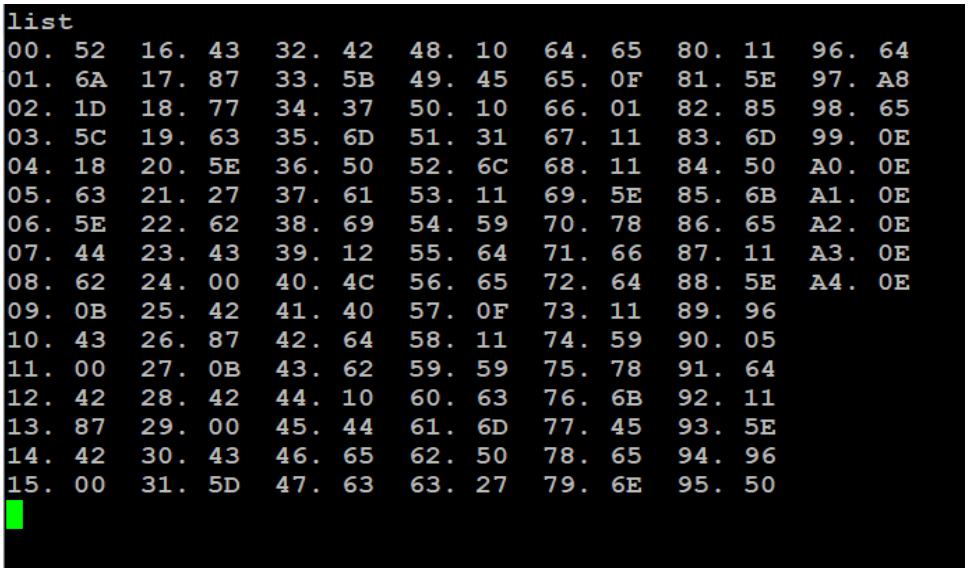
X=0	JNZ	Jump No Zero

Описание команд терминала МК-61s-mini

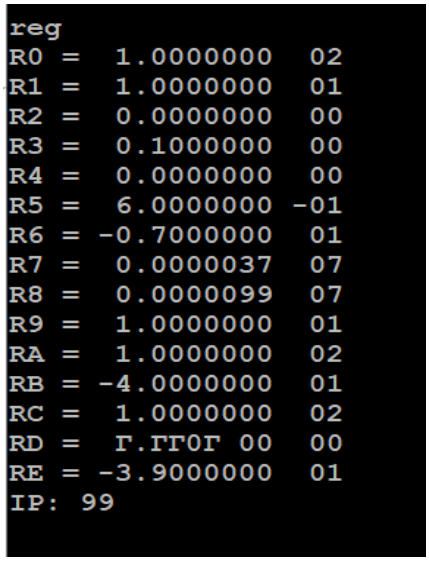
ver - версия ПО калькулятора



list - выводит содержимое программной памяти МК-61s-mini в шестнадцатеричном виде, с указанием адреса ячейки памяти.



reg - выводит значение всех регистров памяти МК-61s-mini, в формате оригинального МК-61.



stk - (Stack) выводит текущее состояние стека МК-61-s-mini. Состояние регистров стека, отображается так, как оно выглядит в микрокалькуляторе.

```
stk
X1 =  6.0000000 -01
T  =  0.0000000  00
Z  =  0.0000000  00
Y  =  0.0000000  00
X  =  0.0000000  00
IP =  99
```

1302 - вывод содержимого регистра R К145ИК1302

```
1302
F08F00F08F08F08F08F08000F00F02F9FF9051C32F
```

asm - ассемблирование строки текста и ввод программы из этой строки (терминала) в программную память МК-61s-mini. **Обязательно за словом asm размещать один пробел!** В конце строки так же ставится завершающий пробел. Применяемые мнемоники могут быть просмотрены по запросу, командой ISA.

isa - выводит список мнемонических кодов доступных для ввода программы МК-61s-mini из терминала

```
isa
00 0        01 1        02 2        03 3        04 4
05 5        06 6        07 7        08 8        09 9
0A dot      0B neg      0C pow10    0D clr      0E push
0F preX     10 add      11 sub      12 mul      13 div
14 swap     15 e10      16 exp      17 lg       18 ln
19 asin     1A acos     1B atg      1C sin      1D cos
1E tg       1F ?        20 pi       21 sqrt     22 sqr
23 rec      24 pow      25 rot      26 toM      27 ?
28 ?        29 ?        2A toMS     2B ?        2C ?
2D ?        2E ?        2F ?        30 inMS     31 mod
32 sgn      33 inM      34 int      35 frc      36 max
37 and      38 or       39 xor      3A not      3B rnd
3C ?        3D ?        3E ?        3F ?        40 sto0
41 sto1     42 sto2     43 sto3     44 sto4     45 sto5
46 sto6     47 sto7     48 sto8     49 sto9     4A stoA
4B stoB     4C stoC     4D stoD     4E stoE     4F ?
50 hlt      51 jmp      52 ret      53 call     54 nop
```

lasm (List Assembler) - позволяет вывести в терминал содержимое программной памяти, с мнемонической расшифровкой содержимого ячеек, в формате - [адрес] [содержимое ячейки памяти] [мнемоника]

```
lasm
0000 52 ret         0030 43 sto3        0060 63             0090 05 5
0001 6A ldA         0031 5D rpt0  42    0061 6D ldD         0091 64 ld4
0002 1D cos         0032 42             0062 50 hlt         0092 11 sub
0003 5C jme   18    0033 5B rpt1  37    0063 27 ?           0093 5E jnz   96
0004 18             0034 37             0064 65 ld5         0094 96
0005 63 ld3         0035 6D ldD         0065 0F preX        0095 50 hlt
0006 5E jnz   44    0036 50 hlt         0066 01 1           0096 64 ld4
0007 44             0037 61 ld1         0067 11 sub         0097 A8 call[8]
0008 62 ld2         0038 69 ld9         0068 11 sub         0098 65 ld5
0009 0B neg         0039 12 mul         0069 5E jnz   78    0099 0E push
0010 43 sto3        0040 4C stoC        0070 78             00A0 0E push
0011 00 0           0041 40 sto0        0071 66 ld6         00A1 0E push
0012 42 sto2        0042 64 ld4         0072 64 ld4         00A2 0E push
0013 87 jmp[7]      0043 62 ld2         0073 11 sub         00A3 0E push
0014 42 sto2        0044 10 add         0074 59 jl    78    00A4 0E push
0015 00 0           0045 44 sto4        0075 78
0016 43 sto3        0046 65 ld5         0076 6B ldB
0017 87 jmp[7]      0047 63 ld3         0077 45 sto5
0018 77 jz[7]       0048 10 add         0078 65 ld5
0019 63 ld3         0049 45 sto5        0079 6E ldE
0020 5E jnz   27    0050 10 add         0080 11 sub
0021 27             0051 31 mod         0081 5E jnz   85
0022 62 ld2         0052 6C ldC         0082 85
0023 43 sto3        0053 11 sub         0083 6D ldD
0024 00 0           0054 59 jl    64    0084 50 hlt
0025 42 sto2        0055 64             0085 6B ldB
0026 87 jmp[7]      0056 65 ld5         0086 65 ld5
0027 0B neg         0057 0F preX        0087 11 sub
0028 42 sto2        0058 11 sub         0088 5E jnz   96
0029 00 0           0059 59 jl    63    0089 96
```

hout (Hex Output) - выдает содержимое памяти микрокалькулятора в виде строки, содержащей начальный адрес и данные в виде набора двухсимвольных шестнадцатеричных чисел.

```
hout
0000 526A1D5C18635E44620B43004287420043877635E276243
0024 0042870B4200435D425B376D506169124C40646210446563
0048 104510316C115964650F1159636D5027650F0111115E7866
0072 641159786B45656E115E856D506B65115E960564115E9650
0096 64A8650E0E0E0E0E0E9B
```

hin [адрес] [значение] (Hex Input) - помещает указанное значение по указанному адресу. Адрес указывается в четырехзначном формате. Значение указывается в двузначном-шестнадцатеричном виде.

```
hin 0000 526A1D5C18635E44620B43004287420043877635E276243
parsing address 0

52,6A,1D,5C,18,63,5E,44,62,B,43,0,42,87,42,0,43,87,77,63,5E,27,62,43,
Stream recived!
```

Данные для команды **hin**, могут быть получены командой **hout**, что позволит вам поделиться своей программой с другим человеком.

pub (Publication) - выводит в терминал содержимое памяти микрокалькулятора, в формате, подобном формату публикации программ в журналах.

```
pub
00. В/О       30. Х->П3     60. 63        90. 5
01. П->ХА     31. FL0       61. П->ХД     91. П->Х4
02. Fcos      32. 42        62. С/П       92. -
03. Fx<0      33. FL1       63. ?         93. Fx=0
04. 18        34. 37        64. П->Х5     94. 96
05. П->Х3     35. П->ХД     65. Вх        95. С/П
06. Fx=0      36. С/П       66. 1         96. П->Х4
07. 44        37. П->Х1     67. -         97. РЪПП8
08. П->Х2     38. П->Х9     68. -         98. П->Х5
09. /-/       39. *         69. Fx=0      99. В^
10. Х->П3     40. Х->ПС     70. 78        А0. В^
11. 0         41. Х->П0     71. П->Х6     А1. В^
12. Х->П2     42. П->Х4     72. П->Х4     А2. В^
13. КБП7      43. П->Х2     73. -         А3. В^
14. Х->П2     44. +         74. Fx>=0     А4. В^
15. 0         45. Х->П4     75. 78
16. Х->П3     46. П->Х5     76. П->ХВ
17. КБП7      47. П->Х3     77. Х->П5
18. Кх‡0 7    48. +         78. П->Х5
19. П->Х3     49. Х->П5     79. П->ХЕ
20. Fx=0      50. +         80. -
21. 27        51. |x|       81. Fx=0
22. П->Х2     52. П->ХС     82. 85
23. Х->П3     53. -         83. П->ХД
24. 0         54. Fx>=0     84. С/П
25. Х->П2     55. 64        85. П->ХВ
26. КБП7      56. П->Х5     86. П->Х5
27. /-/       57. Вх        87. -
28. Х->П2     58. -         88. Fx=0
29. 0         59. Fx>=0     89. 96
```

dump - позволяет вывести содержимое программной памяти в виде последовательности шестнадцатеричных цифр.

```
dump
52  6A  1D  5C  18  63  5E  44  62  0B  43  00  42  87  42  00
43  87  77  63  5E  27  62  43  00  42  87  0B  42  00  43  5D
42  5B  37  6D  50  61  69  12  4C  40  64  62  10  44  65  63
10  45  10  31  6C  11  59  64  65  0F  11  59  63  6D  50  27
65  0F  01  11  11  5E  78  66  64  11  59  78  6B  45  65  6E
11  5E  85  6D  50  6B  65  11  5E  96  05  64  11  5E  96  50
64  A8  65  0E  0E  0E  0E  0E  0E
```

poke [имя регистра стека] [значение] - помещает указанное значение в указанный регистр стека. Имя регистра, указывается в виде одной буквы (X, Y, Z, T). Значение указывается в нормализованном формате, с указанием порядка числе, через латинскую букву “e”.

```
poke X 1.25e02
31h 1,32h 2,35h 5,
value '12500000' mpow 1
30h 0,32h 2,
value 12500000 pow 2

poke Y 3.14e02
33h 3,31h 1,34h 4,
value '31400000' mpow 1
30h 0,32h 2,
value 31400000 pow 2
```

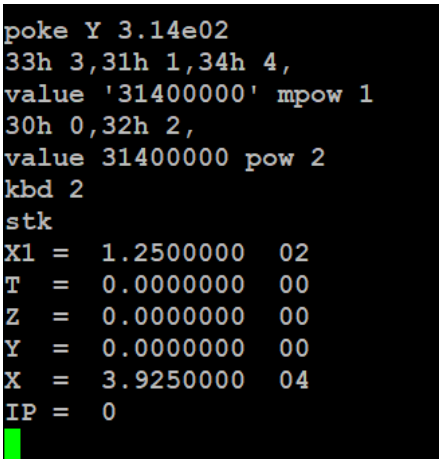
kbd [код команды] - эмулирует нажатие на клавиатуры комбинации клавиш с указанным скан-кодом. **[код команды]** указывается в шестнадцатеричном формате и не может превышать 27h. Скан-коды клавиш можно увидеть на приложенной картинке.

MENU 27 ESC	22 ←	1D ОК	18 →	13 [USER]	E P	9 ГРД	4 Г
F 26	X<0 21 ШГ→	L0 1C П→X	sin [x] 17 7	cos {x} 12 8	tg max D 9	√‾ 8 −	1/x 3 ÷
25 K	X=0 20 ←ШГ	L1 1B X→П	sin⁻¹ |x| 16 4	cos⁻¹ ЗН 11 5	tg⁻¹ C 6	π 7 +	X² 2 ×
24 ↑↓	X≥0 1F В/О	L2 1A БП	eˣ 15 1	lg 10 2	ln B 3	xʸ 6 ↔	Bx СЧ 1 e B↑
23 A↑	X≠0 1E С/П	L3 19 ПП	10ˣ НОП 14 0	↻ ^ F a ·	АВТ v A b /−/	ПРГ ⊕ 5 c ВП	CF ИНВ 0 d Cx

Однако нужно иметь ввиду, что при попытке вызова меню, командой терминала (kbd 27), терминал становится на паузу и пока вы не выйдете из сервисного меню на устройстве, продолжить работу с терминалом не получится.

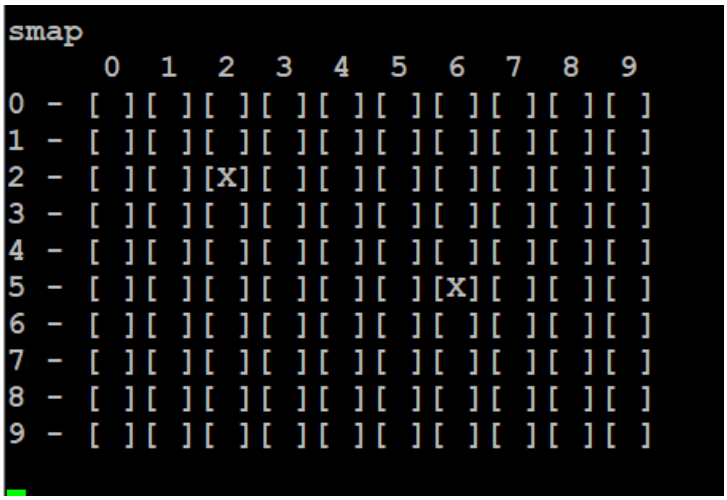
Пример комбинации действий терминала.

```
poke X 1.25e02
poke Y 3.14e02
kbd 2
stk
```



Вводим в регистр стека X значение 125. Вводим в регистр стека Y значение 314. Имитируем нажатие клавиши [умножить]. Просматриваем результат в регистре стека X. Результат этих действий также отображается на дисплее устройства в виде цифры 39250.

smap (Slot Map) - для быстрой оценки занятости SPI FLASH памяти и поиска свободных слотов, отображает матрицу слотов в формате 10x10, с указанием занятых.

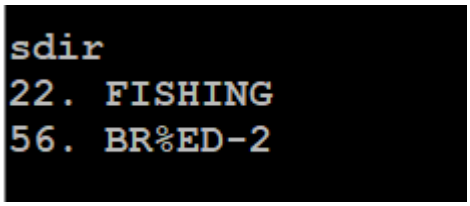


snm [номер слота] [имя слота] - присваивает слоту, в SPI FLASH памяти, с указанным номером, указанное имя. Номер слота - двузначное десятичное число. Имя слота - строка состоящая из латинских букв, цифр или символов, длиной не более 14 символов.

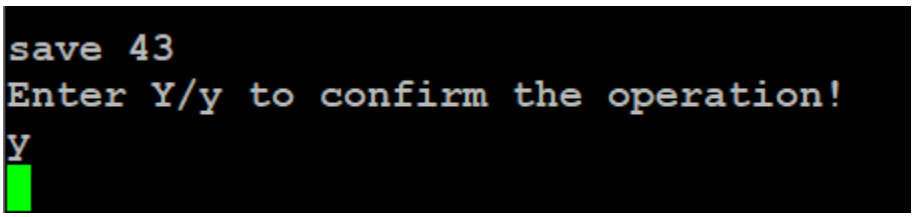
Пример:

```
sname 01 BE-HAPPY
sname 22 FISHING
```

sdir (Slot Directory) - отображает список занятых слотов SPI FLASH памяти, с его имени.



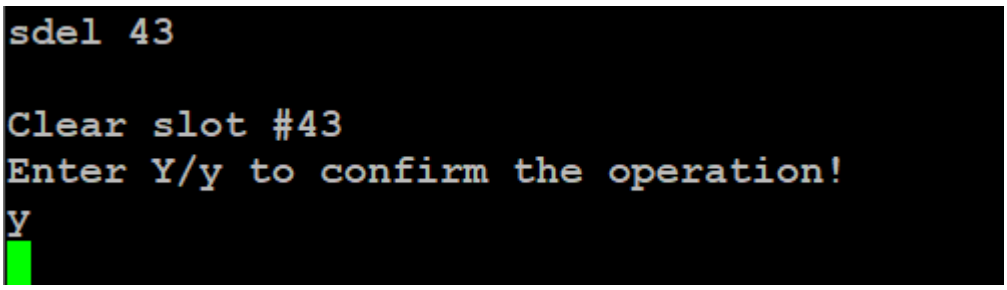
save [номер слота] - сохранение программы, из памяти МК-61s-mini в указанный слот, внешней SPI FLASH памяти. Номер слота - двузначное десятичное число. Если слот уже занят другой программой, то спрашивает подтверждение действия - Y / N.



load [номер слота] - чтение программы в память МК-61s-mini из указанного слота, внешней SPI FLASH памяти. Номер слота - двузначное десятичное число. Если указанный слот пустой, то сообщает об этом звуковым сигналом.

sera (Slots Erase) - Удаляет содержимое всех слотов, в SPI FLASH памяти, помечает их как свободные и стирает их имена . Перед удалением, спрашивает подтверждение действия - Y / N.

sdel [номер слота] (Slot Delete) - помечает указанный слот, в SPI FLASH памяти, незанятым и удаляет имя слота. Номер слота - двузначное десятичное число. Перед удалением, спрашивает подтверждение действия - Y / N. Если указанный слот пустой, то сообщает об этом.



run - запуск выполнения программы на устройстве. Аналогично последовательности нажатия клавиш F АВТ, В/О, С/П. По окончании выполнения программы, в терминал выдается соответствующее сообщение.

exec - шаг по программе МК-61s-mini в режиме отладки - эквивалентно нажатию клавиши ПП

clr - очищает программную память. Действие требует подтверждения со стороны пользователя, отправкой символа “Y”. Отменить данную операцию не представляется возможным.

rst - перезагрузка микроконтроллера

dfu - переход в режим загрузки микроконтроллера по DFU (Device Firmware Uploader или Device Firmware Upgrade).

disa - включение/выключение режима дизассемблера, во всех режимах работы калькулятора, а не только в режиме ввода программы ПРГ