

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА**

**Вычислительный центр
ФРАНК Л.С, РАМИЛЬ АЛЬВАРЕС Х.**

**ПОДПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ
ЗНАЧЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННЫХ
ИНТЕГРАЛОВ ДЛЯ ИП-2.**

**Серия:
Математическое обслуживание
машины «Сетунь»**

**Под общей редакцией Е. А. Жоголева
Выпуск 3**

Москва — 1964 г.

Содержание

Предисловие	3
§1. Обращение в подпрограмме	3
§2. Некоторые требования к информации	5
§3. Описание метода, реализованного в подпрограмме ..	7
§4. Блок-схема подпрограммы	12
§5. Ввод подпрограммы	15
§6. Таблица остановов	16
Литература:	17
Подпрограмма:	18

Предисловие

Подпрограмма вычисления значений определенных интегралов была разработана и составлена в 1961 г. Франком Л.С. В связи с некоторыми изменениями, произведенными в машине "Сетунь", подпрограмму потребовалось несколько изменить. Эту работу выполнил Рамиль Альварес Х. В процессе проверки этой подпрограммы им обнаружены некоторые неточности в ее первоначальном варианте и внесены в связи с этим соответствующие изменения в алгоритм. Кроме того, в подпрограмме был сделан ряд изменений, приведших к ее сокращению, и был присоединен второй вход в подпрограмму, требующий другую форму задания подпрограммы вычисления подынтегральной функции. В результате всех этих изменений появился новый вариант подпрограммы, значительно отличающийся от первоначального варианта.

§1. Обращение в подпрограмме.

Настоящая подпрограмма предназначена для вычисления значений определенных интегралов при работе в системе ИП-2. Предполагается, что при обращении к данной подпрограмме она вместе с ИП-2 и стандартными подпрограммами действий типа сложения, умножения и деления находится на магнитном барабане и ИП-2 находится в рабочем состоянии [1].

Подпрограмма имеет два входа: J-I и J-II, каждому из которых соответствует свой способ организации подпрограммы вычисления подынтегральной функции (подробнее см. 2.5). Обращение к подпрограмме вычисления значений определенных интегралов имеет следующий вид:

$$\begin{array}{l}
 (x_0): \bar{1} \bar{2} \bar{3} \bar{1} \bar{3} \\
 (x_1): \bar{1} \bar{4} \bar{2} 00 \\
 (x_2): A_j \\
 (x_3): A_f \\
 (x_4): A_a \\
 (x_5): A_b \\
 (x_6): A_h \\
 (x_7): A_\varepsilon \\
 (x_8): A_y
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{обобщенный переход к подпрограмме} \\ \\ \\ \\ \text{информация для подпрограммы} \end{array}$$

A_j – обобщенный адрес соответствующего входа подпрограммы вычисления значений определенных интегралов; при обращении к входу J-I.

$$A_j = 0 \ 22 \ \bar{2} \ \bar{3} (0 \ 22 \ YX),$$

при обращении к входу

$$A_j = 0 \ 2\bar{4} \ \bar{3} 0 (0 \ 2W \ X0),$$

A_f – обобщенный адрес начала подпрограммы вычисления подынтегральной функции;

A_a и A_b – обобщенные адреса значений, соответственно, нижнего и верхнего пределов интегрирования;

A_h – обобщенный адрес значения начального шага интегрирования;

A_ϵ – обобщенный адрес значения погрешности, с которой требуется вычислить значение интеграла;

A_y – обобщенный адрес результата.

В начале работы подпрограммы происходит запоминание состояния зоны Φ_0 оперативной памяти в зону M_0 (при $M_0 <> 0$) магнитного барабана. По окончании работы подпрограммы в зоне Φ_0 оперативной памяти будет находиться зона магнитного барабана, которой соответствует обобщенный адрес A_y .

§2. Некоторые требования к информации.

2.1. Адреса A_a , A_b , A_h и A_ϵ не могут быть обобщенными адресами величин u и v , а также обобщенными адресами оперативной памяти, т.е. если

$$A_z = \Pi_z M_z \Delta_z,$$

где $z \in \{a, b, h, \epsilon\}$, то

$$\Pi_z = 0,$$

$$M_z \neq 0, M_z \neq 1\bar{3}, M_z \neq 1\bar{4};$$

2.2. Величина h начального шага интегрирования должна быть отлична от нуля. Если $h=0$, то в подпрограмме интеграла произойдет останов Ω_3 (см. §4).

2.3. Если заданная величина начального шага интегрирования по модулю больше длины отрезка $[a, b]$, то за начальный шаг берется длина всего отрезка $[a, b]$.

2.4. Вычисляемое по подпрограмме значение подынтегральной функции в нормальном представлении (см. (7.2) в работе [1]) должно быть помещено на место величины u .

Это будет автоматически выполнено, если значения подынтегральной функции получаются в результате обращения к стандартной программе системы ИП-2.

2.5. Каждому входу подпрограммы интеграла соответствуют свои требования на подпрограмму вычисления подынтегральной функции.

При обращении к входу J-1 подпрограмма подынтегральной функции вызывается и выполняется в зоне Φ_1 оперативной памяти. При этом она составляется в системе ИП-2 и заканчивается обобщенным переходом по адресу:

0 22 04,

т.е. пишутся три стандартные строки (обязательно в одной зоне подпрограммы)

$$\left. \begin{array}{l} Z Y3 Z3 \\ Z WY 00 \\ 0 22 04 \end{array} \right\}$$

При обращении к входу J-II подпрограмма подынтегральной функции вызывается и выполняется в зоне Φ_0 оперативной памяти. При этом она должна удовлетворять всем требованиям стандартной программы библиотеки ИП-2 (см. §7 в работе [1]).

Обращение к входу J-I упрощает составление подпрограммы подынтегральной функции (допускается полная интерпретация), но в этом случае вычисление интеграла может занимать больше машинного времени, чем при обращении к входу J-II. Если в программе производятся обращения только к входу J-II подпрограммы вычисления значений определенных интегралов, то одну зону данной подпрограммы, расположенной в зоне 22 магнитного барабана можно считать свободной и использовать в программе для других целей.

§3. Описание метода, реализованного в подпрограмме.

Вычисление значения определенного интеграла производится по квадратурной формуле, которая полу-

чается интегрированием интерполяционного многочлена Лагранжа [2] 3-ей степени для функции $f(x)$ на отрезке $[x_0, x_0 + 3h]$. Остаточный член формулы получается интегрированием погрешности аппроксимации функции $f(x)$ многочленом Лагранжа 3-ей степени. Эта квадратурная формула имеет локальную погрешность порядка h^5 при условии, что $f(x)$ имеет непрерывную производную IV порядка.

$$\left. \begin{aligned} \int_{x_0}^{x_0+3h} f(x) dx = & \frac{3}{8} h [f(x_0) + 3f(x_0+h) + \\ & + 3f(x_0+2h) + 3f(x_0+3h) - 0,045 h^5 f^{IV}(\eta)], \\ & \eta \in [x_0, x_0+3h] \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Если применять формулу (1) на отрезке $[a, a+h]$, разделенному на $3N$ частей ($h'=h/(3N)$), к каждому частичному интервалу (x_{3k}, x_{3k+3}) , то получим:

$$\left. \begin{aligned} \int_a^{a+h} f(x) dx = & \frac{3}{8} h' [f_0 + f_{3N} + \\ & + 3 \sum_{k=1}^N (f_{3k-2} + f_{3k-1}) + 2 \sum_{k=1}^{N-1} f_{3k}] + C((h')^4) \end{aligned} \right\}; \quad (2)$$

Величина $C((h')^4)$ может быть оценена:

$$C((h')^4) = -0,045(h')^5 \sum_{i=1}^N f^{IV}(\eta_i) \approx$$

$$\approx -0,045(h')^4 \int_a^{a+h} f^{IV}(\eta) d\eta.$$

Отсюда

$$|C((h')^4)| \leq 0,045 \cdot h \cdot (h')^4 \cdot \max |f^{IV}(x)|, \quad (3)$$

$$x \in [a, a+h]$$

Возьмем $N=3^m$, где m – номер итерации. Тогда при каждой последующей итерации будет происходить дробление каждого частичного интеграла на три равные части. Приближенное значение интеграла при m -ой итерации обозначим через J_m . При $m=0$ приближенное значение интеграла вычисляется по формуле трапеции, т.е.:

$$J_0 = [f(a) + f(a+h)] \cdot h/2$$

$$J_m = \frac{3}{8} \cdot h \cdot 3^{-m} \cdot \left\{ f(a) + f(a+h) + \right.$$

$$+ 3 \cdot \sum_{k=1}^{3^{m-1}} \left[f(a) + f\left(a + \frac{h}{3^m} \cdot (3k-2)\right) + \right.$$

$$\left. + f\left(a + \frac{h}{3^m} \cdot (3k-1)\right) \right] + 2 \cdot \sum_{k=1}^{3^{m-1}-1} f\left(a + \frac{h}{3^{m-1}} \cdot k\right) \left. \right\}. \quad (4)$$

Обозначим через SJ_m следующее выражение:

$$\left. \begin{aligned}
 SJ_m &= f(a) + f(a+h) + 3 \cdot \sum_{k=1}^{3^{m-1}} \left[f\left(a + \frac{h}{3^m} \cdot (3k-2)\right) + \right. \\
 &+ \left. f\left(a + \frac{h}{3^m} \cdot (3k-1)\right) \right] + 2 \cdot \sum_{k=1}^{3^{m-1}-1} f\left(a + \frac{h}{3^{m-1}} k\right).
 \end{aligned} \right\} (5)$$

и через $SJ_m' = 3^m \cdot SJ_m$, тогда

$$J_m = \frac{3}{8} h SJ_m'.$$

Если ввести еще одно новое обозначение:

$$Sf_m = \sum_{k=1}^{3^{m-1}} \left[f\left(a + \frac{h}{3^m} \cdot (3k-2)\right) + f\left(a + \frac{h}{3^m} \cdot (3k-1)\right) \right],$$

то справедлива следующая рекуррентная формула:

$$SJ_{m+1} = SJ_m - Sf_m + 3Sf_{m+1} \quad (6)$$

Если обозначить $SJ_m - Sf_m$ через S_m , то формула (6) примет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned}
 SJ_{m+1} &= S_m + 3Sf_{m+1} \\
 S_{m+1} &= SJ_{m+1} - Sf_{m+1}
 \end{aligned} \right\} (7)$$

Для $m=0$ формулы (7) нужно доопределить следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} SJ_0 &= \frac{4}{3} [f(a) + f(a+h)] \\ S_0 &= f(a) + f(a+h) \end{aligned} \right\} \quad (7')$$

Формулы (7') и (7) положены в основу алгоритма, реализованного в подпрограмме интеграла. Итерационный процесс на отрезке $[A1, A1+h1]$ заканчивается, если выполняется следующее условие:

$$|SJ'_{m-1} - SJ'_m| < \frac{\varepsilon}{|b-a|}, \quad (8)$$

и в этом случае J_m принимается за значение

$$\int_{A1}^{A1+h1} f(x) dx,$$

а итерационный процесс применяется к отрезку

$$\left[A1+h1, A1+h1+9h\frac{1}{3^m} \right].$$

Если на отрезке $[A1, A1+h1]$ после семи итераций условие (8) не выполнено, то итерационный процесс применяется заново, но уже к отрезку $[A1, A1+h1/3^7]$

§4. Блок-схема подпрограммы.

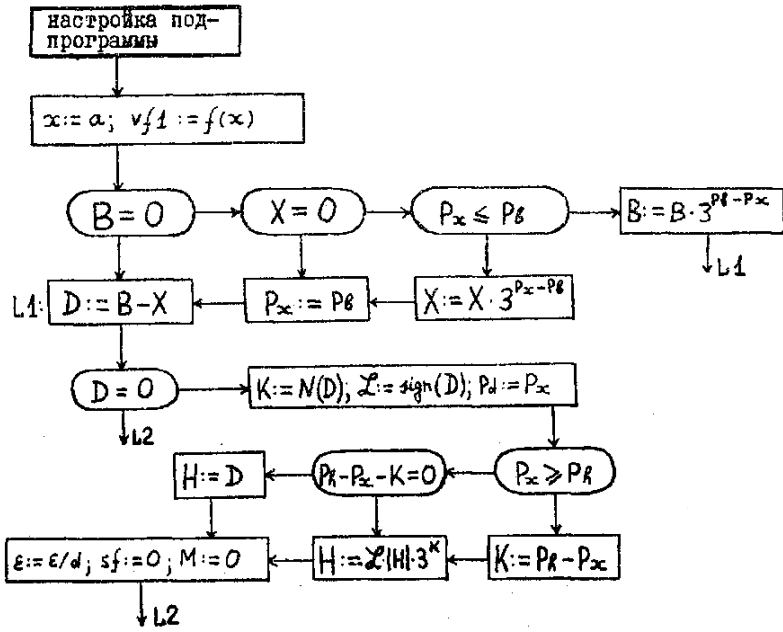
В дальнейшем изложении символы, начинающиеся с заглавных букв*, (например: M , SJ' и т.д.), обозначают величины, представленные с фиксированной запятой. Символы, начинающиеся с маленьких букв, обозначают величины, представленные с плавающей запятой в системе ИП-2. Например:

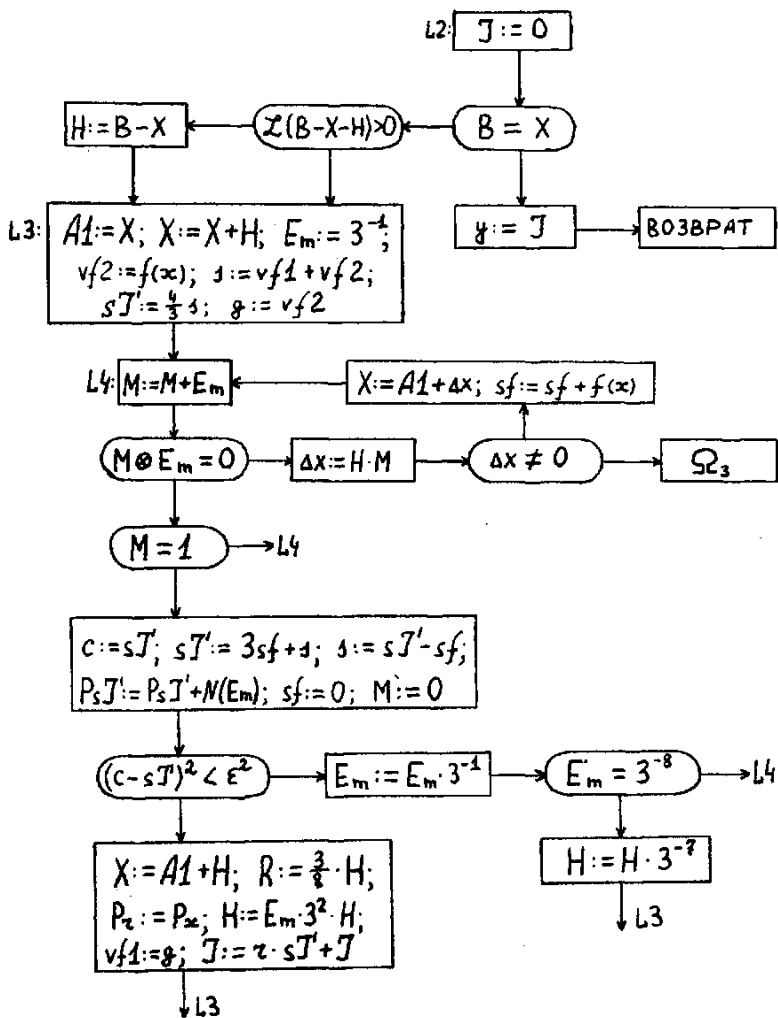
$$sJ' = SJ' \cdot 3^{PsJ'}$$

где SJ' – мантисса величины sJ' , а $P_{sJ'}$ – троичный порядок этой величины (см. §6 в работе [1]). Символ $:=$ означает, что величине, стоящей перед ним, надо присвоить значение выражения, стоящего после него. Группа операторов, заключенная в прямоугольник, обозначает безусловный составной оператор. Символ $\textcircled{B} \rightarrow$ или $\leftarrow \textcircled{B}$ обозначает, что при выполнении условия B нужно продолжать вычисление по вертикально-выходящей стрелке, а при невыполнении – по горизонтально-выходящей стрелке. Символ $N \cdot 3^k$ обозначает машинный сдвиг на k разрядов величины N , а символ \cdot – машинное логическое умножение величин M и E_m ; $N(D)$ обозначает число сдвигов при выполнении машинной операции нормализации величины D .

* Исключение составляет символ J , обозначающий величину с плавающей запятой в системе ИП-2.

Блок-схема подпрограммы:





Как видно из блок-схемы, если $H \cdot M = 0$, то происходит останов Ω_3 . В подпрограмме останов Ω_3 происходит по команде:

0 02 2X

или по команде:

1 30 2X,

при этом величина H будет находится в регистре R , а содержимое регистра C равно

044.

§5. Ввод подпрограммы.

Подпрограмма вычисления значений определенных интегралов, отперфорированная вместе с программой "Ввод с контролем", вводится с фототрансмиттера № I в автоматическом режиме нажатием кнопки "начальный пуск". При правильном вводе всей подпрограммы происходит останов Ω_1 по команде:

0 01 2X.

При неправильном вводе какой-либо зоны происходит останов Ω_2 по команде

0 42 2X.

Для повторения ввода неправильно введенной зоны необходимо на фототрансмиттере №I передвинуть перфоленту на одну зону назад и нажать кнопку "пуск". При повторном неправильном вводе необходимо повторить ввод с самого начала.

§6. Таблица остановов.

Ω_1 – останов при правильной вводе всей подпрограммы.

Ω_2 – останов при неправильном вводе зоны.

Ω_3 – останов при работе подпрограммы, когда

$$H \cdot M = 0$$

Литература:

- [1] Жоголев Е.А. Математическое обслуживание для машины "Сетунь", Отчет ВЦ МГУ, 1961 г.
- [2] Березин И.С. и Жидков Н.П. методы вычислений, т.1, Физматгиз, 1959 г.

Подпрограмма:
Ввод с контролем

Адрес	Команда	Адрес	Команда
П ₀ =0		П ₀ =0	
WW WX 0 00 02 } $\Sigma 88$		02 03 Z 2W XX [2W] \Rightarrow [Ф ₂]	
WY Z Y2 4X } $\Sigma 88$		04 0 21 00 БП P1	
WZ WO 0 00 0W } $\Sigma 2W$		1W 1X 0 41 Z0 M \Rightarrow (F) $\leftarrow 3$	
W1 Z XY X0 } $\Sigma 2W$		1Y 0 13 ZX (F) + e _A \Rightarrow (F)	
W2 W3 0 00 02 } $\Sigma 2X$		1Z 10 0 41 0X (F) \Rightarrow M	
W4 1 11 33 } $\Sigma 2X$		11 0 2X 1X УП-Z P5	
XW XX 0 00 02 } $\Sigma 2Y$		12 13 0 01 2X Ω_1	
XY Z 4W YX } $\Sigma 2Y$		14 0 41 Z0 M \Rightarrow (F) $\leftarrow 4$	
XZ X0 0 00 1W } $\Sigma 2X$		2W 2X 1 01 X0 [BB _{0A}] \Rightarrow [Ф ₂] $\leftarrow 5$	
X1 1 XZ 40 } $\Sigma 2X$		2Y 1 23 X4 [Ф ₂] \Rightarrow [M+23]	
X2 X3 0 00 01 } $\Sigma 20$		2Z 20 Z 23 XY [M+23] \Rightarrow [Ф ₂]	
X4 1 WX 0Z } $\Sigma 20$		21 0 WX Z0 0 \Rightarrow (F) $\leftarrow 1$	
YW YX 0 00 02 } $\Sigma 21$		22 23 0 42 0X (F) \Rightarrow Σ	
YY Z 01 YX } $\Sigma 21$		24 0 ZY ZX (F) - 81e _A \Rightarrow (F) $\leftarrow 6$	
YZ Y0 0 00 0Z } $\Sigma 22$		3W 3X 0 WX 31 (a _i) \Rightarrow (S) $\leftarrow 7$	
Y1 1 X0 0X } $\Sigma 22$		3Y 0 4X Y0 G ₈ (S) на -g \Rightarrow (S)	
Y2 Y3 0 00 00 } <i>в ячейки</i>		3Z 30 0 42 33 (S) + Σ \Rightarrow (S)	
Y4 0 00 00 } <i>в ячейки</i>		31 0 42 Y3 (S) \Rightarrow Σ	
ZW ZX 0 03 00 3e _A		32 33 0 ZX ZX (F) + 3e _A \Rightarrow (F)	
ZY Z 00 00 -81e _A		34 0 3X 1X УП-Z P7	
ZZ Z0 0 41 Z0 M \Rightarrow (F) $\leftarrow 2$		4W 4X 0 20 13 УП-1 P2	
Z1 0 41 ZX (F) + M \Rightarrow (F)		4Y 0 13 Z0 e _A \Rightarrow (F)	
Z2 Z3 0 41 ZX (F) + M \Rightarrow (F)		4Z 40 0 24 00 БП P6	
Z4 0 Y2 3Y (S) - (3M + Y2) \Rightarrow (S)		41 0 21 00 M	
OW OX 0 1X 10 УП-0 P3		42 43 0 00 0Y } Σ	
OY 0 42 2X Ω_2		44 1 2Y W3 } Σ	
OZ 00 0 14 00 БП P4		КС 0 00 02	
O1 0 2W X3 [Ф ₀] \Rightarrow [2W]		Z Y2 4X	

Зона настройки по входам J-I и J-II

Возврат

Зона МБ 2W

Адрес	Команда	Адрес	Команда
П ₀ =1		П ₀ =1	
WW WX Z 4Y 03	$(c) \Rightarrow (d)$	02 03 0 0X 30	$(A \alpha_i) \Rightarrow (S')$
WY Z W3 00	БП $\Gamma^{Bx.I}$	04 1 XY Y3	$(S') \Rightarrow (\theta_1)$
WZ W0 0 2Z 32	A_T	1W 1X Z 4Y 03	} $(A\theta) \Rightarrow \theta$
W1 Z 00 Y1	} $J \Rightarrow (A_y)$	1Y Z W3 00	
W2 W3 0 00 00		A_y	
W4 Z Y3 Z3	$(c) + 3\theta_A \Rightarrow (F)$	11 Z 00 Y1	
XW XX Z WY 00	БП $\Gamma^{Bx.V}$	12 13 0 2Z 3Z	} $(A\alpha) \Rightarrow \alpha$
XY 0 00 00	(θ_1)	14 Z W3 00	
XZ X0 Z 4Y 03	$(c) \Rightarrow (d)$	2W 2X 0 00 00	
X1 Z W3 00	БП $\Gamma^{Bx.I}$	2Y Z 00 Y1	
X2 X3 Z 00 32	A_v	2Z 20 0 2Z 4Z	} $(A\varepsilon) \Rightarrow \varepsilon$
X4 0 1W 20	} $(\alpha_s) \Rightarrow (S)$	21 Z W3 00	
YW YX 1 31 Y3		$(S) \Rightarrow A_f$	
YY Z 4Y 03	$(\alpha_4) \Rightarrow (S)$	24 Z 00 Y1	
YZ Y0 0 20 00	} $(S) \Rightarrow A_a$	3W 3X 0 21 WZ	} $f(x) \Rightarrow v f 1$
Y1 1 2X Y3		$(S) \Rightarrow A_a$	
Y2 Y3 Z 4Y 03	$(\alpha_5) \Rightarrow (S)$	3Z 30 0 2Z 4Z	
Y4 0 20 00	} $(S) \Rightarrow A_b$	31 0 00 00	
ZW ZX 1 10 Y3		$(S) \Rightarrow A_b$	32 33 0 2Y 4Z
ZY Z 4Y 03	$(\alpha_6) \Rightarrow (S)$	34 Z W3 00	} $(AR) \Rightarrow R$
ZZ Z0 0 20 00	} $(S) \Rightarrow A_h$	4W 4X 0 00 00	
Z1 1 4X Y3		$(S) \Rightarrow A_h$	
Z2 Z3 Z 4Y 03	$(\alpha_7) \Rightarrow (S)$	4Z 40 0 2Z 2Z	
Z4 0 20 00	} $(S) \Rightarrow A_\varepsilon$	41 1 31 30	$A_f \Rightarrow (S')$
OW OX 1 23 Y3		$(S) \Rightarrow A_\varepsilon$	42 43 0 YY Y3
OY Z 4Y 03	$(\alpha_8) \Rightarrow (S)$	44 Z WX 00	БП $\Gamma^{Bx.V}$
OZ 00 0 20 00	} $(S) \Rightarrow A_y$	KC 0 00 OW	
01 1 W3 Y3			Z XY X0

Зона МБ 2X

Адрес	Команда	Адрес	Команда
П ₀ =1		П ₀ =1	
WW WX 0 4Z 30	X ⇒ (S') ^{*1}	02 03 Z 4Y Y3	(S') ⇒ (α)
WY 1 XX 10	УП-0 P ⁶	04 0 2Z 30	H ⇒ (S') ← ⁴
WZ W0 0 3Z 30	B ⇒ (S')	1W 1X 1 10 1X	УП-2 P ⁹
W1 1 Y0 10	УП-0 P ⁷	1Y 0 44 40	-(S') ⇒ (S')
W2 W5 0 33 30	P8 ⇒ (S')	1Z 10 Z 4Y Y0	C ₃ β (S') Hα (α) ⇒ (S') ← ⁹
W4 0 43 3X	(S') - P _x ⇒ (S')	11 0 14 40	(S') · Z ⇒ (S')
XW XX 1 X1 1X	УП-2 P ⁸ ← ⁶	12 13 0 2Z Y3	(S') ⇒ H ← ⁵
XY 0 44 40	-(S') ⇒ (S')	14 Z 4Y 03	} $\frac{E}{a} \Rightarrow \epsilon$
XZ X0 1 WX Z0	1XX ⇒ (F)	2W 2X Z W3 00	
X1 Z 4Y Y3	(S') ⇒ (α) ← ⁸	2Y 0 21 WZ	
X2 X3 0 Y2 31	(OY2+(F)) ⇒ (S')	2Z 20 0 1Z WZ	
X4 Z 4Y Y0	C ₃ β (S') Hα (α) ⇒ (S')	21 0 21 WZ	
YW YX 0 Y2 Y4	(S') ⇒ (OY2+(F))	22 23 Z W3 00	
YY 0 3Z 30	B ⇒ (S')	24 Z 00 3Z	
YZ Y0 0 4Z 3X	(S') - X ⇒ (S') ← ⁷	3W 3X 1 2Z 4X	
Y1 1 40 10	УП-0 P ⁴	3Y Z 4Y 3X	
Y2 Y3 Z 4Z Y3	(S') ⇒ V	3Z 30 1 04 10	
Y4 Z 3Z YX	Норн (S') ⇒ U	31 Z 4Z 30	} БП P ⁵
ZW ZX Z 4Y Y3	(S') ⇒ (α)	32 33 1 13 00	
ZY Z 3Z 30	U ⇒ (S')	34 0 00 00	
ZZ Z0 0 44 20	(S') ⊗ 0X000 ⇒ (S')	4W 4X 1 24 Z0	
Z1 0 14 Y3	(S') ⇒ Z	4Y 0 3W 0X	
Z Z3 1 00 3Z	(100 - (F)) ⇒ (S')	4Z 40 Z XX Z0	
Z4 0 43 Y3	(S') ⇒ P _x	41 0 3Z 0X	
OW OX Z 4Y Y3	(S') ⇒ P _y	42 43 0 1Y Z3	
OY 0 23 30	Pk ⇒ (S')	44 0 4X 0X	
OZ 00 0 43 3X	(S') - P _x ⇒ (S')	K0 0 00 02	
01 1 3Y 13	УП-1 P ²	1 11 33	

*1) (F) = 1WX

Зона МБ 2Y

Адрес	Команда	Адрес	Команда
П ₀ =1		П ₀ =1	
WW WX 0 YY 30	$A_1 f \Rightarrow (S)$	02 03 0 4Z 3X	$(S) - X \Rightarrow (S)$
WY 1 21 Y3	$(S) \Rightarrow A_2 f$	04 0 2Z Y3	$(S) \Rightarrow H$
WZ WO 1 ZO 00	$\text{БП } r^{10}$	1W 1X 0 4Z 30	$X \Rightarrow (S)$ ←44
W1 0 00 00	св. ячейка	1Y 0 2W Y3	$(S) \Rightarrow A_1$
W2 W3 Z 4Y 03	} $\text{БП } r^{11}$ ←25	1Z 10 1 2Z 23	$010 \Rightarrow (F)$
W4 Z YY 00		11 0 2Z 33	$(S) + H \Rightarrow (S)$
XW XX 1 2Z 1X	} $g \Rightarrow v f_1$ ←27	12 13 0 4Z Y3	$(S) \Rightarrow X$
XY 1 3Z 30		14 0 4Y 0X	$(F) \Rightarrow E_m$
XZ XO 1 4Z Y3	} $v \cdot S J' \Rightarrow v$	2W 2X Z 4Y 03	} $f(x) \Rightarrow v$
X1 1 4X 30		2Y Z W3 00	
X2 X3 1 43 Y3		2Z 20 0 00 4Z	
X4 Z 4Y 03		21 0 00 00	
YW YX Z W3 00	} $v + J \Rightarrow J$	22 23 Z 00 4Z	} $v + v f_1 \Rightarrow J$
YY 0 20 WW		24 Z W3 00	
YZ YO 0 1Z W0		3W 3X 1 00 4Z	
Y1 Z 00 4Z		3Y 0 1Y X3	
Y2 Y3 Z W3 00	} $v + J \Rightarrow J$	3Z 30 0 20 W2	} $\text{БП } r^{13}$
Y4 0 2Z 3Z		31 0 3Y 00	
ZW ZX 0 1Y X3	} $v + J \Rightarrow J$	32 33 0 00 00	} G
ZY 0 2Z 3Z		34 0 00 00	
ZZ ZO 0 WY ZO	$14Y \Rightarrow (F)$ ←40	4W 4X 0 00 00	P_8
Z1 0 3Z 30	$B \Rightarrow (S)$	4Y 0 2W WX	const
Z2 Z3 0 4Z 3X	$(S) - X \Rightarrow (S)$	4Z 40 0 00 00	} $v f_1$
Z4 Z WY 10	$Y \Pi - 0 \Rightarrow B \cdot \bar{v} (r^{12})$	41 0 00 00	
OW OX 0 2Z 3X	$(S) - H \Rightarrow (S)$	42 43 0 00 00	} $v f_1$
OY 0 14 40	$(S) \cdot X \Rightarrow (S)$	44 0 40 00	
OZ OO 1 1X 1X	$Y \Pi - Z \Rightarrow 11$	KC 0 00 02	$\frac{1}{3}$
O1 0 3Z 30	$B \Rightarrow (S)$	Z 4W YX	

Зона МБ 22

Адрес
П₀=1

Команда

Адрес
П₀=1

Команда

WW WX 1 3Y 30 $M \Rightarrow (S) \leftarrow 17$
 WY 1 4Y 33 $(S) + E_m \Rightarrow (S)$
 WZ WO 1 3Y Y3 $(S) \Rightarrow M$
 W1 1 4Y 20 $(S) \oplus E_m \Rightarrow (S)$
 W2 W3 1 04 10 $\Upsilon \Pi - 0 \rightarrow 14$
 W4 1 2Z 30 $H \Rightarrow (S)$
 XW XX 1 3Y 40 $(S) \Rightarrow (R); (R) \cdot M \Rightarrow (S)$
 XY 0 44 10 $\Upsilon \Pi - 0 \rightarrow 15$
 XZ XO 1 2W 33 $(S) + A1 \Rightarrow (S)$
 X1 1 4Z Y3 $(S) \Rightarrow X$
 X2 X3 Z 4Y 03
 X4 Z W3 00
 YW YX 1 00 4Z
 YY 0 00 00 $A1f$
 YZ YO Z 00 4Z
 Y1 Z 20 20
 Y2 Y3 1 3X 30 $P_{sf} \Rightarrow (S)$
 Y4 Z 43 3X $(S) - P_v \Rightarrow (S)$
 ZW ZX 1 Z1 1X $\Upsilon \Pi - Z \rightarrow 16$
 ZY 1 44 40 $-(S) \Rightarrow (S)$
 ZZ ZO Z 11 20 $ZY3 \Rightarrow (F)$
 Z1 Z 4Y Y3 $(S) \Rightarrow (d) \leftarrow 16$
 Z2 Z3 1 22 3Z $(122 - (F)) \Rightarrow (S)$
 Z4 Z 4Y YO $Cg \delta(S)_{na} (d) \Rightarrow (S)$
 OW OX Z 4Z 34 $(S) + (Z4Z + (F)) \Rightarrow (S)$
 OY 1 22 YX $Норм(S) \Rightarrow S_f$
 OZ OO Z 43 34 $(S) + (Z43 + (F)) \Rightarrow (S)$
 O1 1 3X Y3 $(S) \Rightarrow P_{sf}$

02 03 1 WX 00 БП $\rightarrow 17 \leftarrow 18$
 04 1 3Y 30 $M \Rightarrow (S) \leftarrow 14$
 1W 1X 1 44 33 $(S) - 1 \Rightarrow (S)$
 1Y 1 02 1X $\Upsilon \Pi - Z \rightarrow 18$
 1Z 10 Z 4Y 03
 11 Z Y1 00 } БП $\rightarrow 19$
 12 13 0 20 XY }
 14 0 00 00 } Z
 2W 2X 0 00 00 } A1
 2Y 0 00 00 }
 2Z 20 0 00 00 } H } R
 21 0 00 00 } P_h } S_f } sf
 22 23 0 00 00 } P_h } S_f } sf
 24 0 00 00 } P_{sf} }
 3W 3X 0 00 00 }
 3Y 0 00 00 } M
 3Z 30 0 00 00 } B } B } M_1 } J
 31 0 00 00 } P_b }
 32 33 0 00 00 } P_b }
 34 0 00 00 } P_3 }
 4W 4X 0 00 00 }
 4Y 0 00 00 } E_m
 4Z 40 0 00 00 } X } X
 41 0 00 00 } P_{oc} }
 42 43 0 00 00 }
 44 0 X0 00 } -1
 KC 0 00 1W
 1 XZ 40

Зона МБ 20

Адрес	Команда	Адрес	Команда
П ₀ =0		П ₀ =0	
WW WX	0 00 00 } S J'	02 03	0 W0 Y3 (S) ⇒ P ₅ J'
WY	0 00 00 } S J'	04	1 22 30 S f ⇒ (S)
WZ W0	0 00 00 P ₅ J' } S J'	1W 1X	0 W1 40 - $\frac{1}{2}$ (S) ⇒ (S)
W1	0 20 00 - $\frac{1}{2}$	1Y	0 WW 33 (S) + S J' ⇒ (S)
W2 W3	0 00 00 } S } 3	1Z 10	0 W2 YX HopM (S) ⇒ S'
W4	0 00 00 } S } 3	11	0 XX 32 (S) + (0XX - (F)) ⇒ (S)
XW XX	0 00 00 P ₃ } S J' ⇒ v	12 13	0 XX Y3 (S) ⇒ P ₃
XY	0 WW 30 } S J' ⇒ v	14	1 Y0 20 Z 00 ⇒ (F)
XZ X0	Z 4Z Y3 } S J' ⇒ v	2W 2X	1 3W 0X (F) ⇒ P ₅ f; 0 ⇒ M
X1	0 W0 30 } S J' ⇒ v	2Y	1 2W 30 } A1 ⇒ X
X2 X3	Z 43 Y3 } S J' ⇒ v	2Z 20	1 4Z Y3 } A1 ⇒ X
X4	Z 20 20 0 ⇒ (F)	21	Z 4Y 03 } БП r ²⁴
YW YX	1 3X 30 P ₅ f ⇒ (S)	22 23	Z W3 00 } БП r ²⁴
YY	Z W1 33 (S) + e _A ⇒ (S)	24	0 00 WW } БП r ²⁴
YZ Y0	1 3X Y3 (S) ⇒ P ₅ f	3W 3X	0 21 W4 } S ⇒ (S) ← ¹³
Y1	0 XX 3X (S) - P ₃ ⇒ (S)	3Y	0 W2 30 } $\frac{1}{2}$ (S) ⇒ (S)
Y2 Y3	0 ZY 1X yπ - z r ²⁰	3Z 30	1 44 40 HopM (S) ⇒ S J'
Y4	1 44 40 -(S) ⇒ (S)	31	0 WW YX HopM (S) ⇒ S J'
ZW ZX	0 44 20 130 ⇒ (F)	32 33	0 XX 33 (S) + P ₃ ⇒ (S)
ZY	Z 4Y Y3 (S) ⇒ (L) ← ²⁰	34	0 W0 Y3 (S) ⇒ P ₅ J'
ZZ Z0	1 22 31 (122 + (F)) ⇒ (S')	4W 4X	Z 4Z 30 } v ⇒ g
Z1	Z 4Y Y0 C ₀ f (S) на (L) ⇒ (S)	4Y	1 3Z Y3 } v ⇒ g
Z2 Z3	1 22 Y4 (S) ⇒ (122 + (F))	4Z 40	Z 43 30 } v ⇒ g
Z4	0 W2 32 (S) + (0W2 - (F)) ⇒ (S)	41	1 4X Y3 } БП r ^{8x2} (r ¹⁷)
OW OX	0 WW Y3 (S) ⇒ S J'	42 43	Z WX 00 } Ω ₃ ← ¹⁵
OY	1 4Y 30 E _m ⇒ (S)	44	1 30 2X } Ω ₃ ← ¹⁵
OZ 00	Z 3Z YX HopM (S) ⇒ U	KC	0 00 01
01	0 XX 32 (S) + (0XX - (F)) ⇒ (S)	1 WX	0Z

Зона МБ 21

Адрес	Команда	Адрес	Команда
П ₀ =0		П ₀ =0	
WW WX 0 11 11 } $\frac{3}{8}$		02 03 1 2Z Y3 (S) ⇒ H	
WY 0 33 33 } $\frac{3}{8}$		04 Z Y3 Z3 } БП r ²⁵	
WZ WO 0 00 00 } E } ε		1W 1X Z WY 00 } БП r ²⁵	
W1 0 00 00 } E } ε		1Y 0 2Y W3 } БП r ²⁵	
W2 W3 0 00 00 P _z } ε		1Z 10 0 0Z 00 -θ _A	
W4 Z 20 Z0 O ⇒ (F) ← ²¹		11 Z 32 30 U ⇒ (S) ← ²⁴	
XW XX Z 43 30 P _v ⇒ (S)		12 13 0 WZ 3X (S) - E ⇒ (S)	
XY Z 4X 3X (S) - P _v ⇒ (S)		14 Z 32 40 (S) ⇒ (R); (R) · U ⇒ (S)	
XZ XO 0 X4 1X YП - Z r ²²		2W 2X 0 WZ 43 (S) + (R) · E ⇒ (S)	
X1 1 44 40 - (S) ⇒ (S)		2Y 0 Z0 00 БП r ²⁶	
X2 X3 0 Z0 Z3 O Z3 ⇒ (F)		2Z 20 1 2W 30 A1 ⇒ (S) ← ²³	
X4 Z 4Y Y3 (S) ⇒ (α) ← ²²		21 1 2Z 33 (S) + H ⇒ (S)	
YW YX Z 4Z 31 (Z4Z + (F)) ⇒ (S)		22 23 1 4Z Y3 (S) ⇒ X	
YY Z 4Y Y0 Cgδ(S) на (α) ⇒ (S)		24 1 2Z 30 H ⇒ (S)	
YZ YO Z 32 3W (S) - (Z32 - (F)) ⇒ (S)		3W 3X 0 WW 40 (S) ⇒ (R); $\frac{3}{8} \cdot (R) ⇒ (S)$	
Y1 0 20 10 YП - O r ²³		3Y Z 4Z YX HopM (S) ⇒ V	
Y2 Y3 Z 32 1X HopM (S) ⇒ U		3Z 30 1 43 33 (S) + P _x ⇒ (S)	
Y4 Z 4X 32 (S) + (Z4X - (F)) ⇒ (S)		31 Z 43 Y3 (S) ⇒ P _v	
ZW ZX 0 W3 3X (S) - R _z ⇒ (S)		32 33 1 4Y 30 E _m ⇒ (S)	
ZY 0 11 10 YП - O r ²⁴		34 0 44 Y0 Cgδ(S) на 2 ⇒ (S)	
ZZ ZO 0 20 1X YП - Z r ²³ ← ²⁶		4W 4K 1 3Y 4X M + (S) · (R) ⇒ (S) *)	
Z1 1 4Y 30 E _m ⇒ (S)		4Y 1 2Z Y3 (S) ⇒ H.	
Z2 Z3 0 10 Y0 Cgδ(S) на -1 ⇒ (S)		4Z 40 Z Y3 Z3 } БП r ²⁷	
Z4 1 4Y Y3 (S) ⇒ E _m		41 Z WY 00 } БП r ²⁷	
OW OX 1 4Y 30 E _m ⇒ (S)		42 43 0 2Y XY } БП r ²⁷	
OY 1 WX 13 YП - 1 r ¹⁷		44 0 02 2X Ω ₃ ← ¹⁵	
OZ OO 1 2Z 30 H ⇒ (S)		KC 0 00 02	
O1 Z 20 40 (S) · 3 ⁻⁷ ⇒ (S)		Z 01 YX	

*) M=0

Издано :

ВЫПУСК 1.

ЖОГОЛЕВ Е.А. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ДЛЯ МАШИНЫ "СЕТУНЬ".

ВЫПУСК 2.

ФУРМАН Г.А. ИНТЕРПРЕТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДЕЙСТВИЙ С КОМПЛЕКСНЫМИ ЧИСЛАМИ.

ГОТОВИТСЯ ВЫПУСК 4:

ЖОГОЛЕВ Е.А., ЕСАКОВА Л.В. ИНТЕРПРЕТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА
ИП-3