

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

**Вычислительный центр  
Г. Я. Гойхман**

**Стандартная подпрограмма обращения  
матрицы методом окаймления  
(в системе ИП-3).**

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

**Под общей редакцией Е.А.Жоголева  
Выпуск 23**

**Москва  
1968**

## Содержание

§1. Назначение и возможности подпрограммы.....	3
§2. Инструкция к использованию подпрограммы.....	4
§3. Описание метода.....	5
§4. Некоторые особенности подпрограммы.....	7
§5. Таблица остановов.....	8
§6. Блок-схема подпрограммы обращения матрицы.....	9
Литература:.....	10
Приложение. Подпрограмма обращения матрицы.....	11

## §1. Назначение и возможности подпрограммы.

Данная подпрограмма предназначена для вычисления обратной матрицы и занимает 9 зон магнитного барабана (с 14 по 23). Подпрограмма может быть использована на машине «Сетунь» с серийным магнитным барабаном, а также с магнитным барабаном удвоенной емкости. При этом в первом случае максимальный возможный порядок обрабатываемой матрицы равен 22, а во втором – 38. Предполагается, что к моменту обращения к подпрограмме элементы исходной матрицы записаны на магнитном барабане последовательно по строкам. В процессе работы подпрограммы элементы обратной матрицы записываются на месте соответствующих элементов исходной матрицы.

Подпрограмма составлена в системе ИП-3 [1]. В соответствии с этим элементы исходной матрицы, а также промежуточные результаты вычислений и элементы полученной обратной матрицы представляются в форме ИП-3. Все операции в программе, кроме организации циклов, выполняются в режиме плавающей запятой. Подпрограмма обращения матрицы использует подпрограммы системы ИП-3 «Операции типа сложения» и «Умножение и деление».

Время обращения матрицы зависит от её порядка и характеризуется следующей таблицей:

Порядок обращаемой матрицы	Время обращения
4	12 сек.
10	2 мин. 15 сек.
22	23 мин.
38	1 час. 53 мин. 40 сек.

## §2. Инструкция к использованию подпрограммы.

Программа вводится с фотоввода №1 начальным пуском. При правильном вводе всей программы происходит останов  $\Omega_1$ , при неправильном вводе какой-либо зоны происходит останов  $\Omega_2$  (см. §5, Таблица остановов). Предполагается, что при обращении к данной подпрограмме она вместе с ИП-3 и подпрограммами «Операции типа сложения» и «Умножение и деление» находится на магнитном барабане. Обращение к подпрограмме имеет следующий вид:

$$\left. \begin{array}{l}
 (x_0): Z 03 Z3 \quad c + 3e_A \Rightarrow (F) \\
 (x_1): Z WY 00 \quad БП \rightarrow Вх.VI ИП-3 \\
 (x_2): 0 14 WX \quad An/n
 \end{array} \right\} \text{ обобщенный переход к подпрограмме}$$

$$\left. \begin{array}{l}
 (x_3): — \quad Aa_{11} \\
 (x_4): — \quad n \cdot e_F
 \end{array} \right\} \text{ информация для подпрограммы}$$

где  $An/n$  – обобщенный адрес начала подпрограммы,

$A a_{11}$  – обобщенный адрес первого элемента матрицы  $A$ ,

$n$  – порядок обращаемой матрицы.

Все зоны подпрограммы обращения матрицы выполняются в зоне  $\Phi_1$  оперативной памяти. Состояние зоны  $\Phi_0$  оперативной памяти при обращении к данной подпрограмме не запоминается – в случае необходимости это следует сделать перед обращением к подпрограмме. Непосредственно после выхода из подпрограммы нельзя обращаться к входу I ИП-3, так как содержимое ячейки МО основной зоны ИП-3 не соответствует номеру зоны МБ, находящейся к моменту выхода в зоне  $\Phi_0$  оперативной памяти.

Подпрограмма использует массив из  $n^2$  длинных ячеек, начиная с  $A a_{11}$ , для размещения элементов вычисляемой обратной матрицы и, кроме того,  $n$  – длинных ячеек непосредственно за указанным массивом используются как рабочие ячейки. Таким образом, общее количество используемых рабочих ячеек равно  $n(n+1)$ .

### §3. Описание метода.

В подпрограмме реализован метод окаймления [2], сущность которого состоит в следующем.

Пусть элементы заданной матрицы  $A = \{a_{ij}\}$ ,  $i, j = 1, 2, \dots, n$ .

Рассмотрим матрицу:

$$A_k = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k-1} & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k-1} & a_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{k1} & a_{k2} & \dots & a_{kk-1} & a_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{k-1} & \vdots & U_k \\ \dots & \dots & \dots \\ V_k & \vdots & a_{kk} \end{bmatrix}$$

где  $A_{k-1}$  – матрица  $(k-1)$ -го порядка, аналогичная матрице  $A_k$ ,

$V_k$  – вектор-строка:  $V_k = (a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{k,k-1})$ ,

$U_k$  – вектор столбец:

$$\begin{pmatrix} a_{1k} \\ a_{2k} \\ \vdots \\ a_{k-1,k} \end{pmatrix}.$$

Предположим, что определитель матрицы  $A_{k-1}$  отличен от нуля. Тогда, полагая  $\alpha_k = a_{kk} - V_k A_{k-1}^{-1} U_k$ , будем иметь согласно [2]:

$$\begin{bmatrix} A_{k-1}^{-1} + \frac{A_{k-1}^{-1} U_k V_k A_{k-1}}{\alpha_k} & \vdots & -\frac{A_{k-1}^{-1} U_k}{\alpha_k} \\ \dots & \dots & \dots \\ -\frac{V_k A_{k-1}}{\alpha_k} & \vdots & \frac{1}{\alpha_k} \end{bmatrix}$$

Отсюда непосредственно видно, что можно построить последовательно обратные матрицы для матриц

$$A_2, A_3, \dots, A_n = A, \text{ учитывая, что } A_{11}^{-1} = \frac{1}{a_{11}}.$$

Обозначим элементы матрицы  $A_k^{-1}$  через  $\alpha_{ij}^{(k)}$ ,  $i, j=1, 2, \dots, k$ . Применение указанного выше разложения для вычисления  $A_k^{-1}$  сводится к реализации следующих операций:

- вычисление столбца  $-A_{k-1}^{-1}U_k$ , элементы которого обозначим через  $\beta_{ik}$ , где  $i=1, 2, \dots, k-1$ ;

- вычисление чисел  $\alpha_k = a_{kk} + \sum_{i=1}^{k-1} a_{ki} \beta_{ik}$ ,  $\alpha_{kk}^{(k)} = \frac{1}{\alpha_k}$ ;

- вычисление элементов обратной матрицы  $\alpha_{ik}^{(k)}$

для  $i \leq k-1$  по формуле  $\alpha_{ik}^{(k)} = \frac{\beta_{ik}}{\alpha_k}$ ;

- вычисление строки  $-V_k A_{k-1}^{-1}$ , элементы которой обозначим через  $\gamma_{ki}$ ,  $i=1, 2, \dots, k-1$ ;

- вычисление остальных элементов обратной матрицы:

$$\alpha_{kj}^{(k)} = \frac{\gamma_{kj}}{\alpha_k} \text{ для } j \leq k-1 \text{ и } \alpha_{ij}^{(k)} = \alpha_{ij}^{(k-1)} + \frac{\beta_{ik} \gamma_{kj}}{\alpha_k} \text{ для } i, j \leq k-1.$$

#### §4. Некоторые особенности подпрограммы.

Можно показать, что величина  $\alpha_k = \frac{\Delta_k}{\Delta_{k-1}}$  (см. §3), где  $\Delta_k$  и  $\Delta_{k-1}$  суть определители матриц  $A_k$  и  $A_{k-1}$ ,

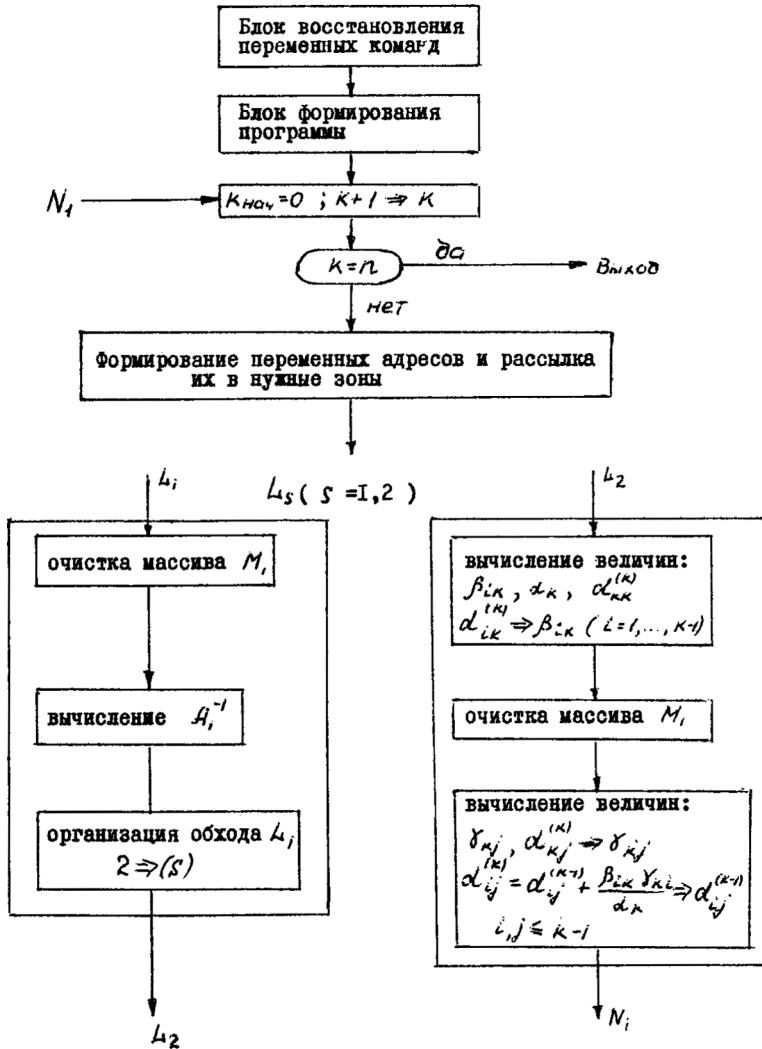
соответственно. Поэтому для осуществимости изложенного метода обращения матрицы необходимо, чтобы  $\Delta_k \neq 0$  при всех  $k$ ,  $1 \leq k \leq n$ . Если величина  $\Delta_k$  равна или достаточно близка к нулю при некотором  $k$ ,  $1 \leq k \leq n$ , то произойдет предупредительный останов  $\Omega_3$  (см. §5). Это означает, что заданная матрица не может быть обращена данной подпрограммой. Однако можно попытаться добиться обращения матрицы, полученной из исходной подходящей перестановкой строк или столбцов. При этом нужно помнить, что после того как процесс обращения выполнен, надо переставить в полученной матрице столбцы (строки) с теми же номерами, с которыми переставлялись в исходной матрице строки (столбцы).

#### §5. Таблица остановов.

Символ оста- нова	Адрес	Команда	Причина останова	Примечания
$\Omega_1$	043	0 44 2X	Конец ввода подпрограммы.	
$\Omega_2$	021	0 42 2X	Несовпадение контрольных сумм при вводе какой-либо зоны подпрограммы.	Оттянуть на фото-трансмиттере №1 одну зону назад и нажать кнопку «ПУСК».
$\Omega_3$	040	Z 44 2X	Порядок промежуточного результата больше 40.	Матрица не может быть обращена данной подпрограммой (см. §4).



§6. Блок-схема подпрограммы обращения матрицы.



### Литература:

1. ЖОГОЛЕВ Е.А., ЕСАКОВА Л.В., Интерпретирующая система ИП-3, выпуск 4 данной серии, 1964
2. ВОЕВОДИН В.В., Численные методы линейной алгебры, М., Изд-во «Наука», 1966.

Приложение. Подпрограмма обращения матрицы.

Обозначения, встречающиеся в подпрограмме:

$r_0$  – рабочая ячейка для обобщенного адреса  $A_{a_{ll}}$ .

$r_1$  – рабочая ячейка для счётчика порядка миноров.

$r_2$  – рабочая ячейка для величины  $3(n_i-1)e_F$ , где  $n_i$  – порядок минора.

$r_3$  – рабочая ячейка для обобщенного адреса  $A_{\beta_1} = A_{y_1}$ .

$r_4$  – рабочая ячейка для величины  $3ne_F$ , где  $n$  – порядок матрицы.

$r_5$  – рабочая ячейка для обобщенного адреса  $A_{ul}$ .

$r_6$  – рабочая ячейка для обобщенного адреса  $A_{vl}$ .

$r_7$  – рабочая ячейка для величины  $\alpha_k$ .

$r_8$  – счётчик элементов в строке минора.

$r_9$  – счётчик строк минора.

$\sum_1$  – ячейка для вычисления величины  $-A_{k-1}^{-1}U_k$ .

$\sum_2$  – ячейка для вычисления величины  $\sum_{i=1}^{k-1} \alpha_{ki} \beta_{ik}$ .

$\sum_3$  – ячейка для вычисления величины  $-V_k A_{k-1}^{-1}$ .

$\Phi(k)$  – формирование величины  $x$ .

Зона ввода.

Адрес Команда

$\Pi_{\phi}=0$

WW WX 0 00 0Z}	- $\Sigma 16$
WY 1 32 WY}	
WZ W0 0 00 01}	$\Sigma 66$
W1 Z XY 4Z}	
W2 W3 0 00 0Z}	$\Sigma 14$
W4 1 43 WY}	
XW XX 0 00 04}	$\Sigma 2W$
XY 1 W1 XZ}	
XZ X0 0 00 0Z}	$\Sigma 2X$
X1 Z 2W Y0}	
X2 X3 0 00 0Z}	$\Sigma 2Y$
X4 1 20 W2}	
YW YX 0 00 00}	$\Sigma 2Z$
YY 0 W1 21}	
YZ Y0 0 00 04}	$\Sigma 20$
Y1 Z 1Z Y0}	
Y2 Y3 0 00 0Z}	$\Sigma 21$
Y4 Z 0X 43}	
ZW ZX 0 00 04}	$\Sigma 22$
ZY Z YX Z0}	
ZZ Z0 0 00 01}	$\Sigma 23$
Z1 0 Z4 4X}	
Z2 Z3 0 00 00	
Z4 0 00 00	
OW OX 0 00 00	
OY 0 30 00	
OZ 00 0 30 00	
01 0 14 X3	$B \times Q4$

Адрес Команда

$\Pi_{\phi}=0$

02 03 Z 14 XX
04 0 3X Z0
1W 1X 0 0X 30
1Y 0 0W 23
1Z 10 0 WW 42
11 0 WX 42
12 13 0 1X ZX
14 0 10 13
2W 2X 0 00 Z0
2Y 0 ZZ 3W
2Z 20 0 31 10
21 0 42 2X $\Omega_2$
22 23 0 01 Z0
24 1 01 X0
3W 3X 1 0Z Y4
3Y Z 0Z XY
3Z 30 0 04 00
31 0 1X ZX
32 33 0 00 0X
34 0 43 1X
4W 4X 0 01 Z0
4Y 0 4X ZX
4Z 40 0 01 0X
41 0 24 00
42 43 0 44 2X $\Omega_1$
44 0 00 00
WQ 0 00 01
Z XY 42

Программа формирования.

Зона МБ 14

Адрес Команда

Адрес Команда

$\Pi_\phi=1$

$\Pi_\phi=1$

WV WX	Z 4Y 03}	<i>Вход</i>
WY	Z X3 00	$(S) \Rightarrow Aa_{11}$
WZ W0	0 1W YX	
W1	Z 33 Y3	$(S) \rightarrow An$
W2 W3	Z 4Y 03	
W4	0 YX 00	$\Phi(Ax)$
XW XX	1 23 Y3	
XY	0 43 30	ВОССТАНОВЛЕНИЕ $z_1$
XZ X0	1 20 Y3	
X1	0 2W XX	ПЕРЕХОД К ВОССТАНОВЛЕНИЮ ПЕРЕМЕННЫХ КОМАНД
X2 X3	0 3Y Z0	
X4	0 33 0X	$\Phi(z_4)$
YW YX	0 2W X3	
YY	Z 03 Z3	$Aa_{11} \Rightarrow z_0$
YZ Y0	Z WY 00	
Y1	0 21 24	$\Phi(z_3)$
Y2 Y3	1 23 30	
Y4	Z W1 Y0	$\Phi(z_2)$
ZW ZX	0 4Y Y3	
ZY	Z 33 30	$\Phi(z_5)$
ZZ Z0	0 31 Y3	
Z1	1 23 30	$\Phi(z_6)$
Z2 Z3	1 23 40	
Z4	1 21 Y0	$[\Phi_0] \Rightarrow [zw]$
OW OX	Z 33 33	
OY	0 30 20	KC
OZ O0	0 4X Y3	
O1	0 4Y 33}	1 43 WY

02 03	0 3Y 3X}	$\Phi(z_7)$
04	0 30 20	
1W 1X	0 43 Y3	$z_1 + 10_{10} \Rightarrow z_1$
1Y	0 33 30	
1Z 10	Z YX 33	$z_1 - n \rightarrow (S)$
11	0 33 Y3	
12 13	1 23 3X	$4n - z \rightarrow 1$
14	1 24 1X	
2W 2X	Z 03 Z3	ВЫХОД $Ax$
2Y	Z WY 00	
2Z 20	0 00 00	$8e_A$
21	0 1Z 00	
22 23	0 00 00	$n \leftarrow 1$
24	0 33 30	
3W 3X	Z W1 Y0	$\Phi(z_2)$
3Y	0 34 Y3	
3Z 30	0 31 33	$\Phi(z_5)$
31	0 30 20	
32 33	0 40 Y3	$\Phi(z_6)$
34	0 34 30	
4W 4X	1 23 40	$\Phi(z_3)$
4Y	0 44 Y0	
4Z 40	0 31 33	$[\Phi_0] \Rightarrow [zw]$
41	0 30 20	
42 43	0 41 Y3	KC
44	0 2W X3	
	0 00 02	
	1 43 WY	

Рассылка переменных адресов.

Адрес Команда		Зона МБ 2W	
П <sub>φ</sub> =1		П <sub>φ</sub> =1	
WW WX	0 2X XX [2X] → [Φ <sub>0</sub> ]	02 03	0 23 X3 [Φ <sub>0</sub> ] → [23]
WY	1 31 30	04	0 22 XX [22] → [Φ <sub>0</sub> ]
WZ W0	0 X1 Y3	1W 1X	0 41 Y3
W1	0 WX Y3	1Y	0 43 Y3
W2 W3	1 4X 30	1Z 10	1 4X 30
W4	0 YY Y3	11	0 XX Y3
XW XX	0 Y1 Y3	12 13	1 40 30
XY	1 40 30	14	0 W0 Y3
XZ X0	0 W4 Y3	2W 2X	1 31 30
X1	1 33 30	2Y	0 X3 Y3
X2 X3	0 WY Y3	2Z 20	0 YX Y3
X4	0 W0 Y3	21	0 44 Y3
YW YX	0 2X X3 [Φ <sub>0</sub> ] → [2X]	22 23	Z 03 Z3
YY	0 2Y XX [2Y] → [Φ <sub>0</sub> ]	24	Z WY 00
YZ Y0	0 43 Y3	3W 3X	0 2Z 01

РАССЫЛКА  
АДРЕСОВ

РАССЫЛКА  
АДРЕСОВ

ПЕРЕХОД К ПРОДАЖЕ  
ЭЛЕМЕНТОВ РАССЫЛКИ



Вычисление  $\alpha_k$  и  $\frac{1}{\alpha_k}$ .

Адрес Команда

П <sub>φ</sub> =1			
W <sub>W</sub>	W <sub>X</sub>	1 Y <sub>X</sub>	30
	W <sub>Y</sub>	0 3 <sub>4</sub>	33
W <sub>Z</sub>	W <sub>0</sub>	0 30	20
	W <sub>1</sub>	1 X <sub>Y</sub>	Y <sub>3</sub>
W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	1 4 <sub>X</sub>	Y <sub>3</sub>
	W <sub>4</sub>	Z 4 <sub>Y</sub>	03
X <sub>W</sub>	X <sub>X</sub>	Z 0 <sub>Y</sub>	00
	X <sub>Y</sub>	0 00	00
X <sub>Z</sub>	X <sub>0</sub>	Z 00	Y <sub>Y</sub>
	X <sub>1</sub>	0 00	00
X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	Z 4 <sub>Y</sub>	03
	X <sub>4</sub>	Z Z <sub>3</sub>	00
Y <sub>W</sub>	Y <sub>X</sub>	0 00	00
	Y <sub>Y</sub>	Z 00	Y <sub>Y</sub>
Y <sub>Z</sub>	Y <sub>0</sub>	Z 00	4 <sub>Z</sub>
	Y <sub>1</sub>	Z 0 <sub>Y</sub>	00
Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	0 00	00
	Y <sub>4</sub>	0 1 <sub>Z</sub>	0X
Z <sub>W</sub>	Z <sub>X</sub>	Z 00	4 <sub>Z</sub>
	Z <sub>Y</sub>	Z 0 <sub>Y</sub>	00
Z <sub>Z</sub>	Z <sub>0</sub>	0 00	00
	Z <sub>1</sub>	0 1 <sub>Y</sub>	Z <sub>3</sub>
Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	0 00	00
	Z <sub>4</sub>	1 Z <sub>3</sub>	Z <sub>0</sub>
0 <sub>W</sub>	0 <sub>X</sub>	0 00	X <sub>4</sub>
	0 <sub>Y</sub>	1 01	Z <sub>0</sub>
0 <sub>Z</sub>	0 <sub>0</sub>	Z 4 <sub>4</sub>	0X
	0 <sub>1</sub>	0 2 <sub>W</sub>	XX

$\phi(A\alpha_{kk})$

$\alpha_{kk} \Rightarrow \alpha_x$

$\leftarrow 1$

$\alpha_{ki} \Rightarrow (v)$

$\alpha_{ki} \beta_{ik} \Rightarrow (v)$

$\alpha_x + \sum_2 \Rightarrow \alpha_x$

$[Q_0] \Rightarrow [M_\alpha]$

$02W \Rightarrow (M_0)$

Зона МБ 2Y

Адрес Команда

П <sub>φ</sub> =1			
02	03	1 Y <sub>X</sub>	30
	04	0 3 <sub>Y</sub>	33
1 <sub>W</sub>	1 <sub>X</sub>	0 30	20
	1 <sub>Y</sub>	1 Y <sub>X</sub>	Y <sub>3</sub>
1 <sub>Z</sub>	1 <sub>0</sub>	1 Y <sub>3</sub>	30
	1 <sub>1</sub>	0 3 <sub>Y</sub>	33
1 <sub>2</sub>	1 <sub>3</sub>	0 30	20
	1 <sub>4</sub>	1 Y <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
2 <sub>W</sub>	2 <sub>X</sub>	1 4 <sub>3</sub>	30
	2 <sub>Y</sub>	Z Y <sub>X</sub>	3X
2 <sub>Z</sub>	2 <sub>0</sub>	1 4 <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
	2 <sub>1</sub>	1 X <sub>3</sub>	13
2 <sub>2</sub>	2 <sub>3</sub>	Z 4 <sub>Y</sub>	03
	2 <sub>4</sub>	Z 0 <sub>Y</sub>	00
3 <sub>W</sub>	3 <sub>X</sub>	Z 00	3 <sub>Z</sub>
	3 <sub>Y</sub>	Z 00	Y <sub>Y</sub>
3 <sub>Z</sub>	3 <sub>0</sub>	Z 00	4 <sub>Z</sub>
	3 <sub>1</sub>	Z 0 <sub>Y</sub>	00
3 <sub>2</sub>	3 <sub>3</sub>	1 00	4 <sub>4</sub>
	3 <sub>4</sub>	0 1 <sub>Z</sub>	WX
4 <sub>W</sub>	4 <sub>X</sub>	0 00	00
	4 <sub>Y</sub>	1 4 <sub>X</sub>	Z <sub>0</sub>
4 <sub>Z</sub>	4 <sub>0</sub>	0 00	X <sub>4</sub>
	4 <sub>1</sub>	Z WX	00
4 <sub>2</sub>	4 <sub>3</sub>	0 00	00
	4 <sub>4</sub>	0 00	30
K <sub>C</sub>		0 00	0Z
		1 20	W <sub>2</sub>

ПЕРЕАДРЕСАЦИЯ  
 $A\alpha_{ki}$

ПЕРЕАДРЕСАЦИЯ  
 $A\beta_{ik}$

$\alpha_B - 1 \Rightarrow \alpha_B$

$417-1 \rightarrow 1$

$\alpha_x \Rightarrow (v)$

$\frac{1}{\alpha_k} \Rightarrow A\alpha_{kk}$

$[Q_0] \Rightarrow [M_{\alpha_{kk}}]$

$57 \text{ ВХ } \bar{Y}$

$\alpha_B$

1



Вычисление  $\frac{\beta_{ik}}{\alpha_k}$ ; очистка массива  $M_1$ ; продолжение рассылки переменных адресов.

Адрес Команда				Зона МБ 2Z						
П <sub>φ</sub> =1				П <sub>φ</sub> =1						
WV	WX	Z	4Y 03	← 1	02	03	Z 2W XX			
	WY	Z	0Y 00	} $\beta_{ik} \frac{1}{\alpha_k} \Rightarrow A\alpha_{ik}$		04	Z 33 30			
WZ	W0	0	00 00		1W	1X	1 00 Y3	} РАССЫЛКА АДРЕСОВ		
	W1	0	1Z 0X			1Y	Z 40 30			
W2	W3	0	00 00		1Z	10	1 W3 Y3			
	W4	Z	23 00		11	Z 4X 30				
XW	XX	1	00 44	} ОЧИСТКА МАССИВА $M_1$	12	13	1 X0 Y3			
	XY	Z	00 Y1			14	1 W0 Y3			
XZ	X0	0	00 00		2W	2X	0 21 XX [21] ⇒ [Φ <sub>0</sub> ]			
	X1	1	X0 20			2Y	0 X3 Y3			
X2	X3	0	00 X4	} ПЕРЕАДРЕСАЦИЯ 4ЧЕК МАССИВА $M_1$	2Z	20	Z 41 30	} РАССЫЛКА АДРЕСОВ		
	X4	0	2W XX			21	0 YX Y3			
YW	YX	1	W0 30		22	23	Z 33 30			
	YY	0	3Y 33			24	0 43 Y3			
YZ	Y0	0	30 20	} ПЕРЕАДРЕСАЦИЯ	3W	3X	0 21 X3 [Φ <sub>0</sub> ] ⇒ [21]			
	Y1	1	W0 Y3			3Y	0 20 XX [20] ⇒ [Φ <sub>0</sub> ]			
Y2	Y3	1	X0 Y3		3Z	30	0 41 Y3			
	Y4	1	W3 30			31	0 44 Y3	} РАССЫЛКА АДРЕСОВ		
ZW	ZX	0	4Y 33	} $A\alpha_{ik}$	32	33	Z 31 30			
	ZY	0	30 20			34	0 43 Y3			
ZZ	Z0	1	W3 Y3		4W	4X	0 XX Y3			
	Z1	1	00 30			4Y	Z 1X XX	} ПЕРЕХОД К ПРОДОЛЖЕННО РАССЫЛКЕ		
Z2	Z3	Z	YX 3X	} $z_2 - 1 \Rightarrow z_2$	4Z	40	Z 03 Z3			
	Z4	1	00 Y3			41	Z WY 00			
OW	OX	1	WX 13		} $u_{n-1} \rightarrow 1$	42	43		0 21 04	
	OY	Z	WX 00			} БП АК $\bar{V}$		44	0 00 00 0	
OZ	O0	0	00 00	} $z_2$			KC		0 00 00	
	O1	0	22 X3						0 W1 21	
								[Φ <sub>0</sub> ] ⇒ [22]		

Вычисление  $y_{ki}$ .

Адрес Команда

$\Pi_\phi=1$

WV WX Z 4Y 03	← 1
WY Z 0Y 00	
WZ W0 0 00 00	$\alpha_{ki} \Rightarrow (V)$
W1 Z 00 Y1	
W2 W3 Z 00 4Z	
W4 Z 0Y 00	
XV XX 0 00 00	$\alpha_{ki} \alpha_{iL} \Rightarrow (V)$
XY 0 1Z 0X	
XZ X0 Z 00 4Z	
X1 Z 0Y 00	
X2 X3 0 00 00	$\Sigma_3 - \alpha_{ki} \alpha_{iL} \Rightarrow \Sigma_3$
X4 0 1Y ZX	
YV YX 0 00 00	
YY 1 YX Z0	
YZ Y0 0 00 X1	$[\Phi_0] \Rightarrow [M \Sigma_3]$
Y1 0 2W XX	
Y2 Y3 1 XX 30	$[2W] \Rightarrow [\Phi_0]$
Y4 0 4Y 33	
ZV ZX 0 30 20	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A_{\alpha_{iL}}$
ZY 1 XX Y3	
ZZ Z0 1 W0 30	
Z1 0 3Y 33	
Z2 Z3 0 30 20	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A_{\alpha_{ki}}$
Z4 1 W0 Y3	
OV OX 1 44 30	
OY Z YX 3X	
OZ 00 1 44 Y3	$z_8 - 100 \Rightarrow 4_8$
O1 1 WX 13	

Зона МБ 20

Адрес Команда

$\Pi_\phi=1$

02 03 0 33 30	ВОССТАНОВЛЕНИЕ $z_8$
04 1 44 Y3	
1W 1X 0 41 30	ВОССТАНОВЛЕНИЕ $A_{\alpha_{ki}}$
1Y 1 W0 Y3	
1Z 10 1 43 30	
11 0 3Y 33	
12 13 0 30 20	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A_{\alpha_{iL}}$
14 1 43 Y3	
2W 2X 1 XX Y3	
2Y 1 X3 30	
2Z 20 0 3Y 33	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A_{\Sigma_3}$
21 0 30 20	
22 23 1 X3 Y3	
24 1 YX Y3	
3W 3X 1 41 30	
3Y Z YX 3X	
3Z 30 1 41 Y3	$z_9 - 100 \Rightarrow z_9$
31 1 WX 13	
32 33 Z WX 00	УП-1 → 1 БП ВХ V
34 0 00 00	
4W 4X 0 00 00	СВОБОДНЫЕ ЯЧЕЙКИ
4Y 0 00 00	
4Z 40 0 00 00	
41 0 00 00	
42 43 0 00 00	$z_9$ $A_{\alpha_{iL}}$
44 0 00 00	
КС 0 00 04	$z_8$
Z 1Z Y0	

Вычисление  $\frac{Y_{ki}}{\alpha_k}$ ; продолжение рассылки адре-

сов; восстановление переменных команд.

Зона МБ 21

Адрес Команда

Адрес Команда

$\Pi_\phi=1$

$\Pi_\phi=1$

WW WX 0 2Y XX  $[2Y]=[\Phi_0]$   
 WY 0 4X 30 }  
 WZ W0 1 W4 Y3 }  $A_{\alpha_k} \Rightarrow 1W4$   
 W1 Z 4Y 03 }  
 W2 W3 Z 0Y 00 }  
 W4 0 00 00 }  $\frac{1}{\alpha_k} \Rightarrow (V)$   
 XW XX Z 00 YY }  
 XY Z 00 4Z }  
 XZ X0 Z 4Y 03 }  $\leftarrow 1$   
 X1 Z 0Y 00 }  
 X2 X3 0 00 00 }  $\delta_{kj} \frac{1}{\alpha_k} \Rightarrow A_{\alpha_{kj}}$   
 X4 0 1Z 0X }  
 YW YX 0 00 00 }  
 YY 1 YX Z0 }  
 YZ Y0 0 00 X4 }  $[\Phi_0] \Rightarrow [M_{\alpha_k}]$   
 Y1 0 2W XX  $[2W] \Rightarrow [\Phi_0]$   
 Y2 Y3 1 X3 30 }  
 Y4 0 3Y 33 }  $\text{ПЕРЕАДРЕСАЦИЯ}$   
 ZW ZX 0 30 20 }  $A_{\alpha_{kj}}$   
 ZY 1 X3 Y3 }  
 ZZ Z0 1 YX 30 }  
 Z1 0 3Y 33 }  $\text{ПЕРЕАДРЕСАЦИЯ}$   
 Z2 Z3 0 30 20 }  $A_{\alpha_{kj}}$   
 Z4 1 YX Y3 }  
 OW OX 1 43 30 }  
 OY Z YX 3X }  $z_B - \text{тер} \Rightarrow z_B$   
 OZ 00 1 43 Y3 }  
 01 1 X0 13 }  $u_{\Pi-1} \rightarrow 1$

02 03 Z WX 00 }  $БП \Rightarrow \bar{Y}$   
 04 Z 2W XX }  
 1W 1X Z 4X 30 }  
 1Y 0 X3 Y3 }  $\text{РАССЫЛКА}$   
 1Z 10 0 YX Y3 }  $\text{АДРЕСОВ}$   
 11 Z 41 30 }  
 12 13 0 W0 Y3 }  
 14 0 20 X3 }  
 2W 2X Z 1X XX }  $\leftarrow 2$   
 2Y Z 03 Z3 }  
 2Z 20 Z WY 00 }  $БП \rightarrow k_5$   
 21 0 23 WX }  
 22 23 0 23 WX }  $\text{const}$   
 24 1 23 30 }  $\text{ВОССТАНОВЛЕНИЕ}$   
 3W 3X 1 21 Y3 }  $\text{КОМАНДЫ}$   
 3Y Z 03 Z3 }  
 3Z 30 Z WY 00 }  $\text{ПЕРЕХОД НА}$   
 31 0 23 31 }  $\text{ВОССТАНОВЛЕНИЕ}$   
 32 33 0 2W XX }  $\text{КОМАНДЫ}$   
 34 Z 23 XX }  
 4W 4X 0 4X 30 }  $\text{ВОССТАНОВЛЕНИЕ}$   
 4Y Z X3 Y3 }  $\text{АДРЕСА}$   
 4Z 40 Z 23 X3 }  
 41 1 2X 00 }  $БП \rightarrow z$   
 42 43 0 00 00 }  $z_B$   
 44 0 2X W1 }  $\text{const}$   
 KC 0 00 OZ }  
 Z OX 43 }

Вычисление  $\alpha_{ij}$  (для  $i, j \leq k-1$ ).

Зона МБ 22

Адрес Команда

Адрес Команда

$\Pi_\phi=1$

$\Pi_\phi=1$

WВ WX Z 4Y 03	← 1
WY Z 0Y 00	
WZ W0 0 00 00	$\frac{\beta_{ik}}{\alpha_k} \Rightarrow (V)$
W1 Z 00 Y1	
W2 W3 Z 00 4Z	$\gamma_{kj} \frac{\beta_{ik}}{\alpha_k} \Rightarrow (V)$
W4 Z 0Y 00	
XW XX 0 00 00	$\alpha_{ij}^{(k-1)} + \gamma_{kj} \frac{\beta_{ik}}{\alpha_k} \Rightarrow A\alpha_{ij}$
XY 0 1Z 0X	
XZ X0 Z 00 4Z	$[P_0] \Rightarrow [M\alpha_{ij}]$
X1 Z 0Y 00	
X2 X3 0 00 00	$[2W] \Rightarrow [P_0]$
X4 0 1Y Z3	
YW YX 0 00 00	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\gamma_{kj}$
YY 1 YX Z0	
YZ Y0 0 00 X4	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ij}$
Y1 0 2W XX	
Y2 Y3 1 XX 30	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ij}$
Y4 0 3Y 33	
ZW ZX 0 30 20	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ij}$
ZY 1 XX Y3	
ZZ Z0 1 X3 30	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ij}$
Z1 0 3Y 33	
Z2 Z3 0 30 20	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ij}$
Z4 1 X3 Y3	
OW OX 1 YX Y3	$\alpha_{ij} - 1e_D \Rightarrow \alpha_{ij}$
OY 1 43 30	
OZ 00 Z YX 3X	$\alpha_{ij} - 1e_D \Rightarrow \alpha_{ij}$
O1 1 43 Y3	

02 03 1 WX 13	УП-1 → 1
01 1 44 30	
1W 1X 0 4Y 33	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ij}$
1Y 0 30 20	
1Z 10 1 44 Y3	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ik}$
11 1 X3 Y3	
12 13 1 YX Y3	ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ $A\alpha_{ik}$
14 0 34 33	
2W 2X 0 30 20	ВОССТАНОВЛЕНИЕ $A\gamma_{kj}$
2Y 1 W0 Y3	
2Z 20 0 4X 30	ВОССТАНОВЛЕНИЕ $\alpha_{ij}$
21 1 XX Y3	
22 23 0 33 30	$\alpha_{ij} - 1e_D = \alpha_{ij}$
24 1 43 Y3	
3W 3X 1 41 30	УП-1 → 1
3Y Z YX 3X	
3Z 30 1 41 Y3	ПЕРЕХОД К ОЧИСТКЕ НАЛИВА М.
31 1 WX 13	
32 33 Z 03 Z3	СВОБОДНЫЕ ЯЧЕЙКИ
34 Z WY 00	
4W 4X 0 23 XX	$\alpha_{ij}$
4Y 0 00 00	
4Z 40 0 00 00	$\alpha_{ij}$
41 0 00 00	
42 43 0 00 00	$A\alpha_{ij}$
44 0 00 00	
KC 0 00 04	Z YX Z0
Z YX Z0	

Вычисление  $\frac{1}{a_{11}}$ ; очистка массива  $M_1$ ; органи-

зация обхода  $L_1$ .

Зона МБ 23

Адрес Команда

Адрес Команда

$P_0=1$

$P_0=1$

W7 WX	0 14 XX	[14] $\Rightarrow$ [ $\Phi_0$ ]
WY	0 23 30	} $n \Rightarrow 144$
WZ W0	1 44 Y3	
W1	Z 33 30	} ЗАСЫЛКА A <sub>11</sub>
W2 W3	1 0X Y3	
W4	1 1X Y3	} $\leftarrow 1 \quad \leftarrow 41$
XW XX	Z 4Y 03	
XY	Z 0Y 00	} ОЧИСТКА МАССИВА M <sub>1</sub>
XZ X0	0 2Z 44	
X1	Z 00 YY	} [ $\Phi_0$ ] $\Rightarrow$ [M <sub>1</sub> ]
X2 X3	0 00 00	
X4	1 X3 Z0	} [2W] $\Rightarrow$ [ $\Phi_0$ ]
YW YX	0 00 X4	
YY	0 2W XX	} ПЕРЕАДРЕЦАЦИЯ ЯЧЕЕК M <sub>1</sub>
YZ Y0	1 X3 30	
Y1	0 3Y 33	} $\chi_1 - \nu_D \Rightarrow \chi_1$
Y2 Y3	0 30 20	
Y4	1 X3 Y3	} $\uparrow 1$
ZW ZX	1 44 30	
ZY	Z YX 3X	} $a_{11} \Rightarrow (V)$
ZZ Z0	1 44 Y3	
Z1	1 XX 13	} $\uparrow 1$
Z2 Z3	Z 4Y 03	
Z4	Z 0Y 00	} $\uparrow 1$
OW OX	0 00 00	
OY	Z 00 YY	} $\uparrow 1$
OZ O0	Z 00 4Z	
O1	Z 0Y 00	

02 03	0 2Y 44	} $\frac{1}{a_{11}}$
04	0 1Z WX	
1W 1X	0 00 00	} [ $\Phi_0$ ] $\Rightarrow$ [M <sub>11</sub> ]
1Y	1 1X Z0	
1Z	10 0 00 X4	} $\nu_D \Rightarrow \chi_1$
11	Z YX 30	
12 13	1 44 Y3	} ИЗМЕНЕНИЕ КОМАНДЫ ПЕРЕХОДА
14	0 21 XX	
2W 2X	0 44 30	} ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДА
2Y	0 21 Y3	
2Z	20 0 21 X3	} ПЕРЕХОД НА СЧЕТ Вик
21	1 43 30	
22 23	1 Z3 Y3	} ПЕРЕХОД НА СЧЕТ МИНОРА
24	Z 03 Z3	
3W 3X	Z WY 00	} ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМАНДЫ
3Y	0 21 33	
3Z	30 Z 03 Z3	} ПЕРЕХОД НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОМЪ
31	Z WY 00	
32 33	0 14 1Y	} ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМАНДЫ
34	1 XX 30	
4W 4X	1 Z3 Y3	} ПЕРЕХОД НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОМЪ
4Y	Z 03 Z3	
4Z	40 Z WY 00	} ВОССТАНОВЛЕНИЕ СОМЪ
41	0 14 Y3	
42 43	1 30 00	} $\nu, \chi_1$
44	0 00 00	
KC	0 00 01	
	0 Z4 4X	

Издано в 1964 году:

Выпуск 1.

Жоголев Е.А. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МАШИНЫ «СЕТУНЬ».

Выпуск 2.

Фурман Г.А. ИНТЕРПРЕТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДЕЙСТВИЙ С КОМПЛЕКСНЫМИ ЧИСЛАМИ (ИП-4).

Выпуск 3.

Франк Л.С., Рамиль Альварес Х. ПОДПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ для ИП-2. Уточнение к выпуску 3 опубликовано в выпуске 19 (1967).

Выпуск 4.

Жоголев Е.А., Есакова Л.В. ИНТЕРПРЕТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ИП-3. Поправка к выпуску 4 опубликована в выпуске 9 (1965 г.)

Выпуск 5.

Фурман Г.А. ПОДПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ ВСЕХ КОРНЕЙ МНОГОЧЛЕНА для ИП-4.

Выпуск 6.

Прохорова Г.В. ИНТЕРПРЕТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА для ДЕЙСТВИЙ с ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ (ИП-5), Изменение к выпуску 6 опубликовано в выпуске 11 (1966 г.)

Издано в 1965 году:

Выпуск 7.

Гордонова В.И. ТИПОВАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА КОРРЕЛЯЦИОННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ.

Выпуск 8.

Бондаренко Н.В. СИСТЕМА ПОДПРОГРАММ ВВОДА И ВЫВОДА АЛФАВИТНО-ЦИФРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИП-3.

Выпуск 9.

Черепенникова Ю.Н. НАБОР ПОДПРОГРАММ ДЛЯ ВВОДА и ВЫВОДА ЧИСЛОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ ИП-2.

Выпуск 10.

Жоголев Е.А., Лебедева Н.Б. СИМПОЛИЗ 64 – ЯЗЫК ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ В СИМВОЛИЧЕСКИХ ОБОЗНАЧЕНИЯХ.

Издано в 1966 году:

Выпуск 11.

Прохорова Г.В. ПОДПРОГРАММЫ ВВОДА И ВЫВОДА ЧИСЛОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИП-5. Изменение к выпуску 11 опубликовано в выпуске 17 (1967 г.).

Выпуск 12.

Черепенникова Ю.Н. СТАНДАРТНАЯ ПОДПРОГРАММА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ (В системе ИП-2).

Выпуск 13.

Лебедева Н.Б., Рамиль Альварес Х. ИНСТРУКЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ ПОЛИЗ.

Выпуск 14.

Черепенникова Ю.Н. ПОДПРОГРАММЫ ВВОДА И ВЫВОДА ЧИСЕЛ В СИСТЕМЕ ИП-4.

Выпуск 15.

Федорченко В.Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАВНОМЕРНЫХ ПСЕВДО-СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ НА МАШИНЕ «СЕТУНЬ».

Выпуск 16.

Черепенникова Ю.Н. ТИПОВАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ.



Издано в 1967 году:

Выпуск 17.

Гордонова В.И. СТАНДАРТНАЯ ПОДПРОГРАММА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ И СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ ВЕЩЕСТВЕННОЙ МАТРИЦЫ, ИМЕЮЩЕЙ ТОЛЬКО ВЕЩЕСТВЕННЫЕ СОБСТВЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ (в системе ИП-3).

Выпуск 18.

Титакаева П.Т. СТАНДАРТНАЯ ПОД ПРОГРАММА RKG РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В СИСТЕМЕ ИП-3.

Выпуск 19.

Жоголев Е.А. ИНТЕРПРЕТИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ИП-2.

Выпуск 20.

Черепенникова Ю.Н. СТАНДАРТНАЯ ПОДПРОГРАММА ВЫЧИСЛЕНИЯ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ (в системе ИП-2).

Выпуск 21.

Гордонова В.И. ТИПОВАЯ ПРОГРАММА РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ С СИММЕТРИЧНОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНО ОПРЕДЕЛЕННОЙ МАТРИЦЕЙ МЕТОДОМ КВАДРАТНОГО КОРНЯ (ЛАУСК).

Выпуск 22.

Титакаева П.Т. СТАНДАРТНАЯ ПОДПРОГРАММА GI ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ В СИСТЕМЕ ИП-3.