

Ц 840

Н-581

воля 23 кв. 38

5/11-

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2452



Л.С. Нефедьева, Ян Фу-цин

СИСТЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
И БИБЛИОТЕКА СТАНДАРТНЫХ ПРОГРАММ  
ДЛЯ ЭВМ "МИНСК-2"

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

1965

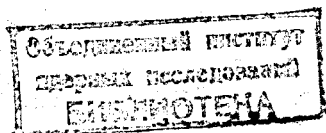
Handwritten marks: a large number '2' and a circled '5' with arrows pointing to the top and bottom of the circle.

2452

Л.С. Нефедьева, Ян Фу-пин

СИСТЕМА ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
И БИБЛИОТЕКА СТАНДАРТНЫХ ПРОГРАММ  
ДЛЯ ЭВМ "МИНСК-2"

3933/2 14



## О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
1. Описание МИС . . . . .	6
2. МИС - I . . . . .	13
3. СП-00. Выдача результатов на печать или перфорацию в восьмеричной или десятичной системах . . . . .	21
4. СП-01. Ввод с контролем . . . . .	24
5. СП-02 $\sqrt{x}$ . . . . .	27
6. СП-03 $e^x$ . . . . .	28
7. СП-04 $\ln x$ . . . . .	30
8. СП-05 $\sin x$ . . . . .	32
9. СП-06 $\arcsin x$ . . . . .	34
10. СП-07 $\cos x$ . . . . .	37
11. СП-10 $\sin x$ и $\cos x$ . . . . .	39
12. СП-11 $\operatorname{tg} x$ . . . . .	41
13. СП-12 $\operatorname{arctg} x$ . . . . .	43
14. СП -13 $x^y$ . . . . .	45
15. СП-14 $\operatorname{sh} x$ . . . . .	48
16. СП-15. $2-10$ . . . . .	49
17. СП-16. $2-10$ . . . . .	53
18. СП-17. $10-2$ . . . . .	57
19. СП-40. Выдача восьмеричных кодов на печать с нумерацией . . . . .	59
20. СП-20. Умножение матриц . . . . .	61
21. СП-21. Обращение матриц . . . . .	63
22. СП-22. Вычисление определителей методом исключения с выбором главного элемента . . . . .	66
23. СП-23. Решение системы линейных алгебраических уравнений с выбором главного элемента . . . . .	70
24. СП-24. Умножение матрицы на вектор . . . . .	74
25. СП-25. Квадратичная интерполяция с произвольным шагом . . . . .	75
26. СП-26. Накопление матрицы Грамма . . . . .	79
27. СП-27. Вычисление интегралов по методу Симпсона . . . . .	82

	Стр.
28. СП-30. Интегрирование систем обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты . . . . .	87
29. СП-31. Вычеркивание строк и столбцов матрицы . . . . .	99
30. СП-32. Скалярное произведение векторов с заданной матрицей . . . . .	101
31. СП-33. Нахождение минимумов квадратичного функционала методом линеаризации . . . . .	103
32. Список используемой литературы . . . . .	123

ВВЕДЕНИЕ

В машине "Минск-2" отсутствует специальная память для хранения стандартных программ. Учитывая опыт работы с интерпретирующими системами на других машинах, Вычислительный центр СМЯИ разработал и создал МИС-1 (интерпретирующая система, работающая на машине "Минск-2"). При создании МИС-1 старались в основном не отходить от известной и проверенной в длительной эксплуатации ИС-2 счетной машины М-20. Самым существенным отличием является все то, что связано с отсутствием барабанов и необходимостью держать на ленте как МИС-1, так и всю библиотеку стандартных программ. Сделан более гибкий аппарат фиксации. Все особенности МИС-1 по сравнению с ИС-2 будут ясны из дальнейшего описания.

Прилагаемый набор стандартных программ содержит элементарные функции, программы перевода, ввода, вывода и обмена. При написании некоторых СП были использованы программы, созданные в научно-исследовательском отделе машинной математики (г. Минск).

Данная система рассчитана на машину с одним кубом. Если в командах самой программы МИС написать

```

7565 + 7I 00 7752 0040
7570 + 7I 00 775I 0040,

```

то она будет реагировать на любые адреса, включая и адреса второго куба. Надо отметить, что не все стандартные программы будут при этом реагировать на адреса второго куба. СП элементарных функций будут работать верно и для второго куба.

В обсуждении проекта принимали участие Жидков В.П., Силин И.Н., Говорун Н.Н., Пенчев Г. и другие сотрудники Вычислительного центра СМЯИ.

Считаем своим приятным долгом поблагодарить Кухтину И.Н., Соловьякова В.Л. за ряд ценных замечаний и Субботину Г.Г. за большую работу по оформлению данного отчета.

О П И С А Н И Е М И С

І. П Т Х и Т Х

Всем СП присвоен трехзначный восьмеричный номер, начиная с 000 и кончая 176.

На ленте в определенной зоне, начиная с адреса 4000, стоит ПТХ, т.е. информация о месторасположении каждой СП. Под каждую СП в ПТХ отводится одна строка, относительный номер которой совпадает с номером СП, т.е.  $N$ -я строка ПТХ содержит информацию о месторасположении СП, имеющей номер  $N$ .

Информация в строке ПТХ имеет следующий вид:

7 <sub>p</sub>	3 <sub>p</sub>	1 <sub>p</sub>	2 <sub>p</sub>	12 <sub>p</sub>	12 <sub>p</sub>
$N_{СП}$	$p$	$m$	$g$	$n$	$N_3 + N_{40}$

где:

$N_{СП}$  - трехзначный номер СП;

$p$  и  $g$  - № шкафа и bobины на ленте;

$N_3 + N_{40}$  - месторасположение СП на ленте, где  $N_1$  - номер зоны, а

$N_{40}$  - начальный адрес сороковки, с которой начинается СП.

Объясним подробнее.

В зоне может быть 4000<sub>8</sub> кодов, условно мы их разбиваем по 40<sub>8</sub> кодов:

0000 - 0037; 0040 - 0077; 0100 - 0137; 0140 - 0177; ...

Каждая СП может начинаться только с сороковки, если даже предыдущая СП неполностью использовала сороковку, стоящую перед этой. СП может занимать сколько угодно сороковок, но только в пределах одной зоны.

$n$  - длина данной СП, включая сумму, которая задается в обратном коде.

$M$   $\left\{ \begin{array}{l} = 1 - \text{данная СП будет всегда ставиться в самое начало рабочего поля, зати-} \\ \text{рая все СП, стоящие в этот момент на рабочем поле;} \\ = 0 - \text{обычный режим.} \end{array} \right.$

МИС-І вызывает требующиеся для работы СП на специально отведенное для них место, называемое рабочим полем (РП).

В эталонном режиме МИС-І настроена на начало РП с ячейки 7000, конец 7377; информация о начале РП находится в ячейке 7664 (ІА), которую по желанию можно всегда изменить.

ЗАМЕЧАНИЕ: Для настройки на новое начало РП нужно изменить содержимое двух ячеек:

7664(ІА) и 7665(ІА).

Конец фиксирован. Рабочее поле служит еще и для хранения ТХ, которое ставится с конца РП и выше.

Для каждой новой СП в ТХ заводятся две строки - І и ІІ.

Вторая строка - это строка ПТХ для данной СП, а первая содержит информацию о месторасположении СП в данный момент.

1. Если СП стоит в МОЗУ,

$K-1$ : -30 00  $\alpha_{СП}$  7667

2. Если СП нет в МОЗУ,

$K-1$ : -3I 00 7434 0016

Ввиду того, что РП заполняется сверху СП (снизу ТХ), то свободная часть РП определяется двумя меняющимися в процессе работы адресами:

7665 [ + 00 00  $\alpha_{ТРП}$  0000 ],

7666 [ + 00 00  $\alpha_{ТТХ}$  0000 ],

где:

$\alpha_{ТРП}$  - текущее начало РП, т.е. первая свободная ячейка на рабочем поле,

$\alpha_{ТТХ}$  - текущее начало для ТХ, т.е. первая свободная пара ячеек для ТХ.

Эталонное состояние:

$\alpha_{ТРП}$  = 7000,

$\alpha_{ТТХ}$  = 7376,

по желанию их можно менять.

Работа МИС-І в эталонном режиме

Обращение к МИС-І осуществляется командами:

$\mathcal{X}-1$	:	-3I	00	7400	0017	} ДИ
$\mathcal{X}$	:	$N_{СП}$	$i$	$a_1$	$a_2$	
$\mathcal{X}+1$	:	.....	.....	.....	.....	
$\mathcal{X}+2$	:	.....	.....	.....	.....	
.....	:	.....	.....	.....	.....	

Работа І блока. Вход в него из  $\mathcal{X}-1$ . В ячейке 0017 будет:

-30 00  $\mathcal{X}$  0000,

это дает возможность МИС-І извлечь из этой ячейки  $\mathcal{X}$  и организовать возврат на программу математика.

Длина дополнительной информации может быть какой угодно, но использовать ее - дело каждой СП.

МИС-І по  $N_{СП}$  просматривает вторые строки ТХ в поиске своего номера. Если номер найден,

создается первая стандартная строка ТХ, вторая вызывается с эталонной ленты (без математического контроля), после этого управление передается на первую строку ТХ. При создании новых строк ТХ имеется проба на свободное место на РП; если места нет, то затирается все РП (кроме ТХ). Затирание происходит за счет замены первых строк ТХ случаем отсутствия СП на РП. В ячейку К-1 всегда засылается команда:

К-1 : -3I 7434 00I6,

если в ней по IА стояла  $\alpha_{сн}$ , где  $\alpha_{сн}$  - адрес рабочего поля.

#### ЗАМЕЧАНИЯ:

1. Если при обращении к I блоку данная СП уже стоит в МОЗУ, то предусмотрено следующее: прежде чем выходить из I блока на соответствующую строку ТХ, на СМ загоняется содержимое ячейки 7667, т.к. в этом случае строка ТХ имеет вид

К-1 : -30  $\alpha_{сн}$  7667.

2. Блок I исправляет обращение в программе математика. Обращение

Х-1 : -3I 00 7400 00I7 заменяет на Х-1: -3I 00  $\alpha_{тх}$  00I7.

Первый блок использует ячейки 00I5, 00I6, 00I7, 0040 без восстановления их содержимого.

#### Описание работы II блока

Итогом работы первого блока является уход на строку ТХ К-1.

Из ячейки К-1 может быть два ухода:

1. Если данная СП находится на РП, то происходит передача управления на СП, тогда второй блок не работает.

2. Данной СП нет на рабочем поле, тогда происходит обращение ко второму блоку. При этом в ячейке 00I6 будет

00I6: -30 00 К 0000,

где К - адрес строки ПТХ данной СП, из которой извлекается информация для вызова СП в МОЗУ.

Прежде чем вызвать СП в МОЗУ, происходит анализ на свободное место на РП.

Если разница между первой свободной ячейкой ТХ и первой свободной ячейкой на РП больше длины данной СП, то вызов СП на РП разрешается. В противном случае происходит затирание на РП в смысле изменения ТХ на затирание и разрешается вызов СП с начала РП.

#### ЗАМЕЧАНИЯ:

1. В связи с тем, что на первую свободную ячейку не накладывается никаких ограниче-

ний (I адрес ячейки 7665), то математику ее можно изменить так, что ее адрес будет меньше, чем фиксированное для решаемой задачи начало РП. Но при этом надо помнить следующее:

а) если возникнет ситуация, когда СП может "сесть" на начало РП, то она будет поставлена с начала РП; в этом случае между закрепленными СП и фиксированным началом РП будет свободное место;

б) если в строке ПТХ есть признак фиксации, то вышеизложенным способом закрепить такую СП вне РП нельзя, ибо она всегда будет становиться на начало РП.

2. Если и после затирания нельзя поставить на РП (длина СП больше длины РП), то произойдет останов в ячейке 7726.

После вызова СП в МОЗУ происходит контроль считывания. Сравнивается сумма, полученная при считывании с ленты, с суммой, стоящей в конце СП. При несовпадении происходит повторное считывание СП. В случае несовпадения сумм при повторном считывании - останов в ячейке 7477. Пуском можно повторить считывание сколько угодно раз до первого совпадения, после которого МИС-I будет продолжать свою работу.

После вызова СП происходит настройка по месту с учетом инвариантных строк. Затем соответственно исправляется строка ТХ на -30  $\alpha_{сн}$  7667 и осуществляется уход на данную СП.

II блок МИС-I использует ячейки без восстановления:

00I4, 00I5, 00I6, 0040-0046.

Ячейку 00I7 не изменяет.

#### Особенности СП

Все стандартные программы должны быть запрограммированы в расчете на место в МОЗУ, начиная с 2000 ячейки. Следовательно, внутренними адресами данной СП будут адреса, лежащие в диапазоне с 2000 + 2000 +  $\ell$ , где  $\ell$  - длина данной СП.

В СП допускается любое число инвариантных строк. Инвариантными строками называем строки, которые не подлежат корректировке независимо от содержащихся в них адресов.

Таких групп инвариантных строк в СП может быть сколько угодно. Перед каждой такой группой должна стоять информационная строка, у которой все нули, кроме I адреса, где указывается точное количество (исключая саму информационную строку) инвариантных строк в данной группе. Все это позволяет иметь в СП произвольные константы, не подлежащие корректировке.

В МИС-I, помимо основной программы, еще имеется ряд блоков, которые выполняют некоторые вспомогательные операции при работе СП. Данные блоки по существу являются общими час-

тами большинства СП. Их существование в МИС-I позволяет сократить объем СП. К таким вспомогательным блокам относятся: БЗИ (блок засылки информации), БЗА<sub>1</sub> (блок засылки первого аргумента), БЗА<sub>2</sub> (блок засылки второго аргумента), БФ (блок фиксации), БЗ (блок засылки), БВ (блок восстановления), БСФ (блок спецификации).

Опишем подробно все блоки.

#### I. БЗИ

Обращение к БЗИ:

-3I 7557 7574.

В результате такого обращения информация

$\frac{N_i \quad i \quad a_1 \quad a_2}{\quad \quad \quad \quad \quad}$

из ячейки  $\mathcal{X}$ , адрес которой задан в 00I7 ячейке по I адресу, будет записана в следующем виде:

7600: +00 I5 a<sub>1</sub> 0000  
 7604: +00 <sup>n</sup> I6 0000 a<sub>2</sub>  
 00I5:  $\frac{+00 \quad 00}{\quad \quad \quad \quad \quad} \Delta_1$  0000  
 00I6:  $\frac{+00 \quad 00}{\quad \quad \quad \quad \quad} 0000 \Delta_2$

Кроме этого, в ячейке 0040 будет находиться всегда содержимое  $\mathcal{X}$  ячейки:

0040:  $\frac{N_i \quad i \quad a_1 \quad a_2}{\quad \quad \quad \quad \quad}$

В 00I7 ячейке адрес  $\mathcal{X}$  будет изменен на  $\mathcal{X}+1$ . Повторным обращением к БЗИ можно аналогичным образом извлечь информацию из ячеек  $\mathcal{X}+1$ ,  $\mathcal{X}+2$  и т.д.

БЗИ портит следующие ячейки: 0040, 00I5, 00I6, 7600, 7664. Изменяет 00I7.

БЗИ выдает СП набор адресов, извлеченных из программы математика. Иногда нужно для СП извлечь содержимое этих адресов. Для этой цели и сделали в МИС-I два блока - БЗА<sub>1</sub> и БЗА<sub>2</sub>.

2. БЗА<sub>1</sub> служит для извлечения информации из I адреса, а БЗА<sub>2</sub> - из второго адреса ячеек  $\mathcal{X}$ ,  $\mathcal{X}+1$  и т.д.

Обращение:

БЗА<sub>1</sub> -3I 7575 760I  
 БЗА<sub>2</sub> -3I 7602 7606.

Результат работы БЗА<sub>1</sub> в ячейке 7600:  $[a_1 + \Delta_1]$ .

Результат работы БЗА<sub>2</sub> в ячейке 7604:  $[a_2 + \Delta_2]$ .

Оба эти блока работают через БЗИ, поэтому сразу можно обращаться к этим блокам. При обращении к блоку БЗА<sub>1</sub> происходит изменение в ячейке 00I7  $\mathcal{X}$  на  $\mathcal{X}+1$ ,  $\mathcal{X}+1$  на  $\mathcal{X}+2$  и т.д. (при повторном обращении).

Оба блока портят те же ячейки, что и БЗИ.

3. Еще имеется БЗР, который выполняет функции, обратные функциям предыдущих блоков. К нему может быть несколько обращений в зависимости от необходимости использовать его. Он имеет следующие возможности:

а) содержимое ячейки 004I пересылает во II адрес, стоящий в ячейке  $\mathcal{X}+i$ , где  $\mathcal{X}+i+1$  - ячейка возврата на программу математика;

б) содержимое ячейки 7667 засылается на Cm; если в процессе работы СП эта ячейка не изменялась, то там находится содержимое Cm в момент обращения математиком к СП;

в) возврат на программу математика.

Если нужны все три возможности, то обращение:

-30 00 7607 0000;

если 2 и 3 возможности, то

-30 00 76I3 0000.

Если нужна только 3-я возможность, то в СП надо написать команду

-30 I7 0000 0000.

#### Блок фиксации

В состав МИС-I включен блок фиксации СП в начале рабочего поля. Это дает возможность сделать так, чтобы в момент работы стандартных программ, к которым происходит обращение из основной СП, всегда присутствовала сама основная СП, т.е. в случае нехватки места на РП основная СП не будет затираться. Обращение к БФ всегда должно быть первой командой в СП, и она имеет вид:

-3I 00 76I5 00I5.

БФ определяет, где расположена СП. Если  $\mathcal{A}_{СП} > \mathcal{A}_{МП}$ , то СП вызывается повторно в начало РП, начиная с  $\mathcal{A}_{МП}$ .

Если же место  $\mathcal{A}_{СП} < \mathcal{A}_{МП}$ , то устанавливается новое значение  $\mathcal{A}_{МП}$ , равное  $\max[\mathcal{A}_{МП}, \mathcal{A}_{СП} + n]$ , где  $n$  - количество приказов в СП. После этого происходит возврат в СП.

БФ в своей работе использует почти все куски МИС-I, поэтому надо помнить об ячейках, которые используются в МИС-I. При обращении из одной СП к другим СП необходимо для продолжения работы первоначальной СП сохранить ее информацию для МИС-I, а затем в нужный момент восстановить. Для этих целей в МИС-I имеется два блока: БЗ (блок запоминания) и БВ (блок восстановления). Для обращения к блоку запоминания задается следующая информация:

-3I 00 7632 00I5

-00 00 0000  $\gamma$ ,

где  $\gamma$  - начало группы ячеек, куда будет послана следующая информация:

$\gamma$ : начало РП в момент вызова данной СП:

$\gamma+1$ : [См], с которым обратился математик к данной СП.

$\gamma+2$ : [0017] - возврат на программу математика.

К блоку БВ можно обратиться двумя способами:

1. -3I 00 7637 0015  
+00 00  $\gamma$  0000.

Информация из ячеек  $\gamma$ ,  $\gamma+1$ ,  $\gamma+2$  перешлетя соответственно в 7664, 7667 и 0017.

2. -3I 00 7641 0015  
00 00  $\gamma$  0000.

Информация из ячеек  $\gamma+1$ ,  $\gamma+2$  перешлетя в ячейки 7667, 0017. Второй случай дает возможность не восстанавливать начало РП.

#### Блок спецификации

Обращение к этому блоку происходит из программы математика. Вместо обращения к началу МИС-I (7400) пишется обращение:

-3I 7645 0017.

В этом случае МИС-I будет работать обычным образом только после того, как будет СП поставлено в МОЗУ обязательно на начало рабочего поля; за начало РП будет взята первая свободная ячейка на РП.

#### ЗАМЕЧАНИЕ:

Допускается такая ситуация, что перед обращением с данным номером СП к БСФ уже было обращение с данным номером СП к МИС-I (в обычном режиме).

М И С - I

7400	-	30	00	7401	7667	}	Подготовительный блок		
1	+	71	17	0000	7740				
2	-	30	00	7403	0040				
3	+	11	00	7722	7666				
4	-	30	00	7405	0015				
5	+	10	00	7712	0015				
6	+	21	00	0015	7720				
7	-	32	00	7410	7421	}	Поиск строки в ТХ		
7410	+	71	15	0000	7740				
1	+	07	00	0040	0136				
2	-	34	00	7405	7413				
3	+	65	00	7755	0017				
4	+	72	00	7731	0016				
5	+	21	00	0015	7677				
6	+	76	36	0000	7777	}	Исправления в программе математика		
7	+	75	00	7667	0000				
7420	-	30	55	7777	0000				
1	+	61	00	7411	0040				
2	+	12	00	7701	0015				
3	+	61	00	7755	7666				
4	-	30	00	7425	0016				
5	-	46	15	0000	0000	}	Вызов строк ПТХ		
6	-	45	16	0001	0001				
7	-	30	00	7425	0000				
7430	-	10	16	7676	0000			}	Переадресация строки ТХ
1	+	20	00	7712	7666				
2	+	13	00	7713	0000				
3	-	30	00	7413	0015				
4	-	10	00	0016	7663				
5	+	71	16	0000	7732				
6	-	30	00	7437	0040	}	Предварительное формирование команд вызова СП		
7	+	71	16	0000	7731				



7440	+	62	00	7453	004I
I	+	7I	I6	0000	7734
2	+	63	00	7447	0000
3	+	76	00	004I	00I6
4	+	7I	00	00I6	7703
5	-	34	00	745I	7656
6	+	2I	00	7665	7666
7	+	23	00	0040	0I06
7450	-	32	00	7470	745I
I	-	IO	00	7664	7665
2	+	2I	00	7665	7666
3	+	23	00	0040	0005
4	-	32	00	7455	7726
5	-	IO	00	7666	00I5
6	+	IO	00	77I2	00I5
7	+	2I	00	00I5	7720
7460	-	34	00	746I	7470
I	+	7I	I5	0000	7732
2	+	23	00	7664	0000
3	-	32	00	7464	7456
4	+	60	00	7755	00I5
5	-	IO	I5	7676	0000
6	+	60	00	7754	00I5
7	-	30	00	7456	0000
7470	+	6I	00	7755	7665
I	+	76	00	0040	00I5
2	-	46	I6	0000	0000
3	-	45	I5	0000	0000
4	-	30	00	7472	004I
5	+	07	00	7747	0000
6	-	34	00	7477	7662
7	-	IO	00	7726	7477

Проба на признак  
фиксации

Проба на свободное место на РП

Исправление ТХ на затирание

*См. (00 00 0000 0 ро)  
00I5 (+00 00 п.сн 0 ро)*

Вызов СП на РП с контролем

7500	-	30	00	7472	0000
I	-	IO	00	7675	7477
2	+	65	00	7755	7663
3	-	30	00	7660	0000
4	+	75	00	7665	7674
5	+	76	36	0000	7777
6	+	2I	00	7705	7665
7	-	30	00	75IO	004I
75IO	+	II	00	7704	0040
I	-	30	00	75I2	0042
2	+	2I	00	77I2	0040
3	+	62	00	7754	00I5
4	+	75	00	7673	7665
5	-	30	00	75I6	7520
6	+	6I	00	7755	7665
7	+	76	00	7672	7552
7520	+	00	00	0000	0000
I	+	7I	00	7745	0043
2	-	34	00	7530	7523
3	+	70	00	7732	0043
4	+	I2	00	00I5	00I5
5	+	60	00	7754	0043
6	+	2I	00	0043	00I5
7	-	30	00	7553	00I5
7530	+	7I	00	7744	0043
I	-	30	00	7532	0044
2	+	70	00	7733	0043
3	-	30	00	7534	0045
4	-	IO	00	004I	0046
5	+	7I	00	7732	0045
6	+	23	00	7705	0000
7	-	32	00	7540	7544

Блок корректировки внутренних адресов

7540	+	7I	00	7732	0045
I	+	23	00	0042	0000
2	-	32	00	7544	7543
3	+	10	00	0046	0043
4	+	60	00	7754	0045
5	+	60	00	7755	0046
6	-	34	00	7535	7547
7	+	7I	00	7732	0015
7550	+	62	00	7755	0016
I	+	75	00	0044	0043
2	+	00	00	0000	0000
3	-	20	15	7520	7722
4	-	10	00	7665	0016
5	+	10	00	0040	7665
6	-	30	16	0000	0000
7	+	20	00	7722	0017
7560	-	10	57	7777	0040
I	+	73	00	7717	0000
2	+	62	00	7755	0016
3	+	7I	16	0000	7732
4	-	30	00	7565	0015
5	+	7I	00	7732	0040
6	+	76	00	7715	7600
7	+	00	00	0000	0000
7570	+	7I	00	7731	0040
I	+	76	00	7716	7604
2	+	7I	16	0000	7731
3	-	30	00	7574	0016
4	+	00	00	0000	0000
5	-	31	00	7557	7567
6	+	76	00	7671	7600
7	-	10	00	0000	7567

Б 3 И

Б 3 A<sub>I</sub>

7600	+	00	00	0000	0000
I	+	00	00	0000	0000
2	-	31	00	7560	7574
3	+	74	00	7714	7604
4	+	00	00	0000	0000
5	-	30	00	7606	7604
6	+	00	00	0000	0000
7	-	31	00	7560	7574
7610	+	75	00	7670	7604
I	-	30	00	7612	7612
2	+	00	00	0000	0000
3	+	75	00	0000	7667
4	-	30	17	0000	0000
5	+	71	00	7732	0015
6	+	23	00	7722	0000
7	+	23	00	7664	0000
7620	-	34	00	7621	7625
I	-	32	00	7622	7625
2	-	10	00	7666	7665
3	-	10	00	7663	0016
4	-	30	00	7434	0000
5	-	10	00	7666	7777
6	+	21	00	7664	7665
7	-	32	00	7630	7631
7630	-	10	00	7665	7664
I	-	30	16	0001	0000
2	-	10	15	0000	0016
3	-	10	16	7777	0000
4	-	10	16	7667	0001
5	-	10	16	0017	0002
6	-	30	15	0001	0000
7	-	10	15	0000	0016

Б 3 A<sub>2</sub>

Б 3 P

Б 0

Б 3

7640	-	10	16	0000	7664
I	-	10	15	0000	0016
2	-	10	16	0001	7667
3	-	10	16	0002	0017
4	-	30	15	0001	0000
5	-	30	00	7646	7667
6	-	10	00	7470	0040
7	-	31	00	7455	7470
7650	-	10	00	0040	7470
I	-	10	00	7664	7665
2	-	31	00	7401	7556
3	-	10	00	7665	7664
4	-	10	00	7655	7556
5	-	30	16	0000	0000
6	+	21	00	7665	7664
7	-	32	00	7447	7446
7660	+	00	00	0000	0000
I	+	32	00	7501	7477
2	+	00	00	0000	0000
3	+	00	00	0000	0000
4	+	00	00	7000	0000
5	+	00	00	7000	0000
6	+	00	00	7376	0000
7	+	00	00	0000	0000
7670	-	10	00	0041	0000
I	-	10	00	0000	7600
2	+	76	16	0000	0000
3	-	10	15	0000	0043
4	-	30	00	0000	7667
5	-	10	00	7726	7477
6	-	31	00	7434	0016
7	-	30	77	7777	0017

Б В

Б С Ф

0000 6000 0000  
0000 6000 0000

Константы

7700	+	00	00	0000	0035
I	+	00	00	0000	4000
2	-	40	00	0000	0001
3	+	00	00	0400	0000
4	+	00	00	1777	0000
5	+	00	00	2000	0000
6	-	10	00	0000	0000
7	+	00	20	0000	0000
7710	+	00	40	0000	0000
I	+	00	60	0000	0000
2	+	00	00	0002	0000
3	+	00	00	0003	0000
4	+	75	00	0000	0000
5	+	00	15	0000	0000
6	+	00	16	0000	0000
7	+	00	17	0000	0000
7720	+	00	00	7400	0000
I	+	00	00	0000	0001
2	+	00	00	0001	0000
3	+	00	00	0001	0001
4	+	00	01	0000	0000
5	+	01	00	0000	0000
6	-	00	00	0000	0000
7	-	77	17	7777	7777
7730	+	77	00	0000	0000
I	+	00	00	0000	7777
2	+	00	00	7777	0000
3	+	00	00	7777	7777
4	+	00	77	0000	0000
5	+	00	77	0000	7777
6	+	00	77	7777	0000
7	+	00	77	7777	7777

7740	-	77	00	0000	0000
I	-	77	00	0000	7777
2	-	77	00	7777	0000
3	-	77	00	7777	7777
4	-	77	77	0000	0000
5	-	77	77	0000	7777
6	-	77	77	7777	0000
7	-	77	77	7777	7777
7750	+	77	77	7777	7777
I	+	00	20	0000	7777
2	+	00	40	7777	0000
3	+	00	60	7777	7777
4	+	00	00	0000	00I4
5	+	00	00	0000	0II4
6	+	00	00	0000	0I77
7	+	00	00	0000	0077
7760	-	77	77	7777	7400
I	+	77	77	7777	7400
2	+	63	I4	63I4	6503
3	+	62	20	7732	500I
4	+	62	20	7732	5002
5	+	62	20	7732	5003
6	+	50	00	0000	0004
7	+	40	00	0000	000I
7770	+	40	00	0000	0002
I	+	60	00	0000	0002
2	+	40	00	0000	0000
3	+	52	52	5252	550I
4	+	52	52	5252	5502
5	+	7I	22	7340	6406
6	+	54	27	1027	7400
7	+	42	67	57I3	2326

0, I	
$\pi/2$	плавающая
$\pi$	- " -
$2\pi$	- " -
I0	- " -
I	- " -
2	- " -
3	- " -
I/2	- " -
I/3	- " -
I/6	- " -
$180/r$	- " -
$\ln 2$	- " -
$\rightarrow KZ$	

Выдача результатов на печать или перфорацию в восьмеричной или десятичной системах

О П И С А Н И Е

В машине "Минск-2" выдача материала на печать или перфорацию можно производить в восьмеричной или десятичной системах.

СП-00 служит для выполнения этих режимов.

Обращение к СП-00

СП-00 оформлена как стандартная программа в системе МАС-I. Для обращения к СП-00 задаются  $m+2$  подряд идущие строки:

$x-1$	-	3I	00	7400	00I7
$x$	+	00	00	$m-1$	0000
$x+1$	$\delta$	$j\theta$	$i$	$A_n$	$A_m$
$x+2$	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

}  $m$  строк.

где:

- $m$  - количество строк информации ,
- $A_n$  - начало материала в МОЗУ ,
- $A_m$  - конец материала в МОЗУ ,
- $i$  - индексная ячейка ,
- $\left. \begin{matrix} I \\ 2 \\ 4 \end{matrix} \right\}$  I - выдача на печать ,  
2 - выдача на перфорацию с кодом адресным ,  
4 - выдача на перфорацию без кода адресного ,
- $\left. \begin{matrix} 0 \\ I \end{matrix} \right\}$  0 - выдача в десятичной системе ,  
I - выдача в восьмеричной системе ,
- $\left. \begin{matrix} 0 \\ I \end{matrix} \right\}$  0 - после перфорации надо перфорировать "граница" ,  
I - не надо .

В последующих  $(m-1)$ -х строках задается информация аналогично информации в ячейке  $x+1$  . Этот режим необходим для случая, когда мы хотим выдавать информацию из разных ячеек памяти.

6	-	10	00	0000	0042	0-0042
7	-	31	00	2044	2047	
2100	-	30	00	2035	0000	
1	-	10	00	0042	0000	
2	-	34	00	2103	2106	
3	-	60	00	4000	2116	перфор. "гр." для предыдущего пуска
4	-	10	00	0000	0042	0-0042
5	-	31	00	2044	2047	перфор. "0"
6	-	60	00	4000	2116	перфор. "гр."
7	-	30	00	2070	0000	
2110	+	00	00	0013	0000	
1	-	60	00	0400	0000	
2	-	60	00	2000	0000	
3	-	60	00	1400	0000	
4	-	60	00	1000	0000	
5	+	10	00	0000	0000	
6	+	37	00	0000	0000	
7	+	03	00	0000	0000	
2120	+	00	02	0000	0000	
1	+	00	00	0000	0003	
2	+	07	00	0000	0000	
3	+	21	00	0000	0000	
4	-	32	06	1712	1401	7 K Σ

С П - 0 I

Ввод с контролем

О п и с а н и е

СП-0I выполняет функции контроля ввода.

Материал вводится с ячейки  $A_n$ . Если перед вводимой группой чисел пробить адресный код, то информация будет вводиться с этого адреса. В конце массива может стоять контрольная сумма этого массива с обратным кодом.

После ввода сумма, которая получается при вводе, сравнивается с суммой, стоящей

в конце материала. В случае совпадения этих сумм считается, что ввод произведен правильно и происходит возврат на основную программу.

Если не совпадут суммы, то машина сохраняет  $7K\Sigma_1$ , повторяет ввод и получает  $7K\Sigma_2$ . Если  $7K\Sigma_1 = 7K\Sigma_2$ , то считается, что ввод произведен правильно, тогда  $7K\Sigma$  засылается в конец материала (т.е. в ячейку  $A_{n+12}$ ) и выдается на печать  $7K\Sigma$ . Затем происходит возврат на основную программу.

Таким образом, если материал не имеет контрольной суммы, то можно получить ее с помощью СП-0I.

Если  $7K\Sigma_1 \neq 7K\Sigma_2$  при втором вводе, то происходит останов в ячейке 2023 и считается, что ввод не работает.

После "Пуска" произойдет печать контрольной суммы, которая получается при втором вводе, и передача управления на основную программу математика.

При повторном вводе надо передать управление ячейке 2015.

Обращение к СП-0I

СП-0I оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к ней нужно задать две подряд идущие команды:

$\alpha - I$	-	3I	00	7400	0017
$\alpha$	+	0I	i	015 b	$A_n$

где:

$A_n$  - начало материала в МОЗУ;  
 $b = \begin{cases} 0 & \text{при цифровом вводе;} \\ 2 & \text{при вводе текстов;} \end{cases}$   
*i* - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП (12-1) 0037  
 Количество нестандартных констант 0000  
 Рабочая ячейка 0040

2000	+	71	17	0000	7735	0040(+00 0000 $A_n$ )
1	-	30	00	2002	0040	
2	+	71	17	0000	7732	(.0000 015 6 0000)
3	+	63	00	2003	0022	(-5 6 00 0000 0000)
4	+	76	00	0040	2005	
5	+	00	00	0000	0000	
6	-	15	00	0000	0015	0015(+0000 0000 $A_{n+12}$ )
7	-	30	00	2010	0040	$K\Sigma \rightarrow 0040$
2010	+	07	00	7747	0000	
1	-	34	00	2013	2012	
2	-	32	00	2030	2013	
3	-	10	00	2035	2011	
4	-	10	00	2036	2012	
5	-	07	00	0000	0000	
6	-	10	00	0040	0016	$K\Sigma_1 - 0016$
7	-	30	00	2005	0000	$K\Sigma_1 = K\Sigma_2$
2020	+	05	00	0040	0016	
1	-	34	00	2023	2022	
2	-	32	00	2025	2023	
3	-	00	00	0000	0000	останов при $K\Sigma_1 \neq K\Sigma_2$
4	-	30	00	2027	0000	
5	+	05	00	0040	7744	$\neg K\Sigma - A_n + n$
6	-	30	15	2027	0000	
7	-	60	00	1400	0040	печать $K\Sigma$
2030	-	10	00	2033	2011	восстан.
1	-	10	00	2034	2012	
2	-	30	17	0001	0000	выход
3	-	34	00	2013	2012	} $Const.$
4	-	32	00	2030	2013	
5	-	34	00	2020	2012	
6	-	32	00	2030	2020	
7	+	17	00	1511	5361	$\neg K\Sigma$

$$I = m \cdot 2^n$$

$$\sqrt{x} = \sqrt{m \cdot 2^{2p}} \begin{cases} \sqrt{m \cdot 2^{2n}} = \sqrt{m} \cdot 2^n \\ \sqrt{m \cdot 2^{2n+1}} = \sqrt{2m} \cdot 2^n \\ \sqrt{m \cdot 2^{2n+2}} = \sqrt{4m} \cdot 2^n \end{cases}$$

при  $p = 2k$ ,  
 при  $p \geq 2k$  и неч.,  
 при  $p < 2k$  и неч.,

$$\sqrt{x} = \sqrt{z} \cdot 2^n, \text{ где } \frac{1}{2} \leq z < 2,$$

далее используется формула Ньютона:

$$\sqrt{z} = \frac{1}{2} \left( z_n + \frac{z}{z_n} \right), \quad z_0 = \frac{z+1}{2}$$

Обращение к СП-02

СП-02 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1. Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$z-1$	-	31	00	7400	0017
$z$	+	02	00	$x$	$y$

где:

$x$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент;  
 $y$  - адрес ячейки, в которую выдается результат;  
 $i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП  $(n-1)$  0025  
 Количество нестандартных констант 0001  
 Рабочие ячейки 0040-0042  
 Погрешность  $2^{-27}$   
 Ячейки, в которые выдается результат 0041,  $y$

При  $x < 0$  происходит останов. На PI выдается
$$N \quad i \quad x \quad y$$
где  $N$  - номер СП. На  $Sy$  выдается аргумент  $[x]$ .

2000	-	31	00	7575	7601
I	+	71	00	2024	7600
2	-	32	00	2003	2022
3	+	06	00	7600	0040
4	+	37	00	7772	0000
5	-	34	00	2006	2021
6	+	16	00	7772	0041
7	-	10	00	0041	0042
2010	+	45	00	0042	0040
I	+	17	00	0042	0036
2	+	36	00	7772	0041
3	+	27	00	0042	0136
4	-	34	00	2007	2015
5	+	61	00	2011	7600
6	+	67	00	2016	0101
7	+	62	00	2013	0042
2020	-	72	00	0042	0041
I	-	30	00	7607	0041
2	-	00	57	7777	7600
3	+	00	00	0001	0000
4	-	00	00	0000	0076
5	+	13	10	2232	1703

к БЗА<sub>I</sub>,  $X \rightarrow 7600$   
 выдел. зн. (X) и порядка  $/p-1/ = 2K$ .  
 если  $X < 0$ , то останов  
 снять зн. (X) и порядок  $2K$ , получ.  
 $Z = 0040$   
 $\frac{1}{2}Z$   
 если  $\frac{1}{2}Z = 0$ , то ПУ на уход  
 $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}Z = Z_0 \rightarrow 0041$   
 $Z_n \rightarrow 0042$   
 $\frac{Z}{Z_{n-1}}$   
 $\frac{Z}{Z_{n-1}} + Z_{n-1}$   
 $\frac{1}{2}(\frac{Z}{Z_{n-1}} + Z_{n-1}) = Z_n \rightarrow 0041$   
 $Z_n - Z_{n-1}$

сдвиг порядка (X) справа налево  
 сдвиг направо на I разряд, т.е. получ.  
 сдвиг порядка (X) слева направо  
 $\sqrt{X} = \sqrt{Z} \cdot 2^n$   
 $\sqrt{X} \rightarrow 0041$ , уход к БЗР<sub>I</sub>  
 останов при  $X < 0$ , в С<sub>м</sub> - аргумент

7 КС.

С П - 0 3

$e^x$

Описание алгоритма

$e^x$  - вычисляется по формуле

$$e^x = 2^z, \quad x = z \cdot \ln 2, \quad z = \frac{x}{\ln 2}$$

Пусть  $e^x = 2^u \cdot 2^v$ ,

где  $u = \{z\}$ ,  $v = [z]$ , если  $z \geq 0$ , и  $u = \{z\} + 1$ ,  $v = [z] - 1$ , если  $z < 0$ ,  
 $2^u = \sum_{i=0}^u c_i \cdot 2^i$

$$C_0 = 1,000000000, \quad C_1 = 0,555052921 \times 10^{-1}, \quad C_2 = 0,142994307 \times 10^{-3},$$

$$C_3 = 0,693147187, \quad C_4 = 0,961353589 \times 10^{-2}, \quad C_5 = 0,216516055 \times 10^{-4},$$

$$C_6 = 0,240226357, \quad C_7 = 0,134298075 \times 10^{-2},$$

Обращение к СП-03

СП-03 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1. Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

X-I	-	31	00	7400	0017
X	+	03	l	X	y

где:

X - адрес ячейки, в которой находится аргумент,  
 y - адрес ячейки, в которую выдается результат,  
 l - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0041  
 Количество нестандартных констант 0014  
 Рабочие ячейки 0040-0041  
 Ячейки, в которые выдается результат 0041, y  
 При  $x \geq 63 \cdot \ln 2$  происходит останов. На P1 выдается

+	N	l	X	y
---	---	---	---	---

где N - номер СП. На С<sub>м</sub> выдается аргумент [X].

Погрешность:  $2^{-26}$ .

С П - 0 3

2000	-	31	00	7575	7601	к БЗА <sub>I</sub> X → 7600
I	+	25	00	2040	7600	X - N
2	-	32	00	2003	2004	
3	-	00	57	7777	7600	останов при $X \geq 17$
4	+	34	00	2025	7600	$X \cdot \frac{1}{\ln 2} = Z$
5	+	16	00	2026	0041	$v = [z] - 0041$ , выдел. целой части Z
6	+	24	00	0041	7600	$Z - v = Z - [z] = \{z\} = u \rightarrow 7600$
7	-	32	00	2012	2010	

2010	+	16	00	2036	7600
I	+	24	00	2036	004I
2	-	10	00	2037	00I5
3	-	10	00	2027	0040
4	+	35	00	7600	0040
5	+	16	15	2027	0040
6	-	20	15	20I4	2037
7	-	72	00	2032	004I
2020	+	67	00	004I	0I36
I	+	62	00	2020	004I
2	-	72	00	004I	0040
3	-	30	00	7607	004I
4	+	00	80	00I4	0000
5	+	56	I2	5073	I40I
6	+	00	00	0000	0035
7	+	55	32	0I70	0II7
2030	+	45	37	0276	0II4
I	+	54	00	3364	7III
2	+	47	30	I027	4506
3	+	70	65	4604	3I04
4	+	75	37	6745	7502
5	+	54	27	I030	0400
6	+	40	00	0000	000I
7	+	00	06	000I	0000
2040	+	53	52	6II7	4406
I	+	7I	66	0637	5I42

$$[Z] + 1 = U$$

$$[Z] - 1 = V$$

$$00I5(+00 06 000I 0000)$$

$$C_7 \rightarrow 0040$$

$$C_7, U$$

$$C_7, U + C_0 \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \sum_{i=0}^I C_i U^i = 2^u \rightarrow 0040$$

$$2^5$$

$$2^u \cdot 2^v = e^x$$

$e^x \rightarrow 004I$ , уход к БЗР<sub>I</sub>

$$\frac{1}{\ln 2}$$

константа для выдел. целой части числа

$C_7$

$C_6$

$C_5$

$C_4$

$C_3$

$C_2$

$C_1$

$M$

$7 \text{ КС.}$

С П - 0 4

$\ln x$

Описание алгоритма

$$\ln x = (P - \frac{1}{2}) \ln 2 + U / (C_0 + U^2 (C_1 + U^2 (C_2 + U^2 C_3)))$$

где

$$I = x \cdot 2^p$$

$$\frac{1}{2} \leq x_1 < 1$$

$$U = \frac{I_1 - \frac{I_2}{2}}{I_1 + \frac{I_2}{2}}$$

$$B_0 = 2,000000000$$

$$B_2 = 0,666669440$$

$$B_1 = 0,399659069$$

$$B_3 = 0,301706947$$

Обращение к СП-04

СП-04 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к этой программе нужно задать две подряд идущие команды:

$x - I$	-	3I	00	7400	00I7
$x$		04	I	I	U

где:

$x$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент

$u$  - адрес ячейки, в которую выдается результат

$i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0035  
 Количество нестандартных констант 0006  
 Рабочие ячейки 0040-004I  
 Ячейки, в которые выдается результат 004I  
 Если  $x \leq 0$ , то происходит останов -00 57 7777 7600.  
 На PI выдается

0	N	I	x	u
---	---	---	---	---

где  $N$  - номер СП, аргумент  $[x]$  выдается на См.

Погрешность

$$2^{-26}$$

С П - 0 4

2000	-	3I	00	7575	760I	к БЗР <sub>I</sub> $x \rightarrow 7600$
I	+	7I	00	7760	7600	выдел. мантиссы $x$ ,
2	-	32	00	2003	2004	
3	-	34	00	2005	2004	
4	-	00	57	7777	7600	останов при $x \leq 0$
5	+	I6	00	2027	0040	$x_1 + \frac{I_2}{2} \rightarrow 0040$ .



6	+	27	00	2030	0036
7	+	46	00	0040	0040
2010	+	36	00	0040	0041
1	+	37	00	2031	0006
2	+	17	00	2032	0000
3	+	37	00	0041	0000
4	+	17	00	2033	0000
5	+	37	00	0041	0000
6	+	17	00	2034	0000
7	+	36	00	0040	0040
2020	+	61	00	2006	7600
1	+	26	00	7710	0041
2	-	72	00	2011	0041
3	+	37	00	7776	0000
4	+	17	00	0040	0000
5	-	30	00	7607	0041
6	+	00	00	0006	0000
7	+	55	20	2363	1400
2030	+	55	20	2363	1401
1	+	46	47	4525	2101
2	+	63	12	0035	0501
3	+	52	52	5331	1400
4	+	40	00	0000	0002
5	+	40	13	4630	5140

$$x_i = \frac{x_i - \frac{\pi}{2}}{2}$$

$$u = \frac{x_i - \frac{\pi}{2}}{2} \rightarrow 0040$$

$$u^2 = \frac{(x_i - \frac{\pi}{2})^2}{4}$$

$$b_1 u^2$$

$$b_2 u^2 + b_3$$

$$(b_3 u^2 + b_2) u^2$$

$$(b_3 u^2 + b_2) u^2 + b_1$$

$$((b_3 u^2 + b_2) u^2 + b_1) u^2 + b_0$$

$$(((b_3 u^2 + b_2) u^2 + b_1) u^2 + b_0) u \rightarrow 0040$$

сдвиг налево 36 р.

$$P = \frac{1}{2}$$

$$(P - \frac{1}{2}) \ln 2$$

$$(P - \frac{1}{2}) \ln 2 + u(b_0 + u^2(b_1 + u^2(b_2 + u^2(b_3))))$$

$$\ln x \cdot 0041, \text{ уход в БЗР}_1$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$b_3$$

$$b_2$$

$$b_1$$

$$b_0$$

7 КЭ.

С П - 0 5

Sin X

Описание алгоритма

Для вычисления Sin X сводим аргумент к отрезку  $(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$

$$Z = \begin{cases} X & \text{при } |X| < \frac{\pi}{2} \\ \left\lfloor \frac{X - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\rfloor \cdot 2\pi + \left| X - \frac{\pi}{2} \right| - \frac{\pi}{2} & \text{при } |X| \geq \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$Z \in (-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$$

$$\sin Z = Z \cdot \sum_{i=0}^{\infty} c_{2i} u^i \cdot Z^{2i}$$

$$C_1 = 1,000000000$$

$$C_3 = 0,166666667$$

$$C_5 = 0,833333005 \times 10^{-2}$$

$$C_7 = -0,198407519 \times 10^{-3}$$

$$C_9 = 0,275201999 \times 10^{-5}$$

$$C_{11} = 0,238080000 \times 10^{-7}$$

Обращение к СП-05

СП-05 оформлена как стандартная программа в системе ММС-I.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

x	-	31	00	7400	0017
x	+	05	i	X	y

где:

- x - адрес ячейки, в которой находится аргумент,
- y - адрес ячейки, в которую выдается результат,
- i - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП	(n-1)	0037
Количество нестандартных констант		0010
Рабочие ячейки		0040-0041
Ячейки, в которые выдается результат		0041, y
Погрешность		2 <sup>-27</sup>

С П - 0 5

2000	-	31	00	7575	7601
1	+	55	00	7763	7600
2	-	32	00	2003	2012
3	+	25	00	7763	7600
4	+	46	00	7765	0040
5	+	17	00	2035	0000
6	+	57	00	0040	0000
7	+	37	00	7765	0000

к БЗР<sub>1</sub> X — 7600

$$|X| - \frac{\pi}{2}$$

если  $|X| < \frac{\pi}{2} -$ ,  $|X| \geq \frac{\pi}{2} +$ .

$$X - \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{X - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \rightarrow 0040$$

$$\left\lfloor \frac{X - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\rfloor$$

$$\left\lfloor \frac{X - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\rfloor \cdot 2\pi + \left| X - \frac{\pi}{2} \right| - \frac{\pi}{2}$$

$$\left\lfloor \frac{X - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\rfloor \cdot 2\pi$$

2010	+	57	00	7764	0000	$\left\lfloor \frac{z-\frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\rfloor 2\pi - \frac{\pi}{2}$
I	+	56	00	7763	7600	$\left\lfloor \frac{z-\frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\rfloor \cdot 2\pi - \frac{\pi}{2} = z \rightarrow 7600$
2	+	35	00	7600	7600	$z^2$
3	-	30	00	2014	0040	$z^2 \rightarrow 0040$
4	-	10	00	2036	0015	0015(+00 04 0001 0000)
5	-	10	00	2027	0041	$C_n \rightarrow 0041$
6	+	35	00	0040	0041	$C_n z^2$
7	+	16	15	2027	0041	$C_n z^2 + C_9$
2020	-	20	15	2016	2036	$\left. \begin{matrix} C_n z^2 + C_9 \\ C_n z^2 + C_9 \end{matrix} \right\} \sum_{i=0}^5 C_i z^{2i} \rightarrow 0041$
I	+	34	00	7600	0041	$z \sum_{i=0}^5 C_i z^{2i} = \sin z \rightarrow 0041$
2	+	57	00	7702	0000	$ \sin z $
3	-	32	00	2024	2025	
4	+	70	00	7702	0041	
5	-	30	00	7607	0000	$\sin z \rightarrow 0041, \text{ к БЗР}_1$
6	+	00	00	0010	0000	
7	-	63	10	1130	4131	$C_n$
2030	+	56	12	7527	7522	$C_9$
I	-	64	00	5634	7514	$C_7$
2	+	42	10	4205	0106	$C_5$
3	-	52	00	5252	5502	$C_3$
4	+	40	00	0000	0001	$C_1$
5	+	00	00	0000	0035	
6	+	00	04	0001	0000	
7	+	63	15	0533	1246	$N \Sigma$

С П - 0 6

$\arcsin X$

Описание алгоритма

$\arcsin X$  вычисляется по формуле

$$\arcsin X = \text{Sign}|X| \cdot \arcsin|X|;$$

если  $|x| \leq \frac{\sqrt{2}}{2}$ , то  $\arcsin|x| = (\dots(C_0 x^2 + C_9)x^2 + \dots + C_1)x^2 + C_0|X|; (I)$

если  $\frac{\sqrt{2}}{2} < |x| \leq 1$ , то  $\arcsin|x| = \frac{\pi}{4} - \arcsin \sqrt{1-x^2}$ ;

$\arcsin \sqrt{1-x^2}$  вычисляется по формуле (I);

если  $|x| > 1$ , то наступает останов.

- $C_0 = 1,000000000$ ,  $C_4 = 0,317526509 \times 10^{-1}$ ,  $C_8 = 0,328897662$ ,
- $C_1 = 0,166666576$ ,  $C_5 = 0,117658281 \times 10^{-1}$ ,  $C_9 = -0,350204119$ ,
- $C_2 = 0,750046065 \times 10^{-1}$ ,  $C_6 = 0,692126188 \times 10^{-1}$ ,  $C_{10} = 0,197405033$ ,
- $C_3 = 0,445358425 \times 10^{-1}$ ,  $C_7 = -0,148210983$ ,

Обращение к СП-06

СП-06 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$x-1$	-	31	00	7400	0017
$x$		06	1	$x$	$y$

где:

- $x$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент,
- $y$  - адрес ячейки, в которую выдается результат,
- $1$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

- Длина СП ( $n-1$ ) 0056
- Количество нестандартных констант 0015
- Рабочие ячейки 0040-0043
- Ячейки, в которые выдается результат 0041,  $y$
- При  $|x| > 1$  происходит останов. На Р1 выдается

+	N	1	x	y
---	---	---	---	---

где N - номер СП, а на С<sub>m</sub> выдается аргумент [x]

Погрешность  $2^{-25}$

С П - 0 6

2000	-	31	00	7575	7601	к БЗР <sub>1</sub> $x \rightarrow 7600$
I	+	55	00	7600	7767	$1 -  x $
2	-	32	00	2004	2003	$1 <  x $ останов
3	-	00	57	7777	7600	останов при $ x  > 1$
4	-	10	00	0000	0041	0-0041
5	-	12	00	7600	0040	$ x  - 0040$
6	+	25	00	0040	2041	$\frac{\sqrt{2}}{2} -  x $

7	-	32	00	2025	2010
2010	-	11	00	7763	0041
1	+	35	00	7600	7600
2	+	26	00	7767	0042
3	-	12	00	0042	0042
4	+	36	00	7772	0040
5	-	34	00	2016	2035
6	+	16	00	7772	0040
7	-	10	00	0040	0043
2020	+	45	00	0043	0042
1	+	17	00	0043	0000
2	+	36	00	7772	0040
3	+	27	00	0043	0000
4	-	34	00	2017	2027
5	+	35	00	0040	0040
6	-	30	00	2027	0042
7	-	10	00	2042	0015
2030	-	10	00	2043	0043
1	+	35	00	0043	0042
2	+	16	15	2043	0043
3	-	20	15	2031	2042
4	+	35	00	0040	0043
5	+	16	00	0041	0041
6	-	14	00	7600	0041
7	-	30	00	7607	0000
2040	+	00	00	0015	0000
1	+	55	20	2363	1400
2	+	00	11	0001	0000
3	+	62	42	2213	4102
4	-	54	64	6764	2501
5	+	52	06	2506	2101
6	-	45	74	2236	5502
7	+	43	33	7530	3503

если  $\frac{\sqrt{2} \angle / x}{2}$ , то  $+\frac{\sqrt{2} \angle / x}{2} \leq 1$   
 $-\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow 0041$   
 $x^2$   
 $x^2 - 1$   
 $|x^2 - 1| = y \rightarrow 0042$   
 $\frac{1}{2} y$   
 $y \neq 0$   
 $\frac{1}{2} y + \frac{1}{2} = y_0 \rightarrow 0040$   
 $y_{n-1} \rightarrow 0043$   
 $\frac{y}{y_{n-1}}$   
 $\frac{y}{y_{n-1}} + y_{n-1}$   
 $\frac{1}{2} (\frac{y}{y_{n-1}} + y_{n-1}) = y_n \rightarrow 0040 \sqrt{1-x^2}$   
 $y_n - y_{n-1}$   
 $x^2 \rightarrow 0042$   
 $0015 (+00 11 0001 0000)$   
 $L_{10} \rightarrow 0043$   
 $L_{10} x^2 \rightarrow 0043$   
 $\arcsin |x|$      $\arcsin \sqrt{1-x^2}$   
 $\arcsin |x| \neq 0$  или  $\arcsin \sqrt{1-x^2} - \frac{\pi}{2}$   
 $\text{sign } x \cdot \arcsin |x| = \arcsin x$   
к БЗР<sub>I</sub>  
 $\frac{\sqrt{2}}{2}$   
 $L_{10}$   
 $L_9$   
 $L_8$   
 $L_7$   
 $L_6$

2050	+	60	14	2565	6506	$L_5$
1	+	40	40	7421	2504	$L_4$
2	+	55	46	5467	1504	$L_3$
3	+	46	31	6003	7103	$L_2$
4	+	52	52	5244	4502	$L_1$
5	+	40	00	0000	0001	$L_0$
6	-	04	01	2735	0757	HE

С П - 0 7

cos X

Описание алгоритма

$$\cos X = \sin X / (\frac{\pi}{2} - X)$$

Обращение к СП-07

СП-07 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$x-1$	-	31	00	7400	0017
$x$	+	07	1	X	Y

где:

$x$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент,  
 $y$  - адрес ячейки, в которую выдается результат,  
 $i$  - индексная ячейка.

## Характеристика программы

Длина СП (n-1)    0041  
Количество нестандартных констант    0010  
Рабочие ячейки    0040-0041  
Ячейки, в которые выдается результат    0041, Y  
Погрешность     $2^{-27}$

С П - 0 7

2000	-	31	00	7575	7601	к БЗР <sub>I</sub> X → 7600
1	+	25	00	7600	7763	
2	-	30	00	2003	7600	$\frac{\sqrt{2}}{2} - x = y$

3	+	57	00	7763	0000
4	-	32	00	2005	2014
5	+	25	00	7763	7600
6	+	46	00	7765	7600
7	+	17	00	2037	0000
2010	+	57	00	7600	0000
1	+	37	00	7765	0000
2	+	57	00	7764	0000
3	+	56	00	7763	7600
4	+	35	00	7600	7600
5	-	30	00	2016	0040
6	-	10	00	2040	0015
7	-	10	00	2031	0041
2020	+	35	00	0040	0041
1	+	16	15	2031	0041
2	-	20	15	2020	2040
3	+	34	00	7600	0041
4	+	57	00	2036	0000
5	-	32	00	2026	2027
6	+	70	00	7702	0041
7	-	30	00	7607	0000
2030	+	00	00	0010	0000
1	-	63	10	1130	4131
2	+	56	12	7527	7522
3	-	64	00	5634	7514
4	+	42	10	4205	0106
5	-	52	52	5252	5502
6	+	40	00	0000	0001
7	+	00	00	0000	0035
2040	+	00	04	0001	0000
1	-	04	13	5012	1514

$$|y| - \frac{\pi}{2}$$

$$y - \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{y - \frac{\pi}{2}}{2\pi}$$

$$\left[ \frac{y - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right] - \left\{ \frac{y - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\}$$

$$-\left\{ \frac{y - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\} \cdot 2\pi$$

$$\left\{ \frac{y - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\} \cdot 2\pi - \pi$$

$$\left\| \left\{ \frac{y - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\} \cdot 2\pi - \pi \right| - \frac{\pi}{2} = z \rightarrow 7600$$

$$z^2 \rightarrow 0040$$

$$0015(+00\ 04\ 0001\ 0000)$$

$$C_n \rightarrow 0041$$

$$C_n z^2$$

$$C_n z^2 + C_9 \rightarrow 0041$$

$$z \cdot \sum_{i=0}^n C_{2i+1} z^{2i} = \sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos x$$

$\cos x \rightarrow 0041$ , к БЗР<sub>I</sub>

$C_n$   
 $C_9$   
 $C_7$   
 $C_5$   
 $C_3$   
 $C_1$

7 КЭ.

СП - I O

$\sin x$  и  $\cos x$ .

Описание алгоритма

Для вычисления  $\sin x$  сводим аргумент к отрезку  $(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$

$$\left\| \left\{ \frac{x - \frac{\pi}{2}}{2\pi} \right\} \cdot 2\pi - \pi \right| - \frac{\pi}{2}$$

при  $|x| < \frac{\pi}{2}$ ,  
при  $|x| \geq \frac{\pi}{2}$ ,

то  $z \in (-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ .

$$\sin z = z \cdot \sum_{i=0}^n C_{2i+1} \cdot z^{2i}$$

$$a \cos x = \sqrt{1 - \sin^2 x}$$

$$C_1 = 1,000000000,$$

$$C_3 = -0,166666667,$$

$$C_5 = 0,833333005 \times 10^{-2},$$

$$C_7 = -0,198407519 \times 10^{-3},$$

$$C_9 = 0,275201999 \times 10^{-5},$$

$$C_{11} = -0,238080000 \times 10^{-7}.$$

Обращение к СП-I O

СП-I O оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$x-1$	-	31	00	7400	0017
$x$	+	10	i	I	y

где:

$x$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент,  
 $y$  - адрес ячейки, в которую выдается результат,  
 $i$  - индексная ячейка.  
 $\cos x$  будет выдан на СМ.

Характеристика программы

Длина СП  $(n-1)$  0071,  
Количество нестандартных констант 0011,  
Рабочие ячейки 0040-0043,  
Ячейки, в которые выдается результат, 0041,  $y - \sin x$ ,  $C_n - \cos x$ .  
Погрешность  $2^{-27}$ .

2000	-	3I	00	7575	760I	$\Re \text{EBA}_I \quad x \rightarrow 7600$
I	+	55	00	7763	7600	$ x  - \frac{\pi}{2}$
2	-	32	00	2003	20I2	
3	+	25	00	7763	7600	$x - \frac{\pi}{2}$
4	+	46	00	7765	7600	$\frac{x-\pi/2}{2\pi}$
5	+	17	00	206I	0000	$[\frac{x-\pi/2}{2\pi}]$
6	+	57	00	7600	0000	$ \lfloor \frac{x-\pi/2}{2\pi} \rfloor - \lfloor \frac{x-\pi/2}{2\pi} \rfloor  = -\lfloor \frac{x-\pi/2}{2\pi} \rfloor$
7	+	37	00	7765	0000	$-\lfloor \frac{x-\pi/2}{2\pi} \rfloor \cdot 2\pi$
20I0	+	57	00	7764	0000	$\lfloor \frac{x-\pi/2}{2\pi} \rfloor \cdot 2\pi - \pi$
I	+	56	00	7763	7600	$\lfloor \frac{x-\pi/2}{2\pi} \rfloor \cdot 2\pi - \pi - \frac{\pi}{2} = z$
2	+	35	00	7600	7600	$z^2 \rightarrow 0040$
3	-	30	00	20I4	0040	
4	-	10	00	2062	00I5	00I5(+00 04 000I 0000)
5	-	10	00	2053	004I	$C_n \rightarrow 004I$
6	+	35	00	0040	004I	$C_n z^2$
7	+	16	I5	2053	004I	$C_n z^2 + C_9 \rightarrow 004I$
2020	-	20	I5	20I6	2062	
I	+	34	00	7600	004I	$z \cdot \sum_{i=0}^1 C_{2i} z^{2i} = \sin z \rightarrow 004I$
2	+	57	00	7702	0000	$ \sin z  - 1$
3	-	32	00	2024	2025	
4	+	70	00	7702	004I	$\text{Sh } x \rightarrow 004I$
5	+	35	00	004I	004I	$\sin^2 x$
6	+	26	00	7767	7600	$\sin^2 x - 1$
7	-	II	00	7600	7600	$-(\sin^2 x - 1) = 1 - \sin^2 x = y \rightarrow 7600$
2030	+	73	00	2063	0000	выдел. зн.(y) и порядка (p-1)=2K
I	-	32	00	2032	205I	$y < 0$ , то останов
2	+	06	00	7600	0040	снять зн.(y) и порядок 2K, получ. z=0040
3	+	37	00	7772	0000	$\frac{z}{2}$
4	-	34	00	2035	2050	при $z=0$ , уход
5	+	16	00	7772	0042	$\frac{z+i}{2} = z_0 \rightarrow 0042$
6	-	10	00	0042	0043	$z_{n+1} \rightarrow 0043$
7	+	45	00	0043	0040	$\frac{z}{z_{n-1}}$
2040	+	17	00	0043	0036	$\frac{z}{z_{n-1}} + z_{n-1}$
I	+	36	00	7772	0042	$\frac{z}{z_{n-1}} + z_{n-1} = z_n \rightarrow 0042$
2	+	27	00	0043	0I36	$z_n - z_{n-1}$

3	-	34	00	2036	2044	
4	+	6I	00	2040	7600	сдвиг порядка (y) справа налево
5	+	67	00	2045	0I0I	сдвиг на I p. вправо, получ. K
6	+	62	00	2042	0043	сдвиг порядка слева направо
7	-	72	00	0043	0042	$\sqrt{x} = \sqrt{z} \cdot z^k = \sqrt{1 - \sin^2 x} = \cos x$
2050	-	30	00	2064	7667	$\cos x \rightarrow 7667$ к БЗР <sub>I</sub>
I	-	00	57	7777	7600	останов при $1 - \sin^2 x < 0$ , $\sin x \rightarrow 004I$
2	+	00	00	00II	0000	$1 - \sin^2 x \rightarrow \text{СМ}$
3	-	63	IO	II30	4I3I	$C_{II}$
4	+	56	I2	7527	7522	$C_9$
5	-	64	00	5634	75I4	$C_7$
6	+	42	IO	4205	0I06	$C_5$
7	-	52	52	5252	5502	$C_3$
2060	+	40	00	0000	000I	$C_1$
I	+	00	00	0000	0035	
2	+	00	04	000I	0000	
3	-	00	00	0000	0076	
4	+	55	00	7763	7600	
5	-	32	00	2056	2057	
6	-	II	00	0042	0042	
7	-	30	00	7607	7667	
2070	-	II	22	62I0	2553	$\neg K \Sigma$

С П - I I

tg x

Описание алгоритма

Для вычисления tg x сводим аргумент к отрезку  $(-\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4})$ ,

$$z = \left\{ \left| \left\{ \frac{x - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \pi - \frac{\pi}{2} \right| - \frac{\pi}{4} \right. \quad \text{при } |x| < \frac{\pi}{4},$$

$$\left. \frac{\pi}{4} \right\} \quad \text{при } |x| \geq \frac{\pi}{4},$$

$$tg z = \frac{z}{x \operatorname{ctg} z}, \quad z \operatorname{ctg} z = \sum_{i=0}^6 C_{2i} z^{2i},$$

тогда

$$tg x = \begin{cases} \frac{tg z}{tg z} & \text{если } t \geq 0, \\ \frac{tg z}{tg z} & \text{если } t < 0, \end{cases} \quad \text{где } t = \left( \left\{ \frac{x - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \pi - \frac{\pi}{2} \right) \left\{ \frac{x - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\},$$

$$C_0 = 1, 000000000, \quad C_4 = -0,222222702 \times 10^{-1}, \quad C_8 = -0,2I2676662 \times 10^{-3},$$

$$C_2 = -0,333333336, \quad C_6 = -0,2II603899 \times 10^{-2}, \quad C_{10} = -0,199240049 \times 10^{-4},$$

$$C_{12} = -0,3I394I055 \times 10^{-5}.$$

Обращение к СП-II

СП-II оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$x-1$	-	3I	00	7400	00I7
$x$	+	II	L	X	Y

где:

- $x$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент
- $y$  - адрес ячейки, в которую выдается результат
- $L$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ )	0045
Количество нестандартных констант	00I2
Рабочие ячейки	0040-0042
Ячейки, в которые выдается результат	004I, Y
Погрешность	2-26

СП - I I

2000	-	3I	00	7575	760I	к БЗА <sub>I</sub> X → 7600
I	+	55	00	2033	7600	$ x  - \frac{\pi}{4}$
2	-	32	00	202I	2003	
3	-	10	00	2033	004I	$\frac{\pi}{4} \rightarrow 004I$ при $ x  < \frac{\pi}{4}$
4	+	35	00	7600	7600	$z^2$
5	-	30	00	2006	0040	$z^2 \rightarrow 0040$
6	-	10	00	2043	00I5	00I5(+0005 000I 0000)
7	-	10	00	2034	0042	$C_{12} \rightarrow 0042$
20I0	+	35	00	0040	0042	$C_{12} z^2$
I	+	16	I5	2034	0042	$C_{12} z^2 + C_{10} \rightarrow 0042$ } $\sum_{i=0}^6 C_{2i} z^{2i} \rightarrow 0042$ $z \cdot \text{ctg } z$
2	-	20	I5	20I0	2043	
3	-	10	00	004I	0000	$t \geq 0$
4	-	32	00	20I5	20I7	
5	+	45	00	0042	7600	$\frac{z}{z \cdot \text{ctg } z} = \text{tg } z = \text{tg } X$ при $t \geq 0$

6	-	30	00	2020	0000
7	+	45	00	7600	0042
2020	-	30	00	7607	004I
I	+	25	00	2033	7600
2	+	46	00	7764	004I
3	+	16	00	2044	0040
4	+	24	00	0040	004I
5	+	37	00	7764	0000
6	+	56	00	7763	0040
7	+	36	00	004I	004I
2030	+	55	00	2033	0040
I	-	30	00	2004	7600
2	+	00	00	00I2	0000
3	+	62	20	7732	5000
4	-	64	52	725I	5I22
5	-	5I	62	II7I	45I7
6	-	67	60	0764	75I4
7	-	42	52	6476	2II0
2040	-	55	40	5572	4I05
I	-	52	52	5252	6I0I
2	+	40	00	0000	000I
3	+	00	05	000I	0000
4	+	00	00	0000	0035
5	+	13	02	075I	7446

$\frac{z \cdot \text{ctg } z}{z} = \frac{1}{\text{ctg } z} = \text{tg } X$  ПРИ  $t < 0$   
 $\text{tg } X \rightarrow 004I$ , уход к БЗР<sub>I</sub>  
 $X - \frac{\pi}{4}$   
 $\frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \rightarrow 004I$   
 $\left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \rightarrow 0040$   
 $\left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \rightarrow 004I$   
 $\left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \cdot \pi$   
 $\left| \left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \cdot \pi \right| - \frac{\pi}{4} \rightarrow 0040$   
 $t = \left( \left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \cdot \pi \right) - \frac{\pi}{4} \left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \rightarrow 004I$   
 $\left| \left\{ \frac{X - \frac{\pi}{4}}{\pi} \right\} \cdot \pi \right| - \frac{\pi}{4} = z$   
 $z \rightarrow 7600$

- $\frac{\pi}{4}$
- $C_{12}$
- $C_{10}$
- $C_8$
- $C_6$
- $C_4$
- $C_2$
- $C_0$
- 7KZ

СП - I 2

arc tg x

Описание алгоритма

arctg X вычисляется по формуле

$$\text{arctg } X = \begin{cases} \text{sign } X \cdot \text{arctg } x \\ \text{sign } X \cdot \left( \frac{\pi}{2} - \text{arctg } z \right) \end{cases}$$

где  $\text{arctg } z = z \sum_{i=0}^{\infty} C_{2i} z^{2i}$

- при  $|x| < 1$
- при  $|x| > 1$
- при  $|x| < 1$
- при  $|x| > 1$

а  $z = \begin{cases} |x| \\ \frac{1}{|x|} \end{cases}$

$C_1 = 0,999999997$  ,  $C_9 = 0,110179121$  ,  $C_{17} = 0,197433753 \times 10^{-1}$  ,  
 $C_3 = -0,333332924$  ,  $C_{11} = -0,867899169 \times 10^{-1}$  ,  $C_{19} = -0,607387640 \times 10^{-1}$  ,  
 $C_5 = 0,199989259$  ,  $C_{13} = 0,647029924 \times 10^{-1}$  ,  $C_{21} = 0,876609469 \times 10^{-2}$  ,  
 $C_7 = -0,142724394$  ,  $C_{15} = -0,411720744 \times 10^{-1}$  ,

Обращение к СП-12

СП-12 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$z-1$	-	3I	00	7400	0017
$z$	+	I2	i	I	y

где:

$I$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент,  
 $y$  - адрес ячейки, в которую выдается результат,  
 $i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ ) 0040  
 Количество нестандартных констант 0014  
 Рабочие ячейки 0040-0043  
 Ячейки, в которые выдается результат 0041,  $y$   
 Погрешность  $2^{-26}$

СП - I 2

2000	-	3I	00	7575	760I	к БЗР <sub>I</sub> I → 7600
I	-	10	00	0000	004I	0 → 004I
2	-	12	00	7600	0040	$ x  \rightarrow 0040$
3	+	27	00	7767	0000	$ x  - 1$
4	-	32	00	2005	2010	
5	-	10	00	7763	004I	
6	+	45	00	0040	7767	$\frac{1}{ x } \rightarrow 0041$ $\frac{1}{ x } = z \rightarrow 0040$ } при $ x  \geq 1$
7	-	30	00	2010	0040	
2010	-	10	00	2024	0015	0015(+00 II 000I 0000)
I	+	35	00	0040	0040	$z^2 \rightarrow 0042$
2	-	30	00	2013	0042	

3	-	10	00	2025	0043	
4	+	35	00	0042	0043	
5	+	16	I5	2025	0043	
6	-	20	I5	2014	2024	
7	+	35	00	0040	0043	
2020	+	26	00	004I	004I	
I	-	14	00	7600	004I	
2	-	30	00	7607	0000	
3	+	00	00	0014	0000	
4	+	00	II	000I	0000	
5	+	7I	34	6104	0012	$C_{21}$
6	-	6I	60	3536	2107	$C_{19}$
7	+	50	33	6333	7505	$C_{17}$
2030	-	52	I2	2014	4504	$C_{15}$
I	+	4I	10	I400	5103	$C_{13}$
2	-	54	33	735I	6503	$C_{11}$
3	+	70	32	2627	3103	$C_9$
4	-	44	42	3127	7502	$C_7$
5	+	63	I4	4774	0102	$C_5$
6	-	52	52	5234	750I	$C_3$
7	+	77	77	7777	7400	$C_1$
2040	-	0I	II	6777	7025	7KЭ

$$\left. \begin{aligned} C_{21} &\rightarrow 0043 \\ C_{21} z^2 & \\ C_{21} z^2 + C_{19} &\rightarrow 0043 \end{aligned} \right\} \sum_{i=0}^{10} C_{21+i} z^{2i} \rightarrow 0043.$$

$$z \sum_{i=0}^{10} C_{21+i} z^{2i} = \operatorname{arctg} z.$$

$$\operatorname{arctg} z - \frac{z}{2}$$

$$\operatorname{arctg} z \rightarrow 0041$$

к БЗР<sub>I</sub>

СП - I 3

$I^y$

Описание алгоритма

$I^y$  вычисляется по формуле

$$I^y = e^{y \ln x}$$

Обращение к СП - I3.

СП-13 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

$z-1$	-	3I	00	7400	0017
$z$	+	I3	i	I	y

где:

$x, y$  - адреса ячеек, в которых находятся аргументы,  
 004I - адрес ячейки, в которую выдается результат,  
 $i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина программы (n-1) 0073  
 Количество нестандартных констант 002I  
 Рабочие ячейки 0040-0042  
 Ячейки, в которые выдается результат 004I, См.  
 При " $x \neq 0$  или " $y \cdot \ln x \geq M$ " и " $x > 0$ " происходит останов. На См и на PI будут стоять соответственно аргументы  $x$  и  $y$ . Здесь  $M=178865.2421875$   
 Погрешность  $2^{-26}$ .

С П - I З

2000	-	3I	00	7575	760I	к БЗА <sub>1</sub> $x \rightarrow 7600$
I	+	7I	00	7760	7600	выдел. $x$
2	-	32	00	2003	2004	
3	-	34	00	2005	2004	
4	-	00	00	7604	7600	Останов при $x \leq 0$ или $y \cdot \ln x \geq M$ $y \rightarrow P_1$
5	+	16	00	2052	0040	$x, +\frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow 0040$
6	+	27	00	2053	0036	$x, -\frac{\sqrt{2}}{2}$
7	+	46	00	0040	0040	$\frac{x - \frac{\sqrt{2}}{2}}{x + \frac{\sqrt{2}}{2}} = u \rightarrow 0040$
2010	+	36	00	0040	004I	$u^2 \rightarrow 004I$
I	+	37	00	2054	0006	$b_3 u^2$
2	+	17	00	2055	0000	$b_3 u^2 + b_2$
3	+	37	00	004I	0000	$( ) u^2$
4	+	17	00	2056	0000	$+ b_1$
5	+	37	00	004I	0000	$( ) u^2$
6	+	17	00	2057	0000	$+ b_0$
7	+	36	00	0040	0040	$u/b_0 + u^2/b_1 + u^4/b_2 + u^6/b_3 \rightarrow 0040$
2020	+	6I	00	2006	7600	
I	+	26	00	7710	004I	$P - \frac{1}{2}$
2	-	72	00	201I	004I	

3	+	37	00	7776	0000
4	+	16	00	004C	004I
5	-	3I	00	7602	7606
6	+	34	00	7604	004I
7	+	27	00	2060	0000
2030	-	32	00	2004	203I
I	+	44	00	7776	004I
2	+	16	00	206I	0040
3	+	24	00	0040	004I
4	-	32	00	2037	2035
5	+	16	00	207I	004I
6	+	24	00	207I	0040
7	-	10	00	2072	0015
2040	-	10	00	2062	0042
I	+	35	00	004I	0042
2	+	16	15	2062	0042
3	-	20	15	204I	2072
4	-	72	00	2065	0040
5	+	67	00	0040	0I36
6	+	62	00	2045	0040
7	-	72	00	0040	0042
2050	-	30	00	7613	004I
I	+	00	00	002I	0000
2	+	55	20	2363	1400
3	+	55	20	2363	140I
4	+	46	47	4525	210I
5	+	63	12	0035	050I
6	+	52	52	533I	1400
7	+	40	00	0000	0002
2060	+	53	52	6117	4406
I	+	00	00	0000	0035
2	+	55	32	0170	0117
3	+	45	37	0276	0114
4	+	54	00	3364	711I
5	+	47	30	1027	4506

$(P - \frac{1}{2}) \ln 2$   
 $\ln x = (P - \frac{1}{2}) \ln 2 + u/b_0 + u^2/b_1 + u^4/b_2 + u^6/b_3 \rightarrow 004I$   
 $y \rightarrow 7604$   
 $\bar{x} = y \cdot \ln x \rightarrow 004I$   
 $\bar{x} - M$   
 $\frac{\bar{x}}{\ln 2} = z \rightarrow 004I$   
 выделение целой части  $z$ , т.е.  $v = [z] \rightarrow 0040$   
 $z - v = u = \{z\} \rightarrow 004I$   
 $\{z\} + 1 = u \rightarrow 004I$  при  $z < 0$   
 $\{z\} - 1 = v \rightarrow 0040$   
 $0015 (+00 06 000I 0000)$   
 $C_1 \rightarrow 0042$   
 $C_1, u$   
 $C_1, u + C_0 \rightarrow 0042$  }  $\sum_{i=0}^z C_i u^i = 2^u \rightarrow 0042$   
 $2^v$   
 $e^z = e^u \cdot 2^v$   
 $x^y \rightarrow 004I$  и ПУ в БЗР<sub>2</sub>  
 $\frac{\sqrt{2}}{2}$   
 $\sqrt{2}$   
 $b_3$   
 $b_2$   
 $b_1$   
 $b_0$   
 $M$   
 $C_7$   
 $C_6$   
 $C_5$   
 $C_4$



6	+	70	65	4604	3104	$C_5$
7	+	75	37	6745	7502	$C_2$
2070	+	54	27	1030	0400	$C_1$
1	+	40	00	0000	0001	$C_0$
2	+	00	06	0001	0000	
3	-	74	53	3747	2162	$K\Sigma$

С П - I 4

*sh x*

Описание алгоритма

*shx* вычисляется по формуле

$$shx = x \sum_{i=0}^5 C_i x^{2^i}$$

для  $|x| > 1$  очень большая погрешность. Пользоваться СП не рекомендуется

$C_1 = 1,000000000$	$C_7 = 0,198411999 \times 10^{-3}$
$C_2 = 0,166666667$	$C_8 = 0,275600000 \times 10^{-5}$
$C_5 = 0,833333295 \times 10^{-2}$	$C_{11} = 0,249999999 \times 10^{-7}$

Обращение к СП-I4

СП-I4 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

<i>x-1</i>	-	31	00	7400	0017
<i>y</i>	+	I4	i	I	y

где:

- x* - адрес ячейки, в которой находится аргумент,
- y* - адрес ячейки, в которую выдается результат,
- i* - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП ( <i>n-1</i> )	0022.
Количество нестандартных констант	0007.
Рабочие ячейки	0040-0041.
Ячейки, в которые выдается результат	0041, <i>y</i> .

С П - I 4

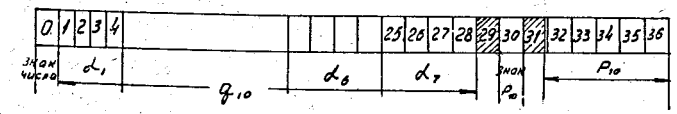
2000	-	31	00	7575	7601	к БЗА <sub>I</sub> $x \rightarrow 7600$
1	+	35	00	7600	7600	
2	-	30	00	2003	0040	$x^2 \rightarrow 0040$
3	-	10	00	2021	0015	0015(+ 00 04 0001 0000)
4	-	10	00	2013	0041	$C_1 \rightarrow 0041$
5	+	35	00	0040	0041	$C_0 x^2$
6	+	16	15	2013	0041	$C_0 x^2 + C_1 \rightarrow 0041$
7	-	20	15	2005	2021	
2010	+	35	00	7600	0041	$x \sum_{i=0}^5 C_i x^{2^i} = shx$
1	-	30	00	7607	0041	$shx \rightarrow 0041$ к БЗР <sub>I</sub>
2	+	00	00	0007	0000	
3	+	65	53	7624	6531	$C_{11}$
4	+	56	17	1670	1522	$C_9$
5	+	64	00	6320	6514	$C_7$
6	+	42	10	4210	1106	$C_5$
7	+	52	52	5252	5502	$C_3$
2020	+	40	00	0000	0001	$C_0$
1	+	00	04	0001	0000	
2	+	54	55	5122	0225	$K\Sigma$

Стандартная подпрограмма для группового перевода чисел из двоичной системы счисления в десятичную

С П - I 5

Описание алгоритма

СП-I5 по машинному двоичному числу  $x_{12} = 2^2 q_2$  выработывает соответствующее двоично-кодированное десятичное число  $x_{10} = 10^{P_{10}} q_{10}$ , которое в разрядной сетке машины расположено следующим образом







Обращение к СП-16

СП-16 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I.

Для обращения к ней необходимо задать три подряд идущие команды:

$x-1$	-	3I	00	7400	00I7
$x$	+	I6	i	$a_n$	$b_n$
$x+1$				$n-1$	

где:

- $a_n$  - первый адрес материала в МОЗУ,
- $b_n$  - первый адрес переведенного материала в МОЗУ,
- $n$  - количество переводимых чисел,
- $i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ )	0I2I
Количество нестандартных констант	00II
Рабочие ячейки	0040-0043.

С П - I 6

2000	-	3I	00	7557	7574	к БЭМ	7600(+00 I5 $a_n$ 0000)
I	+	75	00	767I	7600		7604(+00 I6 0000 $b_n$ )
2	-	30	00	2003	20II		00I5(+xxxx $\Delta_1$ 0000)
3	+	75	00	2II2	7604		00I6(+xxxx 0000 $\Delta_2$ )
4	-	30	00	2005	2076		2076(-I0 I6 004I $b_n$ )
5	+	70	00	773I	00I6		00I6(+00 00 0000 $\Delta_2$ )
6	+	7I	I7	0000	7732		(+00 00 $n-1$ 0000)
7	+	67	00	7754	0000		(+ $n-1$ 0000 0000)
20I0	+	I2	00	00I6	00I6		00I6(+ $n-1$ 0000 $\Delta_2$ )
I	+	00	00	0000	0000		$x_{21} - 7600$
2	+	I0	00	7722	00I5		00I5(+xxxx $\Delta_1$ +10000)
3	-	75	00	0000	0040		0-0040, 004I
4	+	6I	00	2022	7600		сдвиг порядка справа налево
5	-	34	00	20I6	2034		

6	-	32	00	20I7	2022		$P \neq 0$
7	+	I0	00	2I03	0040		$P_0 + 1$
2020	+	45	00	7766	7600		$\frac{x}{10^2}$ при $P > 0$
I	-	30	00	20I4	7600		
2	+	53	00	2I04	0036		$ P -3 P < 0$
3	-	32	00	2024	2027		
4	+	34	00	7766	7600		$x \cdot 10^2$
5	+	20	00	2I03	0040		$P_0 - 1$
6	-	33	00	20I4	2076		
7	+	64	00	7600	7600		$M(x) - 3 \cdot P < 0$
2030	+	53	00	2I05	0000		$ M(x)  -  M(a_1) $
I	-	32	00	2034	2032		
2	+	40	00	2I05	7600		$\frac{M(x)}{M(a_1)}$ } при $(M(x) <  M(a_1) $
3	+	20	00	2I03	0040		$P_0 - 1$
4	-	I0	00	2I06	0042		0042(-74 00 0000 0000)
5	+	30	00	2I07	7600		$x \cdot \frac{10}{16} = \frac{d_1}{16} + \frac{d_2}{10 \cdot 16} \dots$
6	+	72	00	0042	0043		выдел. $x_1 \rightarrow 0043$
7	+	76	00	004I	004I		
2040	+	64	00	2I03	0042		0042(-03 60 6000 0000)
I	+	50	00	0043	7600		$x \cdot \frac{10}{16} - \frac{d_1}{16} = \frac{d_2}{10 \cdot 16} \dots$
2	-	34	00	2035	2043		
3	+	5I	00	2II0	0040		$ P(x)  - 12$
4	-	32	00	2045	2046		
5	+	74	00	2III	0040		
6	+	60	00	2I04	0040		сдвиг порядка справа налево
7	-	I6	00	0040	004I		$x_{10}$
2050	+	73	00	2II3	0000		
I	+	07	00	2II3	0000		если $a_6 a_7 = 99$ , то 0
2	-	34	00	2076	2053		
3	-	I0	00	00I5	0044		
4	-	I0	00	2II4	0042		0042(+00 00 00II 0000)
5	-	I0	00	2II5	0043		0043(+00 00 0006 0000)
6	-	I0	00	2II6	00I5		00I5(+00 05 0000 0000)
7	-	I2	00	004I	0040		$ x  - 0040$

2060	+	71	00	0042	0040	
I	+	07	00	0042	0004	если $a_i = 9$ , то 0
2	-	34	00	2067	2063	
3	+	10	00	0043	0040	
4	+	60	00	206I	0042	0042(+00 00 0220 0000)
5	+	60	00	206I	0043	0043(+00 00 0140 0000)
6	-	20	15	2060	0000	
7	+	10	00	2117	0040	$x + 2^{-28} + 2^{-27} + 2^{-26}$
2070	-	33	00	2073	2071	
I	-	10	00	2120	0040	при переполнении (+04 00
2	-	72	00	004I	0040	
3	-	14	00	004I	0040	
4	-	10	00	0044	0015	
5	-	10	00	0040	004I	
6	+	00	00	0000	0000	
7	-	20	16	2011	772I	
2100	+	20	000	7722	0017	0017(-30 00 $x+2$ 0000)
I	-	30	00	7613	0000	уход в БЭР <sub>2</sub>
2	+	00	00	0016	0000	
3	+	01	00	0000	0104	
4	+	03	00	0000	0136	
5	+	06	31	463I	4632	
6	-	74	00	0000	0000	
7	+	50	00	0000	0000	$\frac{10}{16}$
2110	+	12	00	0000	0000	
I	+	06	00	0000	0000	
2	-	10	00	004I	0000	
3	+	00	00	0011	4400	
4	+	00	00	0011	0000	
5	+	00	00	0006	0000	
6	+	00	05	0000	0000	
7	+	00	00	0000	3400	$2^{-26} + 2^{-27} + 2^{-28}$
2120	+	04	00	0000	000I	
I	-	67	43	345I	3007	$7 \text{ К} \Sigma$

Стандартная подпрограмма для группового перевода чисел из десятичной системы счисления в двоичную

С П - I 7

Описание алгоритма

Десятичное число в разрядной сетке машины задается следующим образом:

0	1	2	3	4						25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
$3^m$	$a_1$					$a_{10}$		$a_8$		$a_7$				$2^n$								$P_0$
$x$																						

СП-I7 рассчитана на перевод семизначных нормализованных десятичных чисел  $X$  в двоичные числа в системе плавающей запятой. Здесь

$$X = 10^p \cdot q$$

Перевод осуществляется следующим образом. Вначале, согласно формуле

$$q = \sum_{i=1}^7 (a_i \cdot 10^{-i}) = \sum_{i=1}^7 \frac{a_i}{10^i} \cdot 10^i$$

десятичная мантисса переводится в двоичную систему. Затем по известной величине  $q$  определяется  $X$ . При  $P > 0$  (или  $P < 0$ ) переведенная мантисса умножается (или делится) на  $10^p$ , до тех пор, пока десятичный порядок не станет равен нулю.

Переведенные двоичные числа ставятся в те же ячейки, где находились соответствующие им десятичные числа.

Обращение к СП-I7

СП-I7 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I. Для обращения к ней нужно задать две подряд идущие команды:

$x-1$	-	31	00	7400	0017
$x$	+	17	$i$	$a_n$	$n-1$

где:

- $a_n$  - начало материала в МОЗУ,
- $n$  - количество материала,
- $i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ )

0056

Количество нестандартных констант 0010  
 Рабочие ячейки 0040-004I.

С П - I 7

2000	-	31	00	7557	7574	к БЭИ 0015 (+00 15 $a_n$ 0000) 7604 (+00 16 0000 $n-1$ )
I	+	75	00	7600	2054	
2	-	30	00	2003	201I	(-10 15 $a_n$ 7600)
3	+	73	00	7732	0000	(+00 00 $a_n$ 0000)
4	+	67	00	7755	0104	(+00 00 0000 $a_n$ )
5	+	76	00	2055	2042	(-10 16 004I $a_n$ )
6	+	70	00	7732	0015	(+00 00 $\Delta$ 0000)
7	+	61	00	2017	7604	( $n-1$ 0000 0000)
2010	+	12	00	0015	0015	( $n-1$ $\Delta$ 0000)
I	+	00	00	0000	0000	$x_{10} \rightarrow 7600$
2	-	30	00	2013	0040	$x_0 \rightarrow 0040$
3	-	10	00	0000	004I	0 $\rightarrow$ 004I
4	-	10	00	2046	0016	0016 (+00 06 0000 0000)
5	+	34	00	2047	004I	$x_{10} \rightarrow 004I$
6	+	71	00	2050	0040	выдел. $\alpha_1$
7	+	67	00	2017	0030	сдвиг справа налево
2020	+	47	00	2053	0036	$\alpha_1 \times \frac{16}{10}$
I	+	16	00	004I	004I	результат сложения в 004I
2	+	64	00	2004	0040	сдвиг $x$ направо на 4 разряда
3	-	20	16	2015	0000	
4	+	71	00	2051	7600	выдел. старшего разр. порядка $(x)$
5	-	34	00	2026	2027	
6	+	50	00	2052	7600	при $P \neq 0$ , то $P-6 \rightarrow P$
7	+	60	00	2020	7600	сдвиг порядка $P$ влево
2030	-	34	00	2031	2040	
I	-	32	00	2032	2035	
2	+	34	00	7766	004I	$M(x) \times 10_{(2)}$ $P-1 \rightarrow P$ } при $P > 0$
3	+	21	00	7725	7600	
4	-	30	00	2030	7600	$M(x)/10_{(2)}$ } при $P < 0$
5	+	44	00	7766	004I	

6	+	II	00	7725	7600	$P+1 \rightarrow P$ при $P < 0$ .
7	-	30	00	2030	7600	
2040	+	71	00	0015	7732	(+00 00 $\Delta$ 0000)
I	+	62	00	7755	0016	(+00 00 0000 $\Delta$ )
2	+	00	00	0000	0000	
3	-	20	15	2011	7722	
4	-	30	00	7613	0000	к БЭР <sub>2</sub>
5	+	00	00	0010	0000	
6	+	00	06	0000	0000	$\frac{1}{10}$
7	+	63	14	6314	6503	
2050	-	00	00	0000	7400	
I	+	00	00	0000	0020	
2	+	00	00	0000	0006	$\frac{10}{10}$
3	+	50	00	0000	0000	
4	-	10	00	0000	7600	
5	-	10	16	004I	0000	
6	-	25	64	1463	7210	7 H Z.

С П - 4 0

Выдача восьмеричных кодов на печать с нумерацией

Описание

СП-40 служит для выдачи на печать восьмеричных кодов с нумерацией. Выводимый материал разделяется на куски. Каждый кусок состоит из 10<sub>(8)</sub> кодов. Перед каждым куском стоит команда, по второму адресу которой находится адрес первой команды этого куска.

Обращение к СП-40

СП-40 оформлена как стандартная программа в системе ММС-I. Для обращения к ней задаются две подряд идущие команды:

$P-1$	-	31	00	7400	0017
$P$	+	40	$i$	$P_n$	$P_n$

где:

$A_H$  - начало материала в МОЗУ ,  
 $A_K$  - конец материала в МОЗУ ,  
 $i$  - индексная ячейка.

		Характеристика программы	
Длина СП	( $n-1$ )	003I	
Количество нестандартных констант		000I	
Рабочие ячейки		0040-004I.	
С П - 4 0			
2000	+	7I 17	0000 7734 (+00 $i$ 0000 0000)
1	+	66 00	7755 0015 0015(+0000 $i$ 0000)
2	+	7I 17	0000 7733 (+0000 $A_K A_H$ )
3	+	12 15	0000 0040 0040(+ $xxxx A_K A_H$ )
4	+	66 00	2000 004I 004I(+ $A_H$ 0000 0000)
5	+	7I 00	7732 0040 (+0000 $A_K$ 0000)
6	+	67 00	7754 0030 (+ $A_K$ 0000 0000)
7	+	22 00	004I 0015 0015(+ $n-1$ 0000 0000)
2010	+	7I 00	773I 0040 (+0000 0000 $A_H$ )
1	+	76 00	0015 0015 0015(+ $n-1$ 0000 $A_H$ )
2	-	10 00	0000 0016 0--0016
3	+	7I 00	773I 0015 } 0040(+0000 0000 $A_H$ )
4	-	30 00	2015 0040 }
5	-	60 00	3400 0000
6	-	60 00	1400 0040 печать адреса
7	-	60 15	1400 0000 печать программы
2020	+	10 00	772I 0016 0016(+0000 0000 $i+1$ )
1	+	07 00	2030 0000 если $i=10$ , то надо печатать адре
2	-	34 00	2025 2023
3	-	20 15	2012 772I
4	-	30 17	000I 0000 выход
5	-	20 15	2017 772I
6	-	30 17	000I 0000 выход
7	+	00 00	000I 0000
	+	00 00	0000 0010
	+	7I 07	5473 5527 К Σ

С П - 2 0

Умножение матриц

Описание алгоритма

СП-20 вычисляет матрицу  $C$  , которая является произведением матрицы  $A$  на матрицу  $B$  .

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1m} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1k} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{m1} & b_{m2} & \dots & b_{mk} \end{pmatrix} ,$$

$$C_{ij} = \sum_{k=1}^m a_{ik} \cdot b_{kj}$$

$$1 \leq i \leq n \quad 1 \leq j \leq k$$

где  $n \cdot m + k \leq 630$

Обращение к СП-20

СП-20 оформлена как стандартная подпрограмма в системе МИС-1. Для обращения к ней необходимо задать три подряд идущие команды:

$X-1$     -    3I    00    7400    0017 ,  
 $X$         +    20     $i_1$      $A_1$      $B_1$  ,  
 $X+1$          $n$      $i_2$      $n \cdot m$      $C_1$  ,

где:

$A_1$  - начало матрицы  $A$  ,  
 $B_1$  - начало матрицы  $B$  ,  
 $C_1$  - начало матрицы  $C$  ,  
 $n$  - число строк матрицы  $A$  ,  
 $m$  - число столбцов матрицы  $A$  ,  
 $k$  - число столбцов матрицы  $B$  ,  
 $A, B, C$  - расписываются по строкам; матрицы  $A$  и  $B$  сохраняются ,  
 $i_1, i_2$  - индексные ячейки.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ )

0054 .

Количество нестандартных констант 0003  
Рабочие ячейки 0040-0046.

С П - 2 0

2000	-	I0	00	00I3	0045	
I	-	I0	00	00I4	0046	
2	-	3I	00	7557	7574	к БЭМ $\begin{cases} 7600(+00I5 A_1 0000) \\ 7604(+00I6 0000 B_1) \\ 00I5(+xxxx \Delta A_1 0000) \\ 00I6(+xxxx 0000 \Delta B_1) \end{cases}$
3	+	70	00	773I	00I6	00I6(+00 00 0000 $\Delta B$ )
4	+	7I	00	7732	00I5	(+00 00 $\Delta_n$ 0000)
5	+	I2	00	00I6	00I6	00I6(+00 00 0000 $\Delta B$ )
6	+	7I	00	773I	7604	(+0000 0000 $B_1$ )
7	+	77	00	7600	0000	(+00 I5 $A_1 B_1$ )
20I0	+	I3	00	00I6	0000	
I	+	76	00	205I	2036	(+35 I5 $A_1 B_1$ )
2	+	7I	I7	0000	7740	(+n 00 0000 0000)
3	+	23	00	7725	0I06	(+n-1 00 0000 0000)
4	+	66	00	20I3	00I3	00I3(+n-1 0000 0000)
5	-	3I	00	7557	7574	к БЭМ $\begin{cases} 7600(+00 I5 K^m 0000) \\ 7604(+00 I6 0000 C_r) \\ 00I6(+xxxx 0000 \Delta c) \end{cases}$
6	+	75	00	2052	7604	} (-I0 I6 0040 $C_r$ )
7	-	30	00	2020	204I	
2020	+	7I	00	2053	7600	} 0042(+00 00 m 0000)
I	-	30	00	2022	0042	
2	+	23	00	7722	0I22	(00 00 m-1 0000)
3	+	66	00	7754	0043	0043(+m-1 0000 0000)
4	+	6I	00	2022	7600	См (+0000 0000 I5 K)
5	+	72	00	7757	004I	004I(+0000 0000 K)
6	+	23	00	772I	0030	(+0000 0000 K-1)
7	+	66	00	2026	0044	0044(+K-1 0000 0000)
2030	+	I0	00	7722	004I	004I(+0000 000I K)
I	+	7I	00	7732	00I3	} 00I4(+ K-1 0000 0000)
2	+	76	00	0044	00I4	
3	+	7I	00	7733	00I4	

4	+	76	00	0043	00I5	00I5(+m-1 0000 0000)
5	-	I0	00	0000	0040	0 - 0040
6	+	00	00	0000	0000	$a_n b_n a_n b_n$
7	+	I6	00	0040	0040	$\sum_{i=1}^m a_i b_i$
2040	-	20	I5	2036	004I	00I5(m-2 000I K) -
I	-	00	00	0000	0000	$\sum_{i=1}^m a_i b_i - C_n \sum_{i=1}^m a_i b_i - C_{12}$
2	+	I0	00	772I	00I6	00I6(+xxxx 0000 $\Delta c$ +1)
3	-	20	I4	2033	772I	00I4(K-2 0000 000I)
4	-	20	I3	203I	0042	00I3(n-2 m 0000)
5	-	I0	00	0045	00I3	
6	-	I0	00	0046	00I4	
7	-	30	00	76I3	0000	к БЭР <sub>2</sub>
2050	+	00	00	0003	0000	
I	+	35	00	0000	0000	
2	-	I0	00	0040	0000	
3	+	00	00	0077	0000	
4	-	I2	72	2553	4II4	$\rightarrow KZ$

С П - 2 I

Обращение матриц

Описание алгоритма

Обращение матрицы, предложенное А.П. Ерловым, производится следующим образом: на основе исходной матрицы  $A$  и единичной матрицы  $E$  по индукции строится последовательность матриц

$$A^{(0)}, A^{(1)}, A^{(2)}, A^{(3)}, A^{(4)}, \dots, A^{(m)}, A^{(n)}$$

где  $A^{(0)} = A \cdot E$ .

$$\alpha_{ij}^{(m)} = \begin{cases} \alpha_{ij}^{(m-1)}, & \text{если } i \neq m; \\ \delta_{ij}, & \text{если } i = m; \end{cases}$$

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i = j; \\ 0, & \text{если } i \neq j; \end{cases}$$

$$\alpha_{ij}^{(m)} = \alpha_{ij}^{(m-1)} - \frac{\alpha_{im}^{(m-1)} \alpha_{mj}^{(m-1)}}{1 + \alpha_{mm}^{(m-1)}}$$



(i, j, m = 1, 2, ..., n) ставится на место исходной матрицы. Матрицы  $A^1, A^2, \dots, A^m$  являются вспомогательными.

Обращение к СП-2I

СП-2I оформлена как стандартная подпрограмма в системе МИС-I. Для обращения к ней необходимо задать три подряд идущие команды:

X-1 - 3I 00 7400 0017  
 X + 2I i A<sub>i</sub> B<sub>i</sub>  
 X+1 + n-1

где:

- A<sub>i</sub> - начало матрицы A,
- B<sub>i</sub> - начало рабочих ячеек (n штук),
- n - порядок матрицы A,
- i - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0066  
 Количество нестандартных констант 0002  
 Рабочие ячейки 0040-0047  
 Результат на месте исходной матрицы.

СП - 2 I

2000	-	10	00	0013	0046	
I	-	10	00	0014	0047	
2	-	3I	00	7557	7574	к БЗМ $\left. \begin{matrix} 7600(+0015 A_i 0000) \\ 7604(+0016 0000 B_i) \\ 0015(+xxxx \Delta_i 0000) \\ 0016(+xxxx 0000 \Delta_s) \end{matrix} \right\}$
3	+	II	00	7604	0016	0042(+00 00 0000 B <sub>i</sub> )
4	+	72	00	7731	0042	
5	+	II	00	7600	0015	
6	+	73	00	7732	0130	C <sub>K</sub> (+0000 A <sub>i</sub> 0000)
7	+	66	00	7755	0043	0043(+00 00 0000 A <sub>i</sub> )
2010	+	12	17	0000	0015	0015(+ n-1 0000 A <sub>i</sub> )
I	+	67	00	2006	0000	C <sub>M</sub> (+ 00 00 0000 n-1)

2	+	12	00	772I	0040	0040(+00 00 0000 n)
3	+	12	00	772I	0016	0016(+00 00 0000 n-1)
4	+	24	15	7767	0000	$a_{ii}^{-1} \rightarrow a_{ii}$
5	-	20	15	2014	0016	0015(n-2 0000 a <sub>i, i+1</sub> )
6	-	10	17	0000	0014	0014(+n-1 0000 0000)
7	+	75	17	0000	0042	0015(+n-1 0000 B <sub>i</sub> )
2020	-	30	00	202I	0015	
I	-	70	00	0040	0014	(xxxx 0000 m x n)
2	+	12	00	0043	0016	0016(xxxx 0000 A <sub>i</sub> + m x n)
3	+	12	00	0014	0013	0013(xxxx 0000 A <sub>i</sub> + m x n)
4	+	05	16	0000	0000	+05 0000 A <sub>i</sub> + m x n
5	+	06	15	0000	0000	+06 0000 B <sub>i</sub>
6	-	10	16	0000	0000	+05 0000 A <sub>i</sub> + m x n
7	+	10	00	772I	0016	0016(xxxx 0000 A <sub>i</sub> + m x n + 1)
2030	-	20	15	2024	772I	0015(n-2 0000 B <sub>i+1</sub> ) цикл по j
I	-	10	13	7767	0000	$b_{ij} \rightarrow a_{ij}^j$
2	+	11	00	0042	0014	0013(+n-1-m 0000 B <sub>i</sub> + m) m=1, 2, ..., n
3	-	30	00	2034	0013	
4	+	15	13	7767	0000	$(0013) = 1 + a_{nm}^{(m)}$
5	-	30	00	2036	0013	
6	+	71	00	773I	0014	0044(+0000 0000 m) m=1, 2, ..., n
7	-	30	00	2040	0044	
2040	+	13	00	0043	0000	C <sub>M</sub> (+0000 0000 A <sub>i</sub> + m)
I	+	12	17	0000	0019	0015(+n-1 0000 A <sub>i</sub> + m x n) форм. (i=1, 2, ..., n) сч. цикл по 2.
2	+	45	15	0013	0000	(+45 0013 A <sub>i</sub> + m x i x n)
3	-	30	00	2044	004I	0041 = $\frac{a_{ij}^{(j)}}{1 + a_{nm}^{(m)}}$
4	+	11	00	2064	0042	
5	-	30	00	2046	2052	2052(+35 16 004I B <sub>i</sub> )
6	+	2I	00	0044	0015	
7	+	73	00	773I	0000	(n-1 0000 A <sub>i</sub> )
2050	+	76	00	2065	2054	(0000 0000 A <sub>i</sub> )
I	-	10	17	0000	0016	2054(+24 16 0045 A <sub>i</sub> )
2	+	00	00	0000	0000	0016(+n-1 0000 0000) форм. сч. по j
3	-	30		2054	0045	0045 = $\frac{a_{ij}^{(j)}}{1 + a_{nm}^{(m)}} \cdot a_{ij}^{(m)}$

4	+	00	00	0000	0000	$a_{ij}^{(m)} = \frac{a_{ij}^{(m-1)}}{1 + a_{mm}^{(m-1)}} \cdot a_{mm}^{(m-1)} \Rightarrow a_{ij}^{(m)}$
5	-	20	I6	2052	772I	00I6(n-2 0000 000I) цикл по j
6	-	20	I5	2042	0040	00I5(n-2 0000 A <sub>1mn</sub> ) цикл по i
7	-	20	I4	20I7	772I	00I4(n-2 0000 000I) цикл по m
2060	-	10	00	0046	00I3	
I	-	10	00	0047	00I4	
2	-	30	00	76I3	0000	к БЗР <sub>2</sub>
3	+	00	00	0002	0000	} const.
4	+	35	I6	004I	0000	
5	+	24	I6	0045	0000	
6	-	03	54	203I	272I	

С П - 2 2

Вычисление определителей методом исключения с выбором главного элемента

Описание алгоритма

Стандартная программа предназначена для вычисления определителя матрицы вида

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Для этого метода характерно то, что путем ряда эквивалентных преобразований матрица  $A$  приводится к такой матрице  $A^{(k)}$ , которую путем перестановки строк и столбцов можно преобразовать в диагональную матрицу, причем на диагонали будут стоять главные элементы. Следовательно, определитель матрицы только знаком может отличаться от произведения главных элементов. С каким знаком нужно брать это произведение, - легко сообразить в процессе преобразования матрицы.

После того, как найден главный элемент  $a_{kk}^{(k)}$  матрицы  $A^{(k)}(k=1,2,\dots,n-1)$ , элементы матрицы  $A^{(k+1)}$  определяются по формулам:

$$\begin{cases} a_{ij}^{(k+1)} = \frac{a_{ij}^{(k)}}{a_{kk}^{(k)}} & i \neq k \\ a_{ij}^{(k+1)} = a_{ij}^{(k)} - a_{ik}^{(k)} \cdot \frac{a_{kj}^{(k)}}{a_{kk}^{(k)}} & i \neq k, j \neq k \\ a_{ij}^{(k+1)} = 0 & j = k \end{cases}$$

$$(k=1,2,\dots,n-1; i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n)$$

Значение определителя матрицы  $A$  является

$$|A| = \prod_{k=1}^{n-1} (-1)^{i_k j_k} a_{i_k j_k}^{(k)}$$

Обращение к СП-22

СП-22 оформлена как стандартная подпрограмма в системе МИС-I. Для обращения к ней необходимо задать две подряд идущие команды:

I-1 - 3I 00 7400 00I7 ,  
I + 22 i A<sub>1</sub> n-1 ,

где:

- $A_1$  - начало матрицы  $A$ ,
- $n$  - порядок матрицы,
- $i$  - индексная ячейка.

Результат выдается в ячейку 004I.

Характеристика программы

Длина СП	(n-1)	0I06	,
Количество нестандартных констант		0000	,
Рабочие ячейки		0040-0056	,
Ячейка, в которую выдается результат		004I	.

С П - 2 2

2000	-	10	00	00I3	0055	
I	-	10	00	00I4	0056	
2	-	3I	00	7557	7574	к БЗМ $\begin{matrix} 7600(+00 I5 A & 0000) \\ 7604(+00 I6 0000 n-1) \\ 00I5(n-1 A_1 & 0000) \end{matrix}$
3	+	II	00	00I5	7600	(xxxx A <sub>1</sub> 0000)
4	+	72	00	7732	7600	7600(+0000 A <sub>1</sub> 0000)
5	+	60	00	2050	7604	7604(n-1 0000 0000)
6	+	I2	00	7600	00I6	00I6(n-1 A <sub>1</sub> 0000)
7	-	30	00	20I0	0054	0054(n-1 A <sub>1</sub> 0000)

2010	+	63	00	2010	0130	См (00 00 0000 n-1 )
1	+	12	00	7721	0041	0041(00 00 0000 n )
2	+	62	00	7754	0042	0042(00 00 n 0000)
3	+	12	00	0041	0046	0046(00 00 n n )
4	-	10	00	7767	0040	I → 0040*
5	+	61	00	7755	7600	См (+00 00 0000 A <sub>i</sub> ), где A <sub>i</sub> = a <sub>n</sub>
6	+	76	00	7604	0052	0052(n-1 0000 A <sub>i</sub> )
7	+	12	00	0054	0053	0053(2n-2 A <sub>i</sub> A <sub>i</sub> )
2020	-	10	00	0054	0015	0015(n-1 A <sub>i</sub> 0000)
I	-	10	00	7767	0043	I → 0043
2	+	24	00	0044	0044	0 → 0044
3	+	71	00	7732	0015	См(+00 00 A <sub>i</sub> 0000)
4	+	62	00	7755	0047	0047(+00 00 0000 <a <sub>ij</sub> >)
5	+	12	00	7604	0014	0014(n-1 0000 <a <sub>ii</sub> >)
6	-	11	00	0043	0013	-I → 0013
7	-	11	00	0013	0013	-(0013) → 0013
2030	+	55	14	0044	0000	a <sub>ii</sub>  -0,  a <sub>ii</sub>  - a <sub>ij</sub>  ...
I	-	32	00	2032	2041	если  a <sub>ii</sub>   ≥  a <sub>ij</sub>
2	-	34	00	2033	2041	
3	+	35	14	0013	0000	a <sub>ii</sub> * (-1) <sup>i+j</sup> → 0051
4	-	30	00	2035	0051	
5	+	36	00	0013	0044	a <sub>ij</sub> → 0044
6	+	71	00	7731	0014	См(+00 00 0000 <a <sub>ij</sub> >)
7	-	30	00	2040	0045	0045(+00 00 0000 <a <sub>ij</sub> > )
2040	-	10	00	0047	0050	0050(+00 00 0000 <a <sub>ii</sub> > )
I	-	20	14	2027	7721	0014(n-2 0000 <a <sub>ii</sub> > + I )
2	-	11	00	0043	0043	-(0043) → 0043
3	-	20	15	2023	0042	0015(n-2 <a <sub>ii</sub> > + n 0000)
4	+	34	00	0051	0040	$\prod_{k=1}^n (F_k) = \prod_{k=1}^n a_{kk}^{(k)}$
5	-	34	00	2046	2102	если  A  = 0 Выход
6	+	21	00	0050	0045	(+00 00 0000 <a <sub>ij</sub> > - <a <sub>ii</sub> >)
7	+	12	00	0052	0014	0014(n-1 0000 <a <sub>ij</sub> > )
2050	+	67	00	7754	0030	См (x 0000 <a <sub>ij</sub> > 0000)
I	+	73	00	7732	0000	См (+0000 <a <sub>ij</sub> > 0000)

2	+	76	00	7604	0015	0015(n-1 <a <sub>ij</sub> > 0000)
3	+	45	00	0044	7767	} $\frac{1}{a_{ij}}$
4	-	30	00	2055	0013	
5	+	34	14	0013	0000	) $a_{ij} = \frac{1}{a_{ij}} \rightarrow a_{ij}$ э. m <sub>1</sub> → v <sub>j</sub>
6	-	20	14	2055	0041	
7	+	10	00	7604	0050	0014(n-2 0000 <a <sub>ij</sub> > )
2060	-	10	00	0053	0013	0050(n-1 0000 <a <sub>ii</sub> > )
I	-	11	15	0000	0043	0013(2n-2 <a <sub>ii</sub> > <a <sub>ii</sub> > )
2	+	71	00	7732	0015	- m <sub>n</sub> → 0043
3	+	67	00	7755	0000	См (+00 00 <a <sub>ij</sub> > 0000)
4	+	07	00	0045	0000	(+00 00 0000 <a <sub>ij</sub> > )
5	-	34	00	2066	2073	<a <sub>ij</sub> > ~ <a <sub>ij</sub> >
6	-	10	00	0050	0014	0014(n-1 0000 <a <sub>ii</sub> > )
7	+	35	14	0043	0000	a <sub>ii</sub> x (-m <sub>n</sub> )
2070	+	16	13	0000	0000	a <sub>ii</sub> + a <sub>ii</sub> x (-m <sub>n</sub> ) → a <sub>ii</sub>
I	-	20	13	2072	7723	0013(2n-3 a <sub>ii</sub> +1 a <sub>ii</sub> +1 )
2	-	20	14	2067	7721	0014(n-2 0000 <a <sub>ii</sub> > )
3	+	10	00	0046	0053	0053(2n-2 a <sub>ii</sub> +n a <sub>ii</sub> +n )
4	-	20	15	2060	0042	0015(n-2 <a <sub>ij</sub> > 0000)
5	-	10	00	0050	0015	0015(n-1 0000 <a <sub>ii</sub> > )
6	+	34	15	0000	0000	a → a <sub>ij</sub>
7	-	20	15	2076	7721	0015(n-2 0000 <a <sub>ii</sub> > )
2100	-	20	16	2015	0000	
I	+	05	00	0051	0044	
2	+	06	00	0040	0041	
3	-	10	00	0055	0013	
4	-	10	00	0056	0014	
5	-	30	17	0000	0000	
6	+	47	40	3066	6477	

ВЫХОД  
→ КΣ

$x-1$  - 31 00 7400 0017 ,  
 $x$  + 23  $i$   $A$   $n-1$

где:

$A$  - начало расширенной матрицы системы (по строкам) ,  
 $n$  - порядок системы ( $n \leq 62_{10}$ ) ,  
 $i$  - индексная ячейка.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ ) 0121  
 Количество нестандартных констант 0000  
 Рабочие ячейки 0040-0055  
 Ячейки, в которые выдаются результаты - на месте I-й строки матрицы  $A$ .

С П - 2 3

2000	-	10	00	0013	0042	
I	-	10	00	0014	0043	
2	-	31	00	7557	7574	к БЗМ 7600(+00 15 A 0000) 7604(+00 16 0000 n-1) 0015 (n-1 A 0000)
3	+	11	00	0015	7600	См (xxx A 0000)
4	+	72	00	7732	0055	0055(+00 00 a 0000)
5	+	62	00	7755	0016	0016(+0000 0000 a <sub>n</sub> )
6	+	60	00	2013	7604	7604(+n-1 0000 0000)
7	+	76	00	0055	7600	7600(+n-1 a <sub>n</sub> 0000)
2010	+	76	00	0016	0016	0016(+n-1 a <sub>n</sub> a <sub>n</sub> )
I	+	11	00	7724	7604	} 0044(+n 0000 0000)
2	-	30	00	2013	0044	
3	+	13	00	7724	0030	(n-1 0000 0000)
4	+	62	00	7755	0045	0045(+00 00 n+1 0000)
5	-	10	00	7750	0040	0040(+7777 7777 7777)
6	-	30	00	2017	0041	0041(+7777 7777 7777)
7	-	10	00	7600	0015	0015(n-1 a 0000)
2020	-	11	00	0000	0050	0050(100 ... 0)
I	-	75	00	0050	0046	0046(0) 0047(100... 0)

Решение системы линейных алгебраических уравнений  
методом исключения с выбором главного элемента

Описание алгоритма

Стандартная программа предназначена для численного решения систем линейных алгебраических уравнений вида:

$$AX = B, \quad (I)$$

где

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad - \text{ матрица коэффициентов ,}$$

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix} \quad - \text{ вектор правых частей.}$$

Для этого метода характерно то, что путем ряда эквивалентных преобразований расширенная матрица  $A^{(n)} = A+B$  системы (I) приводится к матрице  $A^{(n)}$ , последний столбец которой содержит значения неизвестных  $x_i$  ( $i=1,2,\dots,n$ ).

Преобразования выполняются за  $n$  шагов. На каждом шаге исключается то неизвестное, коэффициент при котором является главным (т.е. наибольшим по абсолютной величине) элементом матрицы.

После того, как найден главный элемент  $a_{k,j_k}^{(k)}$  матрицы  $A^{(k)}$  ( $k=0,1,2,\dots,n-1$ ), вычисляются элементы матрицы  $A^{(k+1)}$  по следующим формулам:

$$a_{ij}^{(k+1)} = \frac{a_{ij}^{(k)}}{a_{k,j_k}^{(k)}} \quad (j \neq j_k)$$

$$a_{ij}^{(k+1)} = a_{ij}^{(k)} - a_{kj}^{(k)} a_{i,j_k}^{(k)} \quad (i \neq k, \quad j \neq j_k)$$

$$(k=0,1,2,\dots,n-1) \quad (i=1,2,\dots,n; \quad j=1,2,\dots,n+1)$$

В последнем столбце матрицы  $A^{(n)}$  находятся значения неизвестных  $x_i$  в некотором порядке, который определяется правилом: в  $i_k$  строке находится значение  $j_k$  неизвестного, где  $i_k, j_k$  - индексы главного элемента матрицы  $A^{(k)}$  ( $k=0,1,2,\dots,n-1$ ).

Обращение к СП-23

СП-23 оформлена как стандартная подпрограмма в системе МИС-I. Для обращения к ней задаются две подряд идущие команды:

2	+	7I	00	7732	00I5	} 00I3(+00 00 $a_j$ 0000)
3	-	30	00	2024	00I3	
4	+	76	00	7604	00I4	00I4(n-1 $a_n$ 0000)
5	+	60	00	205I	0047	
6	-	34	00	2030	2027	
7	+	60	00	205I	0050	
2030	+	7I	00	0040	0047	
I	-	34	00	2034	2032	
2	+	7I	00	004I	0050	
3	-	34	00	2034	2045	
4	+	55	I4	0000	0046	$ a_{njn}  -  a_{ij} $
5	-	32	00	2044	2036	
6	-	IO	I4	0000	0046	
7	-	IO	00	00I3	005I	
2040	+	7I	00	7732	00I4	} 0052(+00 00 $a_{ijn}^{(n)}$ 0000)
I	-	30	00	2042	0052	
2	-	IO	00	0047	0053	(000 . . . 0 I 00 . . . 0)
3	-	IO	00	0050	0054	(I00 . . . . . 0)
4	-	20	I4	2034	0045	00I4(n-2 $a_{ijn}^{(n)}$ 0000) по ст
5	-	20	I5	2022	7722	00I5(n-2 $a_{ijn}^{(n)}$ 0000) по ст
6	+	04	00	0053	0040	(II . . . I0I . . . I)
7	+	04	00	0054	004I	(0I . . . . . I)
2050	+	2I	00	005I	0052	(+00 00 $a_{ijn}^{(n)} - a_{ijn}^{(n)}$ 0000)
I	+	I3	00	0055	0I0I	(+00 00 $a_{ijn}^{(n)}$ 0000)
2	+	63	00	7755	0000	(+00 00 0000 $a_{ijn}^{(n)}$ )
3	+	I2	00	0044	0047	0047(+ n 0000 $a_{ijn}^{(n)}$ )
4	-	30	00	2055	00I3	00I3(+ n 0000 $a_{ijn}^{(n)}$ )
5	+	44	I3	0046	0000	$\frac{a_{ijn}^{(n)}}{a_{ijn}^{(n)}} - a_{ijn}^{(n)}$
6	-	20	I3	2055	772I	00I3(n-1 0000 $a_{ijn}^{(n)}$ )
7	-	IO	00	00I6	0053	0053(n-1 $a_n a_n$ )
2060	+	65	00	7755	0045	(+0000 0000 n+1)
I	+	76	00	0045	0054	0054(+0000 n+1 n+1)
2	+	II	00	7604	005I	} 00I4(n-1 $a_{ijn}^{(n)}$ 0000)
3	-	30	00	2064	00I4	

4	-	II	I4	0000	0050	} $-a_{ijn}^{(n)} - 0050$ $a_{ijn}^{(n)} \sim a_{ijn}^{(n)}$
5	+	05	00	00I4	0052	
6	+	73	00	7732	0000	
7	-	34	00	2070	2076	
2070	-	IO	00	0047	00I5	00I5(+ n 0000 $a_{ijn}^{(n)}$ )
I	-	IO	00	0053	00I3	00I3(n-1 $a_n^{(n)}$ $a_n^{(n)}$ )
2	+	35	I5	0050	0000	$-a_{ijn}^{(n)} \cdot a_{ijn}^{(n)} - a_{ijn}^{(n)} \cdot a_{ijn}^{(n)}$
3	+	I6	I3	0000	0000	$a_n^{(n)} - a_{ijn}^{(n)} \cdot a_{ijn}^{(n)} = a_n^{(n)} \cdot a_n^{(n)} = a_n^{(n)} - a_{ijn}^{(n)} \cdot a_{ijn}^{(n)}$
4	+	IO	00	7723	00I3	00I3(+ n+1 $a_n^{(n)}$ $a_n^{(n)}$ )
5	-	20	I5	2072	772I	00I5(n-1 0000 $a_{ijn}^{(n)}$ )
6	+	IO	00	0054	0053	0053(n-1 $a_n a_n$ )
7	-	20	I4	2064	0045	00I4(n-2 $a_{ijn}^{(n)}$ 0000)
2I00	-	20	I6	20I7	0000	00I6(n-2 $a_n a_n$ )
I	+	7I	00	7733	00I6	00 (+00 00 $a_n a_n$ )
2	+	77	00	7604	0000	(n-1 $a_n a_n$ )
3	+	I3	00	0045	0000	(n-1 $a_n a_n$ )
4	+	22	00	7722	00I6	00I6(+n-1 $b_1 a_n$ )
5	-	IO	00	7600	00I5	00I5(+n-1 $a_n$ 0000)
6	-	IO	00	00I6	00I4	00I4(+n-1 $b_1 a_n$ )
7	+	55	I5	0000	2055	$ a_1  -  a_2 $
2IIO	-	32	00	2I1I	2I13	
I	+	IO	00	0045	00I4	00I4(+n-1 $b_2 a_n$ )
2	-	20	I5	2I07	0045	00I5(+n-2 $a_n$ 0000)
3	+	IO	00	7722	7600	7600(+n-1 $a_n$ 0000)
4	-	IO	I4	0000	0000	$b_2 - a_n$
5	-	20	I6	2I05	772I	00I6(+n-2 $b_1 a_n$ )
6	-	IO	00	0042	00I3	
7	-	IO	00	0043	00I4	
2I20	-	30	00	76I3	0000	к БЗР2
I	+	44	36	II56	0043	-КЭ

Умножение матрицы на вектор

Описание алгоритма

СП-24 осуществляет умножение матрицы

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

на вектор  $B = (b_1, b_2, \dots, b_n)$ ,

в результате чего получается вектор, т.е.  $C_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} b_j \quad (i=1, 2, \dots, n)$ .

Обращение к СП-24

СП-24 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1. Для обращения к ней следует написать три подряд идущие команды:

```

X-1 - 3I 00 7400 00I7 ,
X + 24 i1 <a> <b> ,
X-1 + 00 i2 n-1 <c> ,
    
```

где:

- <a> - начальный адрес матрицы A ,
- <b> - начальный адрес вектора B ,
- <c> - начальный адрес вектора C ,
- i1 i2 - индексная ячейка,
- n - размерность матрицы и вектора

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0034 .  
 Количество нестандартных констант 0002 .  
 Рабочие ячейки 0040-0042.

```

2000 - 3I 00 7557 7574 к БЗИ 7600(+00 I5 <a> 0000)
                                7604(+00 I6 0000 <b>)
                                00I5(+xxxx Δa 0000)
                                00I5(+xxxx 0000 Δb)
I + 70 773I 00I6 00I6(+00 00 0000 Δc)
    
```

```

2 + 7I 00 7732 00I5 00I5(+00 00 Δa 0000)
3 + I2 00 00I6 0042 0042(+00 00 Δa Δb)
4 + 7I 00 773I 7604 (+00 00 0000 <b>)
5 + 77 00 7600 0000 (+00 I5 <a> <b>)
6 + 76 00 2032 2022 2022(+35 I5 <a> <b>)
7 - 3I 00 7557 7574 к БЗИ 7600(+00 I5 n-1 0000)
                                7604(+00 I6 0000 <c>)
                                00I6(+xxxx 0000 Δc)
20I0 + 64 00 7754 7600 7600(+ n-1 0000 0000)
I + 76 00 0042 00I5 00I5(n-1 Δa Δb)
2 + 72 00 7745 0042 0042(+ n-1 0000 Δb)
3 + 75 00 2033 7604
4 - 30 00 20I5 2025 2025(-I0 I6 004I <c>)
5 + 7I 00 773I 00I6 (+00 00 0000 Δc)
6 + 76 00 7600 00I6 00I6(+ n-1 0000 Δc)
7 + 7I 00 7732 00I5 (+0000 Δa 0000)
2020 + 76 00 0042 00I5 00I5(+ n-1 Δa Δb)
I - I0 00 0000 004I 0--004I
2 + 00 00 0000 0000 a,b
3 + I6 00 004I 004I Σ a_j b_j -- 004I
4 - 20 I5 2022 7723 00I5(+n-2 Δa, Δb, ...)
5 - 00 00 0000 0000 Σ a_j b_j = c_i
6 + I0 00 7722 00I5
7 - 20 I6 20I7 772I 00I6(+ n-2 0000 Δc, ...)
2030 - 30 00 76I3 0000 к БЗР2
I 00 00 0002 0000
2 + 35 00 0000 0000
3 - I0 00 004I 0000
4 + 62 26 7264 4670 → KΣ
    
```

Квадратичная интерполяция с произвольным

шагом

Описание алгоритма

Данная стандартная программа производит квадратичную интерполяцию по формуле Ньютона

с разделенными разностями. Интерполяционная формула  $f(x)$  может быть представлена в таком виде:  $f(x) = f(x_n) \cdot (x-x_{n+1}) [f(x_n; x_{n+1}) + (x-x_{n+1}) f(x_n; x_{n+1}; x_{n+2})]$ .

где  $x_n, x_{n+1}, x_{n+2}$  - узлы интерполирования, если аргумент попал на отрезок  $[x_n, x_{n+2}]$  и  $\frac{x_n+x_{n+1}}{2} \leq x \leq \frac{x_{n+1}+x_{n+2}}{2}$ . Если аргумент попал в крайний интервал таблицы, то в качестве  $x_n, x_{n+1}, x_{n+2}$  берем крайние узлы.

Таблица узлов расположена в возрастном порядке.  $f(x_n; x_{n+1}), f(x_{n+1}; x_{n+2})$  и  $f(x_n; x_{n+1}; x_{n+2})$  разделенные разности первого и второго порядков.

$$f(x_n; x_{n+1}) = \frac{f(x_{n+1}) - f(x_n)}{x_{n+1} - x_n}, \quad f(x_{n+1}; x_{n+2}) = \frac{f(x_{n+2}) - f(x_{n+1})}{x_{n+2} - x_{n+1}}$$

$$f(x_n; x_{n+1}; x_{n+2}) = \frac{f(x_{n+1}; x_{n+2}) - f(x_n; x_{n+1})}{x_{n+2} - x_n}$$

Если  $x \in [x_n, x_n]$ , то происходит останов в ячейке 2101

- 00 00 0000 0050

аргумент находится в См. "Пуск" - экстраполяция, где в качестве  $x_n, x_{n+1}, x_{n+2}$  берем соответствующие крайние узлы.

Обращение к СП-25

СП-25 оформлена как стандартная подпрограмма в системе МИС-I. Для обращения к ней необходимо задать три подряд идущие команды:

$\mathcal{P}-1$  - 31 00 7400 0017 ;  
 $\mathcal{P}$  + 25  $i_1$   $\langle x \rangle$   $n-4$  ;  
 $\mathcal{P}+1$  + 00  $i_2$   $\langle x_1 \rangle$   $\langle f(x_1) \rangle$  ;

где:

$\langle x \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится аргумент ,

$n$  - число узлов ,

$\langle f(x_1) \rangle$  - начальный адрес функции ,

$i_1, i_2$  - индексные ячейки.

Результат выдается в ячейку 0041.

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ ) 0105 .  
 Количество нестандартных констант 0001 .  
 Рабочие ячейки 0040-0050 .

Ячейка, в которую выдается результат - 0041

Если  $x \in [x_1, x_n]$ , то происходит останов в ячейке 2101

- 00 00 0000 0050 ,

аргумент находится в См. "Пуск" - экстраполяция.

С П - 2 5

2000	-	31	00	7575	7601	к БЗА <sub>1</sub> $x \rightarrow 7600$
1	-	10	00	7600	0050	$x \rightarrow 0050$
2	-	10	57	7777	0000	См $(+25 i_1, i_2 > n-2)$
3	+	66	00	2006	0041	0041(+ $n-3$ 0000 0000)
4	-	31	00	7557	7574	к БЗМ $\left. \begin{array}{l} 7600(+00 15 \langle x_1 \rangle 0000) \\ 7604(+00 16 0000 \langle f \rangle) \\ 0016(+*** 0000 \Delta x) \\ 0015(+*** \Delta x \cdot 0000) \\ 0017(-30 00 x_2 0000) \end{array} \right\}$
5	+	71	00	7731	0016	См $(+00 00 0000 \Delta x)$
6	+	13	00	7604	0030	См $(+00 16 0000 \langle f \rangle)$
7	+	72	00	7731	7604	7604(+0000 0000 $\langle f \rangle$ )
2010	+	71	00	7732	0015	См $(+0000 \Delta x 0000)$
1	+	13	00	7608	0130	$(+0015 \langle x \rangle 0000)$
2	+	73	00	7732	0000	$(+0000 \langle x \rangle 0000)$
3	+	67	00	7755	0000	$(+0000 0000 \langle x \rangle)$
4	+	12	00	0041	0042	0042(+ $n-3$ 0000 $\langle x \rangle$ )
5	-	30	00	2016	0015	0015(+ $n-3$ 0000 $\langle x \rangle$ )
6	+	75	15	0000	0000	
7	-	30	00	2020	0041	$x \rightarrow 0041$
2020	-	10	00	0017	7600	
1	+	25	00	0041	0050	} $i_1, i_2 \rightarrow 0043$
2	-	30	00	2023	0043	
3	-	32	00	2024	2101	
4	+	61	00	2011	0042	если $x \geq x_1$ , то 1
5	+	12	00	0015	0016	при $x \geq x_1$ См(+0000 0000 $n-3$ )
6	+	25	16	0050	0002	0016(+ $n-3$ 0000 $\langle x_{n-2} \rangle$ )
7	-	32	00	2030	2100	$x_n - x$
						если $x_n \geq x$ , то 1
						$x_n [x, x_1]$

2030	+	25	15	0050	000I	$I_2 - I_1$
I	-	32	00	2032	2036	если $I_2 \geq I_1$ , то $I_0 [I_1, I_2] \uparrow$
2	+	57	00	0043	0000	если $ I_{n+1} - I  \geq (I - I_n)$ , то брать $I_{n+1}, I_n, I_{n+1}$
3	-	32	00	2034	2042	если $ I_{n+1} - I  < (I - I_n)$ , то брать $I_n, I_{n+1}, I_{n+2}$
4	+	05	00	0042	00I5	если $I_n = I_1$ , то "0", взять $I, I_2, I_3$
5	-	34	00	204I	2042	ПУ $\rightarrow$ 2042
6	-	30	00	2037	0043	при $I_n = [I_n, I_{n+1}]$
7	-	20	15	2030	772I	$I_{n+1} - I \rightarrow 0043$
2040	-	30	00	2042	0000	00I5 (n-3-K-1 0000 I_{n+1}) K=0, 2, n
I	+	20	00	772I	00I5	при случае C, взять $I_{n-1}, I_n, I_{n+1}$
2	+	70	00	773I	0042	00I5 (n-3-K 0000 I_{n+1})
3	+	2I	00	0042	00I5	0042(+00 00 0000 $\langle I_n \rangle$ )
4	+	12	00	7604	00I6	см (+n-2-K 0000 $\langle I_n \rangle - (I_n)$ )
5	-	10	00	2I04	00I7	00I6(+n-2-K 0000 $\langle f_n \rangle$ )
6	+	75	15	0000	0000	00I7(+00 02 0000 0000)
7	-	30	I7	2050	0042	$I_n \rightarrow 0042 \quad I_{n+1} \rightarrow 0043 \quad I_{n+2} \rightarrow 0044$
2050	+	75	16	0000	0000	$f_n \rightarrow 0045 \quad f_{n+1} \rightarrow 0046 \quad f_{n+2} \rightarrow 0047$
I	-	30	I7	2052	0045	00I5 (n-2-K 0000 $\langle I_n \rangle + 1$ )
2	+	10	00	772I	00I5	00I6(n-2-K 0000 $\langle f_n \rangle + 1$ )
3	+	10	00	772I	00I6	00I7(+00 0I 0000 000I)
4	-	20	I7	2046	772I	восстан.
5	-	10	00	7600	00I7	
6	+	25	00	0042	0043	$I_{n+1} - I_n \rightarrow 7604$
7	-	30	00	2060	7604	$f_{n+1} - f_n$
2060	+	25	00	0045	0046	$f(I_{n+1}, I_{n+1}) = \frac{f_{n+1} - f_n}{I_{n+1} - I_n} \rightarrow 7604$
I	+	46	00	7604	7604	$I_{n+2} - I_{n+1}$
2	+	25	00	0043	0044	$f_{n+2} - f_{n+1}$
3	-	30	00	2064	004I	$f_{n+2} - f_{n+1}$
4	+	25	00	0046	0047	$f(I_{n+1}, I_{n+1}) = \frac{f_{n+2} - f_{n+1}}{I_{n+2} - I_{n+1}} \rightarrow 0044$
5	+	46	00	004I	004I	$I_{n+2} - I_n \rightarrow 0044$
6	+	24	00	0042	0044	$f(I_{n+1}, I_{n+1}) - f(I_n, I_{n+1})$
7	+	25	00	7604	004I	

2070	+	46	00	0044	004I	$f(I_n, I_{n+1}, I_{n+2}) = \frac{f(I_{n+1}, I_{n+2}) - f(I_n, I_{n+1})}{I_{n+2} - I_n} \rightarrow 004I$
I	+	25	00	0043	0050	$I - I_{n+1}$
2	+	37	00	004I	0000	$(I - I_{n+1}) f(I_n, I_{n+1}, I_{n+2})$
3	+	16	00	7604	7604	$f(I_n, I_{n+1}) + (I - I_{n+1}) f(I_n, I_{n+1}, I_{n+2})$
4	+	25	00	0042	0050	$I - I_n$
5	+	37	00	7604	0000	$(I - I_n) [f(I_n, I_{n+1}) + (I - I_{n+1}) f(I_n, I_{n+1}, I_{n+2})]$
6	+	17	00	0045	0000	$f(I) = f_n + (I - I_n) [f(I_n, I_{n+1}) + (I - I_{n+1}) f(I_n, I_{n+1}, I_{n+2})]$
7	-	30	00	76I3	004I	$f(I) \rightarrow 004I$
2I00	-	10	00	00I6	00I5	при $I > I_n$ 00I5(+n-2 0000 $\langle I_{n-2} \rangle$ )
I	-	00	00	0000	0050	при $I < I_n$ и $I > I_n$ останов $I \rightarrow$ см
2	-	30	00	2042	0000	"пуск" ПУ $\rightarrow$ 2042 интерп.
3	+	00	00	000I	0000	
4	+	00	02	0000	0000	Const
5	-	56	67	II04	5I24	$\rightarrow KE$

С П - 2 6

Накопление матрицы Грамма

Описание алгоритма

СП-26 вычисляет накопление матрицы Грамма  $Z^{(k)}$  базисных векторов  $\bar{y}^{(i)} \{y_1^{(i)}, y_2^{(i)}, \dots, y_n^{(i)}\}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ), проекций  $\bar{y}^{(i)}$  на заданного вектора  $\bar{y} \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  на базисные вектора  $\bar{y}^{(i)}$  и квадрата модуля  $M$  вектора  $y \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ .

Скалярное произведение задано с произвольным весом  $W \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ . Формулы имеют следующий вид:

$$Z_{j,i}^{(k)} = \sum_{j=1}^n w_j \varphi_j^{(i)} \varphi_j^{(k)} \quad i=1, 2, \dots, m, \quad k=1, 2, \dots, m, \quad \text{т.е. } Z_{j,i}^{(k)} = Z_{j,i}^{(k-1)} + w_{j,i} \varphi_j^{(k)} \varphi_j^{(i)}$$

$$\varphi_j^{(i)} = \sum_{j=1}^n w_j y_j \varphi_j^{(i)} \quad i=1, 2, \dots, m, \quad \text{т.е. } \varphi_j^{(k)} = \varphi_j^{(k-1)} + w_{j,i} y_j \varphi_j^{(i)}$$

$$M = \sum_{j=1}^n w_j y_j^2 \quad \text{т.е. } M_{j,i} = M_{j,i-1} + w_{j,i} y_j^2$$

Обращение к СП-26

СП-26 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I. Для обращения к ней необходимо написать четыре подряд идущие команды:



$x-1$  - 3I 00 7400 00I7 ,  
 $x$  + 26  $i_1$   $\langle w \rangle$   $\langle y \rangle$  ,  
 $x+1$  +  $m$   $i_2$   $\langle \varphi^{(1)} \rangle$   $\langle z^{(1)} \rangle$  ,  
 $x+2$  +  $i_3$   $\langle M \rangle$   $\langle \varphi^{(2)} \rangle$  ,

где:

$\langle w \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится текущий вес  $w_{j,i}$  ,  
 $\langle y \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится текущий вектор  $y_{j,i}$  ,  
 $\langle \varphi^{(1)} \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится первый базисный вектор  $\langle \varphi_{j,i}^{(1)} \rangle$  ,  
 $\langle z^{(1)} \rangle$  - начало матрицы Грама (по строкам) ,  
 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$  - начало проекции ,  
 $\langle M \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится квадрат модуля  $M$  ,  
 $i_1, i_2, i_3$  - индексные ячейки ,  
 $m$  - порядок матрицы ,  
 $m = m_{12} m_{21}$  ;  $m_{12}$  находится в КЧБ ячейки  $I+1$  , а  $m_{21}$  находится в КЧБ ячейки  $I+2$  .

Например, если  $m=0123$  , то  $m_{12}=01$  ,  $m_{21}=23$  . Нужно очистить ячейки  $\langle M \rangle$  ,  $\langle \varphi^{(1)} \rangle$  ,  $\langle \varphi^{(2)} \rangle$  ,  $\dots$  ,  $\langle z^{(1)} \rangle$  ,  $\langle z^{(2)} \rangle$  ,  $\dots$  ,  $\langle z^{(m)} \rangle$  и обратиться к программе  $n$  раз, каждый раз указывая новые  $w_{j,i}$  ,  $y_{j,i}$  ,  $\varphi_{j,i}^{(1)}$  .

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ ) 0075 .  
 Количество нестандартных констант 0002 .  
 Рабочие ячейки 0040-0044 .  
 Длина счетных частей 0024 .

С П - 2 6

2000	-	3I	00	7575	760I	к БЗА <sub>1</sub> $w_{j,i} \rightarrow 7600$
I	-	10	00	7600	0044	$w_{j,i} \rightarrow 0044$
2	-	3I	00	7602	7606	к БЗА <sub>2</sub> $y_{j,i} \rightarrow 7604$
3	-	10	00	7604	004I	$y_{j,i} \rightarrow 004I$
4	+	7I	I7	0000	7730	} 0042(+ $m_{12}$ 00 0000 0000)
5	-	30	00	2006	0042	

						(+ 00 0000 0000)
6	+	7I	I7	000I	7730	(+00 $m_{12}$ 0000 0000)
						(+ $m$ 0000 0000)
7	+	67	00	2007	0I06	
2010	+	77	00	0042	0000	0042(+ $m-1$ 0000 0000)
I	+	22	00	7724	0042	к БЗА $7600(+00 I5 \langle \varphi^{(1)} \rangle 0000)$
2	-	3I	00	7557	7574	$7604(+00 I6 0000 \langle z^{(1)} \rangle)$
						$00I5(+xxxx \Delta_1 0000)$
						$00I6(+xxxx 0000 \Delta_2)$
3	+	7I	00	7732	00I5	(+00 I5 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ 0000)
4	+	I3	00	7600	0000	205I(+35 I5 $\langle \varphi^{(1)} \rangle$ 004I)
5	+	76	00	2073	205I	0043(+35 I5 $\langle \varphi^{(1)} \rangle$ 0000)
6	+	72	00	7746	0043	(+ 00 00 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ 0000)
7	+	73	00	7732	0000	(+00 00 0000 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ )
2020	+	67	00	7755	0000	(+00 00 0000 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ )
I	+	76	00	0043	2062	2062(+35 I5 $\langle \varphi^{(1)} \rangle$ $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ )
2	+	7I	00	773I	00I6	(+00 I6 0000 $\langle z^{(1)} \rangle$ )
3	+	I2	00	7604	7604	(+00 00 $\langle z^{(1)} \rangle$ 0000)
4	+	67	00	7754	0000	(+00 I6 $\langle z^{(1)} \rangle$ $\langle z^{(2)} \rangle$ )
5	+	77	00	7604	0000	2064(+I6 I6 $\langle z^{(1)} \rangle$ $\langle z^{(2)} \rangle$ )
6	+	76	00	2074	2064	к БЗА $7600(+00 I5 M 0000)$
7	-	3I	00	7557	7574	$7604(+00 I6 0000 \langle \varphi^{(2)} \rangle)$
						$00I5(+xxxx \Delta_1 0000)$
						$00I6(+xxxx 0000 \Delta_2)$
2030	+	7I	00	773I	00I6	(+00 00 0000 $\Delta_2$ )
I	+	I2	00	7604	7604	7604(+00 I6 0000 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ )
2	+	67	00	7754	0000	(+0000 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ 0000)
3	+	77	00	7604	0000	(+00 I6 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ $\langle \varphi^{(1)} \rangle$ )
4	+	76	00	2074	2053	2053(+I6 I6 $\langle \varphi^{(2)} \rangle$ $\langle \varphi^{(1)} \rangle$ )
5	+	7I	00	7732	00I5	(+00 I5 $M$ 0000)
6	+	I3	00	7600	0000	(+00 00 $M$ 0000)
7	+	72	00	7732	7600	(+00 00 0000 0000)
2040	+	67	00	7755	0000	(+0000 $M M$ )
I	+	77	00	7600	0000	2046(+I6 00 $M M$ )
2	+	76	00	2074	2046	сохран. [00I7]
3	-	10	00	00I7	0043	$y_{j,i}^2$
4	+	35	00	004I	004I	$w_{j,i}^2$ $y_{j,i}^2$
5	+	37	00	0044	0000	

6	+	I6	00	0000	0000	$M_{j+1} = M_j + W_{j+1} Y_{j+1}^2$
7	-	IO	00	0042	00I5	00I5(+ m-1 0000 0000)
2050	-	30	00	205I	00I6	00I6( m-1 0000 0000)
I	+	00	00	0000	0000	$\varphi_{j+1}^{(K)} Y_{j+1}$
2	+	37	00	0044	0000	$W_{j+1} Y_{j+1} \varphi_{j+1}^{(K)}$
3	+	00	00	0000	0000	$\varphi_{j+1}^{(K)} = \varphi_j^{(K)} + W_{j+1} Y_{j+1} \varphi_{j+1}^{(K)}$ $K=1,2,\dots,m$
4	+	IO	00	7723	00I6	00I6(+ m-1 000I 000I)
5	-	20	I5	205I	7722	00I5(+ m-2 000I 0000)
6	-	IO	00	0042	00I7	00I7(+ m-1 0000 0000)
7	-	IO	00	0000	00I6	0-00I6
2060	+	7I	00	7732	00I7	(+0000 i 0000)
I	+	76	00	0042	00I5	00I5(+ m-1 i 0000) $i=0,1,2,\dots,m-1$
2	+	00	00	0000	0000	$\varphi_{j+1}^{(i)} \varphi_{j+1}^{(K)}$
3	+	37	00	0044	0000	$W_{j+1} \varphi_{j+1}^{(i)} \varphi_{j+1}^{(K)}$
4	+	00	00	0000	0000	$Z_{j+1}^{(i,K)} = Z_j^{(i,K)} + W_{j+1} \varphi_{j+1}^{(i)} \varphi_{j+1}^{(K)}$
5	+	IO	00	7723	00I6	00I6(+0000 000I 000I)
6	-	20	I5	2062	772I	00I5(+ m-2 0000 000I) цикл по $K$
7	-	20	I7	2060	7722	00I7(+ m-2 000I 0000) цикл по $i$
2070	-	IO	00	0043	00I7	восстановление
I	-	30	00	76I3	0000	к БЭР <sub>2</sub>
2	+	00	00	0002	0000	
3	+	35	00	0000	004I	
4	+	I6	00	0000	0000	
5	-	70	3I	6723	65I7	7KΣ

С П - 2 7

Вычисление интегралов по методу Симпсона

Описание алгоритма

Данная стандартная программа предназначена для вычисления интегралов вида

$$\int_a^b f(x) dx = Y$$

по методу Симпсона.

Обобщенная формула Симпсона имеет следующий вид:

где  $\int_a^b f(x) dx = \frac{b-a}{3} h [ \frac{1}{2} f_0 + 2 \sum_{i=1}^{2m-1} f_{2i-1} + \frac{1}{2} f_{2m} ]$ ,  
 $\sum_1 = f_1 + f_3 + \dots + f_{2m-1}$ ,  
 $\sum_2 = f_2 + f_4 + \dots + f_{2m-2}$ ,  
 $h = \frac{b-a}{2m}$  - шаг, т.е. если разбивать отрезок  $[a, b]$  на  $2m$  равных частей длины  $h = \frac{b-a}{2m}$  и обозначить через  $a = x_0, x_1, \dots, x_{2m-1}, x_{2m} = b$  последовательные точки, то получим последовательные координаты:

$$f_0 = f(x) = f(a),$$

$$f_i = f(x_i) \quad i = 1, 2, \dots, 2m-1,$$

$$f_{2m} = f(x_{2m}) = f(b).$$

В качестве допустимой ошибки на  $i+1$  шаге берем  $\epsilon_i = \frac{\epsilon H_i}{b-a}$ ,

где:

- $\epsilon$  - заданная точность,
- $H_i$  - текущий шаг,
- Проверка на точность  $\delta_i S < \epsilon_i$ ,

где  $\delta_i S$  - "абсолютно-относительная" погрешность

$$\delta_i S = \begin{cases} \frac{|S_{2i} - S_i|}{S_i} & \text{при } |S_i| < 1 \\ \frac{|S_{2i} - S_i|}{S_i} & \text{при } |S_i| \geq 1 \end{cases}$$

а  $S_{2i}$  и  $S_i$  - значение интеграла на разных шагах в данном отрезке.

Обращение к СП-27

СП-27 оформлена как стандартная подпрограмма в системе МИС-1. Для обращения к ней необходимо задать четыре подряд идущие команды:

$x-1$	-	3I	00	7400	00I7	,
$x$	+	27	$i_1$	$\langle a \rangle$	$\langle b \rangle$	,
$x+1$	-	3I	$i_2$	$a_{bx}$	$a_{bx}$	,
$x+2$	$\gamma$	00	$i_3$	$\langle \epsilon \rangle$	$\langle H_0 \rangle$	,

где:

$\langle a \rangle$  и  $\langle b \rangle$  - адреса ячеек, в которых находятся верхняя и нижняя границы,  
 $\langle \epsilon \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится заданная точность,  
 $a_{bx}$  - вход в блок вычисления подынтегральной функции,  
 $\langle H_0 \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится начальный шаг,  
 $a_{bvx}$  - ячейка обратной связи  
 $\delta = \begin{cases} + \text{ вычисление интегралов с постоянным шагом,} \\ - \text{ вычисление интегралов с автоматическим выбором шага.} \end{cases}$

СП-27 помещает  $x$  в ячейке 0040, берет  $f(x)$  из ячейки 0041, поэтому в блоке  $f(x)$  можно использовать любые ячейки.  
 СП-27 выдает результат в ячейке 0041.

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0133  
 Количество нестандартных констант 0002  
 Рабочие ячейки 0040-0041, 2114-2132.  
 Ячейки, в которые выдается результат 2124, 0041.

С П - 2 7

2000	-	31	00	7575	7601	к БЗА <sub>1</sub> $\delta$ -7600 0017(-30 00 $\alpha$ 0000)
1	-	10	00	7600	2121	$\delta$ -2121
2	-	31	00	7602	7606	к БЗА <sub>2</sub> $a$ -7604
3	-	10	00	7604	2125	$a$ -2125
4	+	25	00	2125	2121	$\delta-a$ -2116
5	-	30	00	2006	2116	}
6	-	10	17	0000	2022	
7	-	30	00	2010	2035	(-31 $i_2$ $a_{bx}$ $a_{bvx}$ ) $\rightarrow$ (2022 2035 2054)
2010	-	30	00	2011	2054	
1	+	20	00	7722	0017	0017(-30 00 $\alpha$ 0000)
2	-	31	00	7575	7601	к БЗА <sub>1</sub> $\epsilon$ -7600 0017(-30 00 $\alpha$ 0000)
3	-	10	00	7600	2120	$\epsilon$ -2120
4	-	31	00	7602	7606	к БЗА <sub>2</sub> $H_0$ -7604
5	+	45	00	2112	7604	}
6	-	30	00	2017	2126	

7	-	10	00	2125	0040
2020	-	10	00	0017	2110
1	-	10	00	0000	2124
2	+	00	00	0000	0000
3	-	10	00	0041	2130
4	+	34	00	2112	2126
5	+	16	00	2125	2114
6	+	27	00	2121	0000
7	-	32	00	2030	2032
2030	-	10	00	2121	2114
1	+	26	00	2125	2126
2	+	35	00	2120	2126
3	+	46	00	2116	2127
4	-	10	00	2114	0040
5	+	00	00	0000	0000
6	+	15	00	2130	0041
7	+	36	00	7772	2132
2040	-	10	00	0041	2130
1	-	10	00	7767	2117
2	-	10	00	0041	2131
3	-	72	00	7767	2117
4	-	73	00	7767	2126
5	+	26	00	2126	2115
6	-	75	00	7702	2122
7	+	24	00	7702	2123
2050	+	37	00	2126	0000
1	+	16	00	2125	0040
2	+	04	00	7702	2122
3	-	34	00	2057	2054
4	+	00	00	0000	0000
5	+	15	00	0041	2115
6	-	30	00	2047	2115
7	+	25	00	2117	2123
2060	-	34	00	2047	2061

$x_0 = a - 0040$   
 формируем выход  
 $0 - 2124$   
 в блок  $f(x)$   $f(x_0) - 0041$   
 $f_0 - 2130$   
 $4 \times \frac{H_0}{4} = H_0 - 2126$  ( $H_i - 2126$ )  
 $x_i + H_i = x_{i+1} - 2114$   
 $x_{i+1} - \delta$   
 если  $x_{i+1} \geq b$ , то ПУ к 2030  
 $\delta - x_{i+1}$   
 $H_i = \delta - x_i - 2126$   
 $\epsilon H_i$   
 $\epsilon_i = \frac{\epsilon H_i}{\delta - a} - 2127$   
 $x_{i+1} - 0040$   
 в блок  $f(x)$   $f_{i+1} - 0041$   
 $f_i + f_{i+1}$   
 $\frac{1}{2} f_i + \frac{1}{2} f_{i+1} - 2132$   
 $f_{i+1} - 2130$  начальн. знач. следущ. отпр.  
 $I - 2117$   
 $S_n - 2131$   
 $2 - 2117$   $4 - 2117$   
 $\frac{H_i}{2} = h - 2126$   
 $0 - 2115$   
 $0 - 2122$   $(-1) - 2123$   
 $(-1) - (-1) = 0$   $2123$   $0 - (-1) = 1$   $1 - (-1) = 2$   
 $0 \cdot h$   $h$   $2h$   
 $x_i - 0040$   $x_i + h$   $x_i + 2h$   
 $0 @ (-1) = -1 - 2122$   $1 @ (-1) = 0$   $0 @ (-1) = -1$   
 $f_i - 0041$   
 $\sum f_i - 2115$   
 $0 - Z \neq 0$

I	+	15	00	2115	2115
2	+	17	00	2132	0175
3	+	37	00	2126	0000
4	+	36	00	2113	0041
5	+	14	00	2115	2132
6	-	10	00	2110	0017
7	-	10	57	7777	0000
2070	-	32	00	2101	2071
I	+	71	00	2062	2117
2	-	34	00	2073	2042
3	+	24	00	0041	2131
4	+	55	00	7767	0041
5	-	32	00	2076	2077
6	+	44	00	0041	2131
7	+	55	00	2131	2127
2100	-	32	00	2102	2042
I	-	73	00	7767	2126
2	+	14	00	0041	2124
3	-	10	00	2114	2125
4	+	27	00	2121	0000
5	-	34	00	2024	2106
6	-	10	00	2124	0041
7	-	10	00	7667	0000
2110	-	00	00	0000	0000
I	+	20	00	0002	0000
2	+	40	00	0000	0003
3	+	52	52	5252	5400
4	+	00	00	0000	0000
5	+	00	00	0000	0000
6	+	00	00	0000	0000
7	+	00	00	0000	0000
2120	+	00	00	0000	0000
I	+	00	00	0000	0000
2	+	00	00	0000	0000

$$2Z$$

$$\frac{1}{2}f_i + \frac{1}{2}f_{i+1} + 2Z$$

$$\frac{h}{2} [ \frac{1}{2}f_i + \frac{1}{2}f_{i+1} + 2Z ]$$

$$\frac{2}{3}h [ \frac{1}{2}f_i + \frac{1}{2}f_{i+1} + 2Z ] = S_{2n} \rightarrow 0041$$

если  $\delta = +$ , то ПУ к 2101

$$\delta_i S = \delta_{2n} - S_n \rightarrow 2131$$

$$/S_{2n}|-1$$

$$\delta_i S = \frac{S_{2n} - S_n}{S_n} \rightarrow 2131 \text{ при } |S_{2n}| > 1$$

$$/E_i|-|\delta_i S|$$

если  $/\delta_i S| > \epsilon$ , то ПУ к 2042

$$\frac{h}{4} \rightarrow 2126$$

$$x_{i+1} \rightarrow 2125$$

$$x_{i+1} - b$$

$$\int_a^b f(x) dx \rightarrow 0041$$

восст. См

выход

рабочие ячейки

3	+	00	00	0000	0000
4	+	00	00	0000	0000
5	+	00	00	0000	0000
6	+	00	00	0000	0000
7	+	00	00	0000	0000
2130	+	00	00	0000	0000
I	+	00	00	0000	0000
2	+	00	00	0000	0000
3	-	43	71	7356	3771

рабочие ячейки

-KΣ

с п - 3 0

Интегрирование систем обыкновенных дифференциальных

уравнений методом Рунге-Кутты

Описание алгоритма

Стандартная программа предназначена для численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений вида:

$$y_i' = f_i(x, y_1, y_2, \dots, y_n) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (I)$$

с начальным условием  $y_i(x_0) = y_{0i}$

по формулам Рунге-Кутты:

$$y_i(x+h) = y_i(x) + \frac{h}{4}K_{1i} + \frac{h}{4}K_{2i} + \frac{h}{4}K_{3i} + \frac{h}{4}K_{4i}$$

где:

$$K_{1i} = f_i(x_0, y_{01}, y_{02}, \dots, y_{0n})$$

$$K_{2i} = f_i(x_0 + \frac{h}{2}, y_{01} + \frac{h}{2}K_{11}, y_{02} + \frac{h}{2}K_{12}, \dots, y_{0n} + \frac{h}{2}K_{1n})$$

$$K_{3i} = f_i(x_0 + \frac{h}{2}, y_{01} + \frac{h}{4}K_{11}, y_{02} + \frac{h}{4}K_{12}, \dots, y_{0n} + \frac{h}{4}K_{1n})$$

$$K_{4i} = f_i(x_0 + h, y_{01} + hK_{31}, y_{02} + hK_{32}, \dots, y_{0n} + hK_{3n})$$

Стандартная программа состоит из двух частей: основной части и настройки по параметрам.

Часть настройки по параметрам работает один раз для настройки основной части по исходной информации. После этого первая часть блока настройки используется в качестве рабочих

ячеек. Вторая часть работает для следующего обращения к СП-30 без изменения параметров.

Основная часть состоит из трех блоков.

1. Блок вычисления по формулам Рунге-Кутты в точках  $x + \frac{h}{2}$ , т.е.  $\bar{y}_{n+1/2}^k$ , значений в точках  $x + h$ , т.е.  $y_{n+1}^k$  и  $\bar{y}_{n+1}^k$ .

Из этого блока происходит обращение к оператору БВПЧ (Блок вычисления правых частей).

2. Блок вычисления погрешности по значениям  $y_{n+1/2}^k$  и  $\bar{y}_{n+1/2}^k$ .

$$\delta_{n+1/2}^k = \begin{cases} |y_{n+1/2}^k - \bar{y}_{n+1/2}^k| \\ |y_{n+1}^k - \bar{y}_{n+1}^k| \end{cases} \quad i=1,2,\dots,n.$$

$$\begin{aligned} &\text{при } |\bar{y}_{n+1/2}^k| \leq 1, \\ &\text{при } |\bar{y}_{n+1/2}^k| > 1. \end{aligned}$$

3. Блок автоматического выбора шага.

По вычисленной погрешности и по заданной точности выбирается новый шаг.

После получения решения в каждой точке вычисляем следующую точность:

$$\epsilon_{n+1} = \begin{cases} \epsilon_n + \frac{(\epsilon_n - \epsilon_n)/h_n}{x_n - x_n} h_n \\ \epsilon_n + \frac{\epsilon_n - \epsilon_{n+1}}{h_{n+1}} (x_{n+1} - x_n) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} &\text{при } x_{n+1} \in [x_0, x_n] \\ &\text{при } x_{n+1} \in [x_0, x_n] \cup x_n < x_{n+1} < x_{n+1}, \end{aligned}$$

где:

- $\epsilon$  - заданная точность,
- $x_n$  - конец интервала,
- $\epsilon_n$  - точность в точке  $x_n$  и  $\epsilon_0 = 2^{-23}$ ,
- $h_n$  - шаг.

Если все величины  $\delta_{n+1/2}^k \leq \epsilon_{n+1}$ , то нужная точность достигнута и происходит обращение к БОРС (Блок обработки результатов счета), а дальше с шагом  $h_{n+1} = 1/25 h_n$  происходит обращение к началу.

Если хотя бы одна величина  $\delta_{n+1/2}^k > \epsilon_{n+1}$ , то нужная точность не достигнута, шаг делится пополам и происходит пересчет решения с шагом  $\frac{h_n}{2}$ .

Если задано значение  $\nu$  (значение аргумента, при котором надо получить решение), то вычисляем расстояние  $\rho = \nu - x_n$  и сравниваем с  $h_n$ ; если  $\rho \leq h_n$ , то за  $x_{n+1}$  берем  $\nu$  и за  $h_{n+1}$  берем  $\rho$ . Если при этом точность достигнута для  $\rho$  и  $\frac{\rho}{2}$ , то производится дальнейшие вычисления с шагом  $h_{n+1} = h_n$  (а не  $1/25 h_n$ ).

Если достигли значение  $\nu$ , то в ячейку 2240 записывается признак  $\theta = \frac{1}{2}$ , иначе  $\theta = 0$ .

#### Возможности стандартной программы

1. Порядок системы.

Максимальный порядок системы может быть не больше 128 (10). ( $n = 128_{10}$ ).

2. Выбор шага.

Систему (I) СП интегрирует с автоматическим выбором шага.

3. Точность.

Систему (I) интегрирует с заданной точностью и с абсолютной или с относительной погрешностью в зависимости от того, меньше "1" или нет  $|\bar{y}_{n+1/2}^k|$ .

Сравнение на точность может происходить либо по всем  $y_i$  одновременно, либо только по заданным  $y_i$ , которым в шкалах задаются единицы.

4. Изменение параметров задачи.

При изменении какого-либо параметра задачи следует дать новую жизнь МИС-I перед обращением к стандартной программе.

При пользовании стандартной программой программист должен:

1. Составить исходную информацию параметров задачи.

2. Составить программу вычисления правых частей системы (БВПЧ).

3. Составить программу обработки результатов счета (БОРС).

4. При распределении памяти следует иметь в виду, что для стандартной программы требуется шесть групп рабочих ячеек (6n), расположенных в любом месте памяти, где n - порядок системы.

5. Перед обращением к СП-30 начальные значения  $y_{0i}$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) поместить в первой группе рабочих ячеек ( $a_i + a_i + n - 1$ ).

Обращение к СП-30

СП-30 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I. Для обращения к ней следует написать следующие подряд идущие команды:

x-1	-3I	00	7400	00I7
x	+30	i <sub>1</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>
x+1	n-1	i <sub>2</sub>	< b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>
x+2	+00	i <sub>3</sub>	< x <sub>0</sub>	< x <sub>0</sub>
x+3	+m	i <sub>4</sub>	< b <sub>2</sub>	< h <sub>0</sub>
x+4	}			шкалы
x+5				
x+6				
x+7				

где:

$n$  - порядок системы ;  
 $m$  - длина шкалы; максимально  $m=4$  , если  $m=0$  , то нет шкалы ;  
 $\delta$  - значение аргумента, при котором надо получить решение, если такого аргумента нет, то  $\langle \delta \rangle = 0000$  ;

$x_0$  - начальное значение аргумента ;

$x_n$  - конец интервала ;

$\varepsilon$  - точность ;

$h$  - начальный шаг (может быть  $h_0 < 0$  ) ;

$N_1$  - вход БВПЧ ;  $N_1-1$  - выход БВПЧ ;

$N_2$  - вход БОРС ;  $N_2-1$  - выход БОРС ;

( $x+4, x+5, x+6, x+7$ ) - шкалы, если сравнения на точность нужно проводить не по всем  $y_i$  .

Разряды этих ячеек используются следующим образом.

Пусть сравнение на точность требуется проводить не по всем компонентам решения (не по всем  $y_i$  ), а только по некоторым, тогда, начиная с первого разряда ячейки  $x+4$  , пишутся соответственно "1" или "0" в зависимости от того, нужно или не нужно по данной компоненте проводить сравнение на точность. Если не хватает одной строки (т.е.  $n > 36$  ), то используется вторая строка шкал и т.д.

Число строк со шкалами не может быть больше четырех, т.к. максимальный порядок системы  $n \leq 128(110)$  .

Назначение нестандартных операторов и требования, предъявляемые к ним

К каждому из БВПЧ и БОРС обращение осуществляется из СП-30 следующими командами:

(1) К БВПЧ					(2) К БОРС				
2I57	+7I	00	$i$	7732	2I33	+7I	00	$i_1$	773I
2I60	-30	00	2I6I	00I5	2I34	-30	00	2I35	00I5
2I6I	+67	00	7755	0000	2I35	-70	00	7723	00I5
2I62	+76	00	00I5	00I5	2I36	-30	00	2I37	00I5
2I63	-3I	I5	$N_1$	$N_1-1$	2I37	-3I	I5	$N_2$	$N_2-1$

где  $N_1$  и  $N_2$  - начальные адреса БВПЧ и БОРС, а  $N_1-1$  и  $N_2-1$  - ячейки обратной связи.

Каждый из нестандартных операторов должен предусматривать:

1. Первую нулевую ячейку, в которую при работе СП-30 засылается команда возврата.
2. После окончания работы блока управление следует передать в ячейки ( $N_1-1, N_2-1$  ) .

1) Блок вычисления правых частей системы

$$f_i = f_i(x; y_1, y_2, \dots, y_n).$$

К этому блоку СП-30 обращается после вычисления и засылки аргументов правых частей соответственно в ячейки:

$$x \rightarrow 2246 \quad ,$$

$$y_1 \rightarrow a_1 + 2n \quad ,$$

$$y_2 \rightarrow a_1 + 2n + 1 \quad ,$$

$$y_n \rightarrow a_1 + 3n - 1 \quad .$$

Результаты вычисления правых частей  $f_1, f_2, \dots, f_n$  необходимо заслать в ячейки:

$$f_1 \rightarrow a_1 + 3n \quad ,$$

$$f_2 \rightarrow a_1 + 3n + 1 \quad ,$$

$$f_n \rightarrow a_1 + 4n - 1 \quad .$$

2) Блок обработки результатов счета.

К этому блоку СП-30 обращается после вычисления каждого шага, т.е. после вычисления решения в точке  $x_k+h$  по значению его в точке  $x_k$ .

После вычисления решения в точке  $x_{k+1}$  решения находятся в ячейке

$$y_{k+1.1} \rightarrow a_1 \quad ,$$

$$y_{k+1.2} \rightarrow a_1 + 1 \quad ,$$

$$y_{k+1.n} \rightarrow a_1 + n - 1 \quad ,$$

аргумент  $x_{k+1}$  - в ячейке 2235, шаг  $h_k$  - в 224I,  $\varepsilon_k$  - 2236.

Если  $x_{k+1} = \delta$  , то [2240] = +4000 ..... 0 .

Если  $x_{k+1} \neq \delta$  , то [2240] = +00 ..... 0 .

БОРС может менять величину  $\delta$  . В БОРС должен быть предусмотрен выход на конец работы. Легко по значению [2240] и засылками в  $\langle \delta \rangle$  вычислять и печатать решение в нужных точках  $x_1, x_2, \dots$  . Из БОРС в главную программу можно вернуться командой

$$-30 \quad 00 \quad 2254 \quad 0000 \quad .$$

Содержание рабочих ячеек

Рабочие ячейки	Условное обозначение групп	С о д е р ж а н и е
$a_1 \div a_1 + n - 1$	$a_1$	начальные условия $y_{0,i}$ затем $y_{k,i}^{h/2}$ $i=1,2,\dots,n$ $k=0,1,2,\dots$
$a_{1+n} \div a_1 + 2n - 1$	$a_2$	решение в $x_k$ или $x_k^{h/2}$ , т.е. $y_{k,i}^h$ или $y_{k,i}^{h/2}$
$a_{1+2n} \div a_1 + 3n - 1$	$a_3$	аргументы для правых частей
$a_1 + 3n \div a_1 + 4n - 1$	$a_4$	правые части, вычисленные БВПЧ
$a_{1+4n} \div a_1 + 5n - 1$	$a_5$	решение в предыдущей точке $y_{k,i}^h$
$a_{1+5n} \div a_1 + 6n - 1$	$a_6$	решение $y_{k,i}^h$

Характеристика программы

Длина СП ( $n-1$ )	0313
Длина счетной части	0214
Количество нестандартных констант	0011
Рабочие ячейки	0040

СП - 030

2000	- 30	00	2230	0000	к настр. СП
1	- 10	00	2221	2236	$2^{-26}$ - 2236
2	- 10	00	0000	2240	0 - 2240
3	- 10	00	0000	2011	уничтожение ячеек связи
4	+ 00	00	0000	0000	формиров.настр. СП
5	- 30	00	2006	0015	0015 (+00 00 $\Delta v$ 0000)
6	+ 00	00	0000	0000	формиров. настр. СП, $v$ - 2250
7	+ 71	00	7732	2006	см (+00 00 $<v>$ 0000)
2010	+ 13	00	0015	0000	
1	+ 00	00	0000	0000	ячейка связи

2	-	34	00	2013	2024
3	-	10	00	2250	2234
4	-	10	00	7772	2237
5	+	25	00	2235	2250
6	-	30	00	2017	2256
7	+	55	00	2256	2241
2020	-	32	00	2021	2024
1	-	75	00	7772	2237
2	-	10	00	2241	2247
3	-	10	00	2256	2241
4	-	31	00	2203	2210
5	+	00	00	0000	0004
6	-	10	00	2235	2246
7	+	35	00	7772	2241
2030	-	30	00	2031	2257
1	-	31	00	2152	2230
2	-	31	00	2203	2210
3	+	00	00	0000	0005
4	-	31	00	2203	2210
5	+	77	00	0004	0000
6	+	35	00	7772	2241
7	+	36	00	7772	2257
2040	-	10	00	2235	2246
1	-	31	00	2152	2230
2	-	31	00	2152	2230
3	+	25	00	2252	2246
4	+	07	00	2241	0000
5	-	32	00	2060	2046
6	-	10	00	2236	2242
7	-	10	00	2241	2243
2050	-	10	00	2235	2244
1	+	25	00	2235	2252
2	-	30	00	2053	2256

если  $<v> = 0000$ , то "0"

$v \rightarrow 2234$   
 $\frac{1}{2} \rightarrow 2237$  } один раз для кажд.  $v$   
 $v-x_0 \rightarrow 2256$

$|h_0| - |v-x_0|$   
если  $|h_0| \geq |v-x_0|$ , то  $v \in [x_0, x_0+n]$   
исправл. шага  
 $0 \rightarrow 2237, \frac{1}{2} \rightarrow 2240$ , признак

$h_0 \rightarrow 2247$ , сохран. шага  
 $h' = v - x_0$   
заслать  $y_{k,i}^n$  с  $a_1 \rightarrow a_5$

$x_k \rightarrow 2246$

$\frac{h}{2} \rightarrow 2257$

вычислить  $y_{k,i}^h$  в  $a_1$

заслать  $y_{k,i}^h$  с  $a, v, a_0$

заслать  $y_{k,i}^h$  с  $a_5$  в  $a_1$   
для вычисления  $y_{k,i}^{h/2}$

$\frac{h}{4} \rightarrow 2257$   
 $x_k \rightarrow 2246$

вычислить  $y_{k,i}^{h/2}$  в  $a_1$   
 $y_{k,i}^{h/2}, \tilde{y}_{k,i}^{h/2}$  вычислить  $y_{k,i}^{h/2}$  в  $a_1$

$x_{k+1} - x_n$   
 $\ominus h_k$

если  $x_{k+1} \in [x_0, x_n]$ , то "-"  
если  $x_{k+1} \notin [x_0, x_n]$ , то "+"

$\xi_k \rightarrow 2242$   
 $h_k \rightarrow 2243$  } сохр. знач. пред. точки,  
 $x_k \rightarrow 2244$  } когда  $x_{k+1} \in [x_0, x_n]$  нужно  
использовать их

$x_n - x_k \rightarrow 2256$

3	+	25	00	2236	2251	$\varepsilon - \varepsilon_n$
4	+	37	00	2241	0107	$(\varepsilon - \varepsilon_n) h_n$
5	+	47	00	2256	0000	$\frac{(\varepsilon - \varepsilon_n) h_n}{x_n - x_n}$
6	+	16	00	2236	2236	$\varepsilon_{n+1} = \varepsilon_n + \frac{(\varepsilon - \varepsilon_n) h_n}{x_n - x_n} \rightarrow 2236$
7	-	30	00	2066	2245	$\rightarrow 2245$
2060	+	25	00	2242	2245	} $\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1} \rightarrow 2256$
I	-	30	00	2062	2256	
2	+	25	00	2235	2246	$x_{n+1} - x_n$
3	+	47	00	2243	0000	$\frac{x_{n+1} - x_n}{h_{n+1}}$
4	+	37	00	2256	0000	$\frac{x_{n+1} - x_n}{h_{n+1}} (\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1})$
5	+	16	00	2245	2236	$\varepsilon_{n+1} = \varepsilon_n + \frac{\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1}}{h_{n+1}} (x_{n+1} - x_n) \rightarrow 2236$
6	-	10	00	2254	0015	другое шкалы нет
7	-	70	00	2033	2231	0015 { (-30 00 0000) есть шкала
2070	+	12	00	2232	0016	см (+00 00 0000 5n)
I	-	10	00	0000	2256	0016 (+n-1 a, a, 5n)
2	-	10	00	2253	0000	0 - 2256
3	-	34	00	2074	2103	если шкалы нет, то "0"
4	-	10	00	2256	0000	} если [2256] = 0, то заслать шкалу
5	-	34	00	2101	2076	
6	-	10	15	0000	2260	шкала $\rightarrow 2260$
7	+	20	00	7722	0015	0015 (-30 00 x>5 0000)
2100	-	10	00	7772	2256	2256 (010 . . . 0)
I	+	71	00	2256	2260	если j=1, то $\neq 0$
2	-	34	00	2103	2117	I $\rightarrow$ см
3	-	10	00	7767	0000	1 - (y_{k+1}, l)
4	+	57	16	0000	0000	если 1 > (y_{k+1}, l), то "+"
5	-	32	00	2106	2110	} $\delta_{k+1, l} = \frac{h}{y_{k+1, l} - y_{k+1, l}} \rightarrow 2261$ при $ y_{k+1, l}  < 1$
6	+	25	16	0000	0000	
7	-	30	00	2113	2261	} $\delta_{k+1, l} = \frac{h}{y_{k+1, l} - y_{k+1, l}} \rightarrow 2261$ при $ y_{k+1, l}  > 1$
2110	+	25	16	0000	0000	
I	+	47	16	0000	0101	} $ \varepsilon_{k+1}  -  \delta_{k+1, l} $
2	-	30	00	2113	2261	
3	+	55	00	2261	2236	если $ \varepsilon_{k+1}  >  \delta_{k+1, l} $ , то выполн.услов.
4	-	32	00	2117	2133	

5	-	00	00	0000	0000	} когда $(\varepsilon_{k+1}) < (\delta_{k+1, l})$ и $h_n < 2^{-26}$ $\delta_{k+1, l} \rightarrow \varepsilon_{k+1}$
6	-	10	00	2261	2236	
7	+	60	00	2111	2256	(0010 . . . 0)
2120	-	20	16	2072	7723	0016 (+n-2 a, +1 a, 5n+1)
I	+	14	00	2241	2235	$x_k + h_k = x_{k+1} \rightarrow 2235$
2	-	30	00	2133	0000	
3	-	10	00	7772	2237	} $\frac{1}{2} - 2237$ 0 - 2240
4	-	10	00	0000	2240	
5	+	55	00	2241	2221	$2^{-26} -  h_k $
6	-	32	00	2115	2127	если $2^{-26} >  h_k $ , то "+"
7	+	34	00	7772	2241	$\frac{h}{2} = h' - 2241$ , шаг пополам
2130	-	31	00	2203	2210	} заслать $y_{k+1, l}$ с $a_2, \delta, a_6$ в качестве $y_{k+1}$
I	+	00	00	0001	0005	
2	-	30	00	2034	0000	
3	+	00	00	0000	0000	} 0015 (+00 00 0000 $\Delta_{1/2}$ )
4	-	30	00	2135	0015	
5	-	70	00	7723	0015	} 0015 (+00 00 $\Delta_{1/2} \Delta_{1/2}$ )
6	-	30	00	2137	0015	
7	-	00	00	0000	0000	ПУ к БОРС
2140	+	34	00	2222	2241	
I	-	10	00	2240	0000	
2	-	34	00	2143	2144	
3	-	75	00	2247	2240	0 - 2240, $h_2 \rightarrow 2241$ , восстан.
4	-	31	000	2004	2011	проба $\langle b \rangle = 0000$
5	-	34	00	2146	2024	если $\langle b \rangle \neq 0000$ , если $\langle b \rangle = 0000$ , то ПУ к 2024
6	+	25	00	2250	2234	$b - b'$
7	-	34	00	2013	2150	если $b = b'$ , то
2150	-	10	00	2237	0000	если [2237] = 0, то "b" уже прох.
I	-	34	00	2015	2024	
2	-	10	00	2246	2260	$I_n \rightarrow 2260$
3	-	10	00	2257	2262	$\frac{h}{2} \rightarrow 2262$
4	-	10	00	2223	2261	2261 (+00 10 0004 0200)
5	-	31	00	2203	2210	заслать $y_{k+1}$ с $a_1 - a_2 \rightarrow a_3$
6	+	00	01	0000	0001	



7	+	71	00	0000	7732	} 0015(+00 00 $\Delta_i$ , 0000)
2160	-	30	00	2161	0015	
1	+	67	00	7755	0000	См (+00 00 0000 $\Delta_i$ )
2	+	76	00	0015	0015	0015(+00 00 $\Delta_i$ , $\Delta_i$ )
3	-	31	15	0000	0000	ПУ к БВПЧ
4	-	10	00	2262	2256	$\frac{1}{2} \rightarrow 2256$
5	-	10	00	2233	0015	0015(+n-1 0000 $a, 3n$ )
6	-	70	00	2224	2231	См (+0000 $n$ $2n$ )
7	+	12	00	2232	0016	0016(+n-1 $a, n$ $a, 2n$ )
2170	+	15	00	2260	2256	$2x + \frac{1}{2} \rightarrow 2246$
1	-	30	00	2172	2246	
2	-	31	00	2211	2215	ПУ.Подгот. арг. для БВПЧ $4K_i + \frac{1}{2}K_i$ $\delta$
3	-	72	00	2257	2261	(+00 10 0004 0200 +11/8)
4	-	16	00	2261	2262	$\frac{1}{2} \rightarrow 2262$ $k \rightarrow 2262$ $k \rightarrow 2262$
5	+	36	00	7773	2256	$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \rightarrow 2256$ $\frac{1}{3} \rightarrow 2256$ $\frac{1}{3} \rightarrow 2256$
6	-	10	00	2233	0015	0015(+n-1 0000 $a, 3n$ )
7	-	10	00	2232	0016	0016(+n-1 $a$ , $a$ )
2200	-	31	00	2211	2215	ПУ к вычисл. $4K_i + \frac{1}{2}K_i + \frac{1}{3}K_i + \frac{1}{3}K_i + \frac{1}{3}K_i$
1	+	64	00	2054	2261	сдвиг направо 7 разр. $\rightarrow 0$
2	-	34	00	2157	2230	2261(+00 00 0400 0201)
3	-	30	00	2313	0000	0015(-30 00 2035 0000)
4	-	70	00	0015	2231	См (+00 00 0000 $4n$ )
5	+	12	00	2232	0015	0015(+n-1 $a$ , $a, 4n$ )
6	-	10	15	0000	0000	} $a_1 \rightarrow a_5$
7	-	20	15	2206	7723	
2210	+	00	00	0000	0000	ячейка связи
1	+	35	15	2256	0000	$\frac{1}{2}K_i$
2	+	16	16	0000	0000	$4K_i + \frac{1}{2}K_i \rightarrow a, 2n$ т.е. в др $a_5$
3	+	10	00	7723	0016	0016(+n-1 $a, n+1$ $a, 2n$ )
4	-	20	15	2211	7721	0015(+n-2 0000 $a, 3n$ )
5	+	00	00	0000	0000	ячейки связи
6	-	30	00	2267	0000	
7	-	10	15	0000	2250	

2220	+	00	00	0004	0000	} $2^{-26}$ I, 25 const	
1	+	40	00	0000	0132		
2	+	50	00	0000	0001		
3	+	00	10	0004	0200		
4	+	00	00	0001	0002		
5	+	71	00	0000	7732		
6	-	31	15	0000	0000		
7	+	00	00	0000	0003		
2230	+	71	17	0000	7717		(+00 $i$ , 0000 0000)
1	+	67	00	7755	0000		(+00 00 $v$ , 0000)
2	+	12	00	2225	2157		2157(+7100 $i$ , 7732)
3	+	22	00	7721	2133		2133(+7100 $i$ , 7731)
4	+	71	17	0000	7731		См (+00 00 0000 $N_2$ )
5	-	30	00	2236	0040	0040(+00 00 0000 $N_2$ )	
6	-	70	00	7723	0040	(+00 00 $N_2$ $N_2$ )	
7	+	23	00	7721	0000	(+00 00 $N_2$ $N_2-1$ )	
2240	+	76	00	2226	2137	2137(-31 15 $N_2$ $N_2-1$ )	
1	+	71	17	0000	7732	(+00 00 $N_1$ 0000)	
2	+	66	00	7755	0040	0040(+00 00 0000 $N_1$ )	
3	-	70	00	7723	0040	(+00 00 $N_1$ $N_1$ )	
4	+	23	00	7721	0122	(+00 00 $N_1$ $N_1-1$ )	
5	+	76	00	2226	2163	2163(-31 $N_1$ $N_1-1$ )	
6	+	71	17	0001	7717	(+00 $L_2$ 0000 0000)	
7	+	67	00	7755	0106	(+00 00 $L_2$ 0000)	
2250	+	76	00	2225	2004	2004(+71 00 $i_2$ 7732)	
1	+	71	17	0001	7732	(+00 00 $b$ 0000)	
2	+	76	00	2217	2006	2006(-10 15 $b$ 2250)	
3	+	71	17	0001	7740	( $n-1$ 00 0000 0000)	
4	+	62	00	2247	2230	2230(+n-1 0000 0000)	
5	+	63	00	2255	0130	(+0000 0000 $n-1$ )	
6	+	12	00	7721	2231	2231(+00 00 0000 $n$ )	
7	+	21	00	0017	2220	} 2255(-30 00 $a$ 40000)	
2260	-	30	00	2261	2255		

1	+	71	I7	0003	7730	(+ m 00 0000 0000)
2	-	30	00	2263	2253	2233(+ m 00 0000 0000) {m-0 шк. нет m-0 шк. есть}
3	-	34	00	2264	2267	
4	-	10	00	2255	2254	2254(-30 00 x+4 0000) перб.   адрес шкалы
5	+	61	00	2244	2253	(+00 00 m 0000)   при m=0 те. шкалы есть
6	+	22	00	2255	2255	2255(-30 00 x+4+m 0000)
7	+	20	00	7722	0017	0017(-30 x+1 0000)
2270	-	31	00	7557	7574	к БЗМ 7604(+00 I6 0000 a <sub>1</sub> ) 0017(-30 00 x+2 0000) 0016(+ xxxx 0000 Δ a)
I	+	71	00	7731	7604	(+00 00 0000 a <sub>1</sub> )
2	+	I3	00	0016	0000	(+ xxxx 0000 a <sub>1</sub> )
3	+	72	00	7731	0040	0040(+0000 0000 a <sub>1</sub> )
4	-	70	00	7723	0040	(+0000 a <sub>1</sub> a <sub>1</sub> )
5	+	I2	00	2230	2232	2232(+ n-1 a <sub>1</sub> a <sub>1</sub> )
6	-	70	00	2227	2231	(+00 00 0000 3n)
7	+	I3	00	0040	0000	(+00 00 0000 a+3n)
2300	+	I2	00	2230	2233	2233(+ n-1 0000 a+3n)
I	-	31	00	7575	7601	к БЗМ <sub>1</sub> x <sub>0</sub> -7600, 0017(-30 00 x+3 0000)
2	-	10	00	7600	2235	x <sub>0</sub> -2235
3	-	31	00	7602	7606	к БЗМ <sub>2</sub> x <sub>n</sub> -7604
4	-	10	00	7604	2252	x <sub>n</sub> -2252
5	-	31	00	7575	7601	к БЗМ <sub>1</sub> x-7600, 0017(-30 00 x+4 0000)
6	-	10	00	7600	2251	z-2251
7	-	31	00	7602	7606	к БЗМ <sub>2</sub> h <sub>0</sub> -7604
2310	-	10	00	7604	2241	h <sub>0</sub> -2241
I	-	10	00	2216	2000	
2	-	30	00	2001	0000	к счетной части
3	-	10	00	2210	0015	
4	+	71	I5	0000	7737	
5	-	30	00	2204	0015	
6	+	30	I3	5156	6150	→ КЭ

СП - 3 I

Вычеркивание строк и столбцов матрицы

Описание алгоритма

СП-3I осуществляет вычеркивание строк и столбцов матрицы  $Z^{m \times n}$  по заданной шкале  $\gamma$  и ссылке на вычеркнутые места диагонали числа  $\alpha$  (например, 0 или I).

Вычеркивается  $K$ -я строка и  $K$ -й столбец матрицы, если в  $K$ -ом разряде шкалы (слева направо начинается с первого разряда) стоит "I". Если шкала не умещается в одной ячейке (т.е.  $m > 36$ ), ее продолжение записывается в следующей ячейке также слева направо.

Обращение к СП-3I

СП-3I оформлена как стандартная программа в системе ММС-I. Для обращения к ней следует написать три подряд идущие команды:

```

x-1 - 3I 00 7400 0017
x + 3I I1 <α> <Z(i)>
x+1 + 00 I2 m-1 <γ>

```

где:

$\langle Z^{(i)} \rangle$  - начало матрицы, расположенной по строкам,  
 $\langle \alpha \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится число,  
 $\langle \gamma \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится шкала,  
 $m$  - порядок матрицы,  
 $I_1, I_2$  - индексные ячейки.

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0056  
Количество нестандартных констант 0001  
Рабочие ячейки 0040-0044.

СП - 3 I

```

2000 - 3I 00 7557 7574 к БЗМ 7600(+00 I5 <α> 0000)
7604(+00 I6 0000 <γ>)
0015(+ xxxx Δα 0000)
0016(+ xxxx 0000 Δγ)

I + 71 00 7731 0016 (+00 00 0000 Δz)

```

2	+	I3	00	7604	0000	(+00 I6 0000 < Z > )
3	+	76	00	7706	2036	2036(-I0 I6 0000 < Z > )
4	-	30	00	2005	2042	2042(-I0 I6 0000 < Z > )
5	+	7I	00	7732	00I5	(+00 00 Δ 0000)
6	+	I3	00	7600	0000	(+00 I5 < Δ > 0000)
7	+	73	00	7732	0000	(+00 00 < Δ > 0000)
20I0	+	76	00	2036	2046	2046(-I0 I6 < Δ > < Z > )
I	-	3I	00	7557	7574	к БЭИ $\left. \begin{matrix} 7600(+00 I5 m-1 0000) \\ 7604(+00 I6 0000 < \gamma > ) \\ 00I5(+xxxx \Delta 0000) \\ 00I6(+xxxx 0000 \Delta ) \end{matrix} \right\}$
2	+	7I	00	7732	00I5	
3	+	I3	00	7600	0I30	(+00 I5 m-1 0000)
4	+	66	00	7754	0044	0044(+ m-1 0000 0000)
5	+	67	00	20I3	0000	(+00 00 0000 m-1 )
6	+	I2	00	772I	0043	0043(+0000 0000 m )
7	+	7I	00	773I	00I6	
2020	+	I3	00	7604	0000	(+00 00 0000 < \gamma > )
I	+	73	00	773I	0I0I	
2	+	76	00	2055	2032	2032(+7I 00 0042 < \gamma > )
3	-	75	00	0000	0040	0 -- 0040, 004I
4	-	I0	00	0044	00I5	00I5(+ m-1 0000 0000)
5	-	I0	00	7772	0042	0042(0I00 . . . 0)
6	+	7I	00	0042	7747	если [0042] = 0, то заслать \gamma.
7	-	34	00	2032	2030	
2030	+	I0	00	772I	2032	(+7I 00 0042 < \gamma > +I)
I	-	I0	00	7772	0042	0042(0I00 . . . 0)
2	+	00	00	0000	0000	если K=1, то ≠ 0
3	-	34	00	2034	2047	
4	+	75	00	0040	0044	00I6(+ m-1 0000 K) K=0,1,2,...,m-1.
5	-	30	00	2036	00I6	$0 - \begin{pmatrix} Z^{m1} \\ Z^{m2} \\ Z^{mm} \end{pmatrix}$
6	+	00	00	0000	0000	
7	-	20	I6	2036	0043	00I6(+ m-2 0000 K+m)
2040	+	75	00	004I	0044	
I	-	30	00	2042	00I6	00I6(+ m-1 0000 K+m)
2	+	00	00	0000	0000	$0 - (Z^{m1}, Z^{m2}, \dots, Z^{mm})$

3	-	20	I6	2042	772I	00I6(+m-1 0000 K+m)
4	+	II	00	0040	004I	} 00I6(+00 00 0000 K+m+K)
5	-	30	00	2046	00I6	
6	-	00	00	0000	0000	$\alpha - Z^{(K)}$
7	+	60	00	202I	0042	0042(00I0 . . . 0)
2050	+	I0	00	772I	0040	0040(+00 00 0000 000I)
I	+	I0	00	0043	004I	004I(+00 00 0000 m)
2	-	20	I5	2026	0000	00I5(+m-2 0000 0000)
3	-	30	00	76I3	0000	к БЭР <sub>2</sub>
4	+	00	00	000I	0000	
5	+	7I	00	0042	0000	
6	+	43	77	74I4	0704	-KΣ

С П - 3 2

Скалярное произведение векторов с заданной матрицейОписание алгоритма

СП-32 осуществляет скалярное произведение векторов  $\vec{y}_1$  и  $\vec{y}_2$  с заданной матрицей  $Z^{(K)}$ .

$$\sigma = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = \sum_{i,K=1}^m y_1^{(K)} \cdot Z^{(K,i)} \cdot y_2^{(i)} = \sum_{K=1}^m y_2^{(K)} \left( \sum_{i=1}^m Z^{(K,i)} y_1^{(i)} \right)$$

Обращение к СП-32

СП-32 оформлена как стандартная программа в системе МИС-I. Для обращения к ней следует написать четыре подряд идущие команды:

$Z^{-1}$	-	3I	00	7400	00I7	,
$Z$	+	32	$i_1$	m-1	< Z <sup>(m1)</sup> >	,
$Z^{+1}$	+	00	$i_2$	< y <sub>1</sub> <sup>m1</sup> >	< y <sub>2</sub> <sup>m1</sup> >	,
$Z^{+2}$	+	00	$i_3$	< σ >		,

где:

m - порядок матрицы и вектора ,  
 $\langle Z^{(K)} \rangle$  - начало матрицы  $Z^{(K,i)}$ , расположенной по строкам ,

$\langle \varphi_1^{(i)} \rangle$  - начало вектора  $\vec{\varphi}_1$ ,  
 $\langle \varphi_2^{(i)} \rangle$  - начало вектора  $\vec{\varphi}_2$ ,  
 $\langle \sigma \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится скалярное произведение,  
 $i_1, i_2, i_3$  - индексные ячейки.

Характеристика программы

Длина СП (n-1) 0041  
 Длина счетной части 0013  
 Количество нестандартных констант 0002  
 Рабочие ячейки 0040-0042  
 Ячейки, в которые выдается результат  $\sigma$ , 0041.

С П - 3 2

2000	-	31	00	7557	7574	к БЗМ $\begin{matrix} 7600(+00\ 15\ m-1\ 0000) \\ 7604(+00\ 16\ 0000\ \langle Z^{(i)} \rangle) \\ 0015(+xxxx\ \Delta\ m\ 0000) \\ 0016(+xxxx\ 0000\ \Delta_2) \end{matrix}$
1	+	71	00	7732	0015	
2	+	13	00	7600	0130	(+00 15 m-1 0000)
3	+	66	00	7754	0042	0042(+m-1 0000 0000)
4	+	67	00	0002	0000	(+0000 0000 m-1)
5	+	12	00	7721	0043	0043(+0000 0000 m)
6	+	71	00	7731	0016	
7	+	13	00	7604	0000	(+00 16 0000 $\langle Z^{(i)} \rangle$ )
2010	+	76	00	2037	2025	2025(+35 16 0000 $\langle Z^{(i)} \rangle$ )
1	-	31	00	7557	7574	к БЗМ $\begin{matrix} 7600(+00\ 15\ \langle \varphi_1^{(i)} \rangle\ 0000) \\ 7604(+0001\ 6000\ \varphi_2^{(i)}) \end{matrix}$
2	+	71	00	7732	0015	
3	+	13	00	7600	0000	(+00 15 $\langle \varphi_1^{(i)} \rangle$ 0000)
4	+	73	00	7732	0000	(+0000 $\langle \varphi_1^{(i)} \rangle$ 0000)
5	+	76	00	2025	2025	2025(+35 16 $\langle \varphi_1^{(i)} \rangle$ $\langle Z^{(i)} \rangle$ )
6	+	71	00	7731	0016	
7	+	13	00	7604	0000	(+00 16 0000 $\langle \varphi_2^{(i)} \rangle$ )
2020	+	12	00	2040	2030	2030(+35 15 0040 $\langle \varphi_2^{(i)} \rangle$ )
1	-	10	00	0042	0015	0015(+m-1 0000 0000)

2	-	10	00	0000	0041	0 → 0041
3	-	10	00	0000	0040	0 → 0040
4	-	10	00	0042	0016	0016(+m-1 0000 0000)
5	+	00	00	0000	0000	
6	+	16	00	0040	0040	$\sum_{i=1}^m Z^{(i)} \varphi_1^{(i)}$
7	-	20	16	2025	7723	
2030	+	00	00	0000	0000	$\varphi_2^{(i)} (\sum_{i=1}^m Z^{(i)} \varphi_1^{(i)})$
1	+	16	00	0041	0041	$\sum_{i=1}^m \varphi_2^{(i)} / \sum_{i=1}^m Z^{(i)} \varphi_1^{(i)}$
2	+	10	00	0043	0042	0042(+m-1 0000 m)
3	-	20	15	2023	7721	0015(+m-2 0000 0001)
4	+	20	00	7722	0017	0017(-30 00 $\sigma+3$ 0000)
5	-	30	000	7607	0000	к БЗР $v = (\vec{\varphi}_1, \vec{\varphi}_2)$
6	+	00	00	0002	0000	
7	+	35	00	0000	0000	
2040	+	34	77	0040	0000	
1	-	77	25	5567	1565	→ КС

С П - 3 3

Нахождение минимумов квадратичного функционала методом  
линеаризации

Описание алгоритма

СП-33 ищет минимум функционала

$$M = \sum_{j=1}^n [f_j - f(x_j, \dots, z_j; a_1, a_2, \dots, a_m)]^2 \omega_j \quad (I)$$

по параметрам  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , т.е. находим набор параметров  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , при которых функция  $f(x_j, \dots, z_j; a_1, a_2, \dots, a_m)$  лучше всего проходит по экспериментальным значениям  $F_j$  с ошибками  $\sigma_j$ , соответствующим координатам  $x_j, \dots, z_j$  из условия минимума суммы

где:

$$M = \sum_{j=1}^n \frac{[f_j - f(x_j, \dots, z_j; a_1, \dots, a_m)]^2}{\sigma_j^2}$$

$n$  - число экспериментальных точек,

$m$  - число параметров ( $m \geq 2$ ).

Пусть вес  $\omega_j = \frac{1}{\sigma_j^2}$ ,

$$y_j = f_j(x_1, \dots, x_m; a_1, a_2, \dots, a_m),$$

$$y_j^* = \frac{df_j(x_1, \dots, x_m; a_1, \dots, a_m)}{da_k},$$

тогда условная система уравнения, по которой будет достигнут минимум функционала, имеет следующий вид:

$$\sum_{i=1}^m z_{ik} \Delta a_i = \psi_k, \quad k=1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

где:

$$z_{ik} = \sum_{j=1}^n \omega_j y_j^i y_j^k,$$

$$\psi_k = \sum_{j=1}^n \omega_j y_j y_j^k,$$

$\Delta a_i$  - поправка параметра  $a_i$ .

Из формулы (2) находят поправки  $\Delta a_k (k=1, 2, \dots, m)$  к значениям параметров

$$\Delta a_k = \sum_{i=1}^m (z^{-1})_{ik} \psi_i,$$

а искомые значения параметров будут:

$$a_k^{(k+1)} = a_k^{(k)} + \lambda \Delta a_k^{(k)}, \quad k=1, 2, \dots, m,$$

где  $\lambda = \frac{1}{m \frac{\partial \bar{a}}{\partial a_k}}$  для того, чтобы вектор  $\Delta \bar{a} = \{\Delta a_1, \Delta a_2, \dots, \Delta a_m\}$  всегда был направлен в сторону уменьшения суммы  $M$ .

$\nu_k$  - ограничивающий шаг соответствующего параметра  $a_k$ .

Если функция  $f$  линейно зависит от параметров, то всегда имеет  $\lambda=1$ .

Итерационный процесс продолжается до тех пор, пока  $\Delta a_k^{(k)}$  не станут достаточно малыми (при  $k=1, 2, \dots, m$ ).

В программе предусмотрен автоматический выбор  $\nu_k$ . Если на данном шаге функционал возрос, то шаги  $\Delta a$  и  $\nu_k$  должны быть уменьшены. Например,  $a_k = a_k - \frac{1}{2} \Delta a_k$ ,  $\nu_k = \frac{\nu_k}{2}$  при  $\Delta a_k \neq 0$ . Для устойчивости счета по отношению к сбоям и ошибкам округления такое уменьшение может делаться только конечное число  $N_2$  раз на данном шаге. Если функционал уменьшается на данном шаге, то на следующем шаге те  $\nu_k$ , для которых  $\frac{\Delta a_k}{2 \nu_k} > 1$ , можно увеличить, например, вдвое. Для экономии времени такое увеличение следует производить через какое-то число итераций  $N_2$  после последнего дробления шага.

Оказывается, что матрица ошибок найденных параметров совпадает с матрицей  $(z^{-1})_{ik}$ , сосчитанной при найденном выборе параметров.

В частности, ошибка параметра  $a_k$

$$\sigma_k = \sqrt{(z^{-1})_{kk}}.$$

Коридор ошибок найденной кривой есть

$$\sigma'(f(x_j)) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (z^{-1})_{ik} y_{(x_j)}^i y_{(x_j)}^k}.$$

Полезной характеристикой задачи являются факторы корреляции:

$$R_k = z_{kk} (z^{-1})_{kk}, \quad R_k \geq 1.$$

если  $k$ -й параметр не скоррелирован со всеми остальными, то  $R_k = 1$ .

Любой параметр  $a_k$  может быть фиксирован без изменения схемы расчета, если вычеркнуть  $k$ -ю строку и  $k$ -й столбец матрицы  $z_{ik}$ , а на соответствующее место диагонали  $z_{ik}$  поставить, например, 1 (т.е.  $z_{kk} = 1$ ).

К фиксации части параметров приходится прибегать, например, в случае слишком больших корреляций из-за некорректной постановки задачи или недостаточности экспериментальных данных для нахождения полного набора параметров.

Обращение к СП-33

СП-33 оформлена как стандартная программа в системе МИС-1. Для обращения к ней следует написать следующие подряд идущие команды:

$z-1$	-	31	00	7400	0017	,
$z$	+	33	$i_1$	$\langle k \rangle$	$\langle \epsilon \rangle$	,
$z+1$		S	$i_2$	m	n	,
$z+2$	+	Pq	$i_3$	$\nu_{30n-1}$	Nстр.	,
$z+3$	+	N30n	$i_4$	$\langle f \rangle$	$\langle a_i \rangle$	,
$z+4$		P	$i_5$	A	B	,
$z+5$		8	44	$i_6$	$\Delta \nu_k$	$\Delta \nu_{k+1}$ ,

где:

$n$  - число экспериментальных точек,

$m$  - число параметров ( $m \geq 2$ ),

$S$  - число ячеек, отведенных для описания одной точки (функция, вес, координаты),

$\epsilon$  - точность,

$\langle k \rangle$  - адрес ячейки, в которой находится код 

$N_1$	$N_2$	$N_3$	P
-------	-------	-------	---

,

$z^p$  - масштабный множитель,

$N_1$  и  $N_2$  ведают автоматическим выбором ограничивающих шага  $\nu_k$  (см. описание алгоритма), если  $N_1 = 00$  и  $N_2 = 77$ , то  $\nu_k$  фиксирован,

$N_1$  - число допустимых уменьшений шага на одной итерации,

$N_2$  - число итераций после последнего невыполнения условия сходимости ( $M_{j+1} < M_j$ ), когда можно попытаться увеличить  $\nu_k$ , хорошо работают  $N_1 = 01$ ,  $N_2 = 01$

и  $N_1 = 01$ ,  $N_2 = 02$ .

$N_3$  - число итераций, после которого происходит выход из программы независимо от точности.

В ячейке  $\langle K+1 \rangle$  располагается шкала фиксации параметров (начиная с первого разряда). Если в  $i$ -ом двоичном разряде шкалы (слева направо) стоит 1, то  $i$ -й параметр фиксируется (он не меняется в процессе поиска минимума). Если шкала не помещается в одной ячейке, то ее продолжение в ячейке  $\langle a_i \rangle$  - первый адрес групповых рабочих ячеек  $[a_i \div a_i + 5m + 6 + s \cdot n + m^2 - 1]$ .

Содержимое этих ячеек имеет следующий вид:

Адрес ячейки	Начальное содержание	После выполн. очеред. итерации
$a_i \div a_i + m - 1$	параметры $a_1, a_2, \dots, a_m$	$a_1, a_2, \dots, a_m$ (без поправки)
$a_{i+m} \div a_{i+2m} - 1$	ограничивающ. шаги $b_1, \dots, b_m$	$b_1, b_2, \dots, b_m$
$a_{i+2m}$	большое число $M_0$	последняя сумма $M_{j+1}$
$a_i \div 2m + 1$	$h_2^{(0)} = 0$	$h_2^{(0)}$ - число итераций после последнего дробления шага
$a_i \div 2m + 2$		$\alpha = \max_k \left  \frac{\partial a_k}{\partial x_k} \right $
$a_i \div 2m + 3$		$\lambda = \frac{1}{\max_k \left  \frac{\partial a_k}{\partial x_k} \right }$
$a_i \div 2m + 4 \div a_i \div 3m + 3$	рабочие ячейки	$\Delta a_1, \Delta a_2, \dots, \Delta a_m$
$a_i \div 3m + 4 \div a_i \div 4m + 3$		$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_m$
$a_i \div 4m + 4 \div a_i \div 5m + 5$		$P, B$
$a_i \div 5m + 6 \div a_i \div 5m + 6 + n \cdot s - 1$	числовые материалы	числовые материалы
$a_i \div 5m + 6 + n \cdot s \div a_i \div 5m + 6 + n \cdot s + m^2 - 1$	рабочие ячейки	матрица ошибок $(Z^*)_{ik}$

$P, B, Z^*, \dots$  - номер шкафа, номер бобины, номер зоны и номер строки на ленте, если числовой материал нужно вводить самой СП-33,

$l_{зон}$  - число зон, отведенных под группы числового материала по  $n$  точек в каждой (а число экспериментальных точек  $N = l \cdot n$ ),

$\langle f \rangle$  - адрес сосчитанной функции, следом за ней должны стоять  $m$  производных  $\frac{df}{da_k}$  ( $k=1, 2, \dots, m$ ),

$a_{вх}$  и  $a_{вых}$  - вход и выход блока арифметики, в котором вычисляются функция  $f$  и ее производные  $\frac{df}{da_k}$ ,  $k=1, 2, \dots, m$ ,

- У4 - признак ввода данных и вывода результатов,
- 01 - ввод числового материала с бумажной ленты,
- 02 - печать итераций,

- У4 } 04 - счет кривой по сосчитанным параметрам и ее печать,
- 10 - печать матрицы ошибок - десятичная,
- 20 - перфорация матрицы ошибок - восьмеричная,
- 40 - перфорация параметров - восьмеричная,
- $P$  - печатается каждая  $P$ -я итерация, если есть признак 02 в У4,
- $A-B$  - при счете кривой могут выдаваться на печать значения величин  $(A) \dots (B)$  в каждой из точек. При  $(B)_{мл} = 0$  эта печать блокируется. Количество величины  $(A), \dots, (B)$  не может быть больше чем  $m+2$ ,
- $\delta$  - признак последней строки информации.

Если  $\delta = +$  (т.е.  $\delta = 0$ ), то при каждом новом обращении к СП-33 она заново вызывается на рабочее поле и настраивается по параметрам независимо от того, была она стерта или нет. При  $\delta = -$  (т.е.  $\delta = 1$ ), если программа не стерта, счет ведется по настроенной прежде программе независимо от указанной информации. Тогда варианты могут отличаться только значением числовых величин, указанных в информации при первоначальном обращении к СП-33. Ввод числового материала с бумажной ленты блокируется.

Числовой материал

Числовой материал может вводиться самой СП-33 с бумажной ленты или вводиться программистом.

В первом случае материал пробивается в десятичной системе на бумажной ленте массивами по  $n$  точек в следующем порядке:

$$F_1, \delta_1, X_1, Y_1, \dots; F_2, \delta_2, X_2, Y_2, \dots; \dots; F_n, \delta_n, X_n, Y_n, \dots;$$

в конце каждого массива обязательно надо ставить признак конца (граница). Массивы должны быть равной длины.

Если числовой материал вводится программистом, то он должен быть переведен в восьмеричную систему и иметь следующий порядок:

$$F_1, \omega_1, X_1, Y_1, \dots; F_2, \omega_2, X_2, Y_2, \dots; \dots; F_n, \omega_n, X_n, Y_n, \dots$$

Числовой материал должен быть помещен в ячейки, начиная с  $a_i \div 5m + 6$  по  $a_i \div 5m + 6 + n \cdot s - 1$ .

Назначение блока арифметики

Блок арифметики предназначен для вычисления функции  $f(X_j, Y_j, \dots; a_1, \dots, a_m)$  и ее производных  $\frac{df}{da_k}$ ;  $k=1, 2, \dots, m$  в точках  $\{X_j, Y_j, \dots, Z_j\}$   $j=1, 2, \dots, n$ . СП-33 передает управление на блок арифметики

$$[0014] = (+n \cdot j \langle f_j \rangle 0000)$$

( $f_j$  находится в числовом материале).

Поэтому можно выбрать текущие переменные при помощи команд:

-	10	I4		<F>
-	10	I4	0001	<W>
-	10	I4	0002	<X>
-	10	I4	0003	<Y>
•	•	•	•	•

где  $\omega_j = \frac{1}{\sigma_j^2}$ , если они зачем-либо понадобятся в блоке арифметики. В блоке арифметики нельзя использовать ячейки 0013 и 0014.

### Вывод в итерации

Если в УЧ задан признак "02", то печатаются промежуточные результаты каждой P-й итерации в следующем порядке:

№ итерации	} Столько раз, сколько итерация повторялась, когда не выполнялось условие сходимости
M	
№ итерации	} $(M_{j+1} < M_j)$ (не больше, чем N <sub>j</sub> раз)
M	
•••••	
$R_1$	} факторы корреляции
$R_2$	
$\vdots$	
$R_m$	
$\delta_1$	} ошибки параметров
$\delta_2$	
$\vdots$	
$\delta_m$	
$a_1$	} параметры, соответствующие сумме (последней из напечатанных), т.е. новые поправки еще не учтены,
$a_2$	
$\vdots$	
$a_m$	

$$Z = \frac{\max \frac{|\Delta Q_n|}{\delta_n}}{N} \quad , \quad I = \frac{1}{N \cdot \max \left\{ 1, \frac{|\Delta Q_n|}{\delta_n} \right\}}$$

Итерации нумеруются с нулевой и далее. Нулевая итерация соответствует начальным заданным параметрам. Она всегда печатается независимо от признака "02". Если есть признак печати итерации ("02"), то всегда печатается последняя итерация независимо от ее номера. Если итерации не печатаются для экономии времени счета, то надо поставить большое число P.

### Вывод кривой перед выходом из СП-33

Если в УЧ задать признак "04", произойдет счет и печать кривой  $f(x_1, \dots, x_j; a_1, \dots, a_m)$ , где  $a_1, a_2, \dots, a_m$  - параметры, найденные по последней группе числового материала.

В каждой точке печатается

$f(x_j)$  - значение функции ,  
 $\sigma(f(x_j))$  - коридор ошибок найденной кривой ,  
 $\left( \frac{f_j - f(x_j)}{\sigma_j} \right)$  - вклад данной экспериментальной точки в сумму позволяет контролировать качество решения в задаваемых точках ,

$x_j$  - первая координата ,

$(A)$  - дополнительная выдача, если она не заблокирована.  
 $(B)$

### Структура программы

СП-33 состоит из двух частей: настройки и считавшей части. Часть настройки по параметрам работает один раз для настройки считавшей части по исходной информации. После этого она освобождается для помещения дальнейшей стандартной программы.

Считавшая часть работает по обычному режиму.

СП-33 внутри себя обращается к стандартным программам: СП-0, СП-16, СП-17, СП-02, СП-21, СП-24, СП-26, СП-31, СП-32. СП-26, СП-31, СП-02 и СП-24 используются во всех случаях.

СП-17 используется для перевода числового материала, если в обращении к СП-33 предусмотрен его ввод с бумажной ленты.

СП-16 - если предусмотрена печать результатов.

СП-0 - если предусмотрена перфорация и печать матрицы ошибок.

СП-32 - если предусмотрены счет и печать кривой для вычисления ее коридора ошибок  $\delta(f(x_j))$ .

Длина всех этих стандартных программ, которые используются внутри СП-33, является  $(n-1) - 116$ .

### Характеристика программы

Длина СП (n-1)	0605
Длина считавшей части	0377

Количество нестандартных констант 0033  
Рабочая ячейка 0040.

С П - 3 3

2000	-	31	00	7615	0015	к БФ
1	-	30	00	2400	0000	к настр. или пропустить
2	-	10	17	0005	0000	$I+5-SM$
3	-	32	00	2004	2010	если $b_j = +$ , то не надо снова счит. МНК с МЛ
4	-	10	00	7470	0040	испр.ТХ для того, чтобы стереть все СП из РИ
5	-	31	00	7455	7470	
6	-	10	00	0040	7470	к ММС снова считыв. МНК с МЛ
7	-	30	00	7401	0000	
2010	+	20	00	2350	0017	0017(-30 00 $2+6$ 0000)
1	-	31	00	7632	0015	БВ
2	+	00	00	0000	2365	
3	-	10	00	0013	2370	сохран. содерж. индексных ячеек 0013 и 0014
4	-	10	00	0014	2371	если числов. массивы в МОЗУ, то (-30 00 2044 0000)
5	-	10	00	2362	0014	
6	-	50	00	0000	1346	-50 00 0000 $a, 5m+6$
7	-	31	00	7400	0017	СП-17 10-2
2020	+	17	00	1346	1100	
1	-	10	00	2361	0015	0015(+n-1 0000 0000)
2	-	30	00	2023	0017	0017(+n-1 0000 0000)
3	-	10	00	0000	1324	-10 $a, 4m+4$ $0-a, 4m+4$
4	+	25	15	2372	1347	+2515 $2^{25}$ $a, 5m+7$ $b_j - 2^{25}$
5	-	32	00	2030	2026	если $b_j = 2^{25}$ , то $a_j = 0$
6	+	45	17	1347	7767	+4517 $a, 5m+7$ $<1>$ $\frac{1}{b_j} \Rightarrow a, 4m+4$
7	-	30	00	2030	1324	-30 2030 $a, 4m+4$
2030	+	35	00	1324	1324	+35 $a, 4m+4$ $a, 4m+4$ $\frac{1}{b_j} \Rightarrow a, 5m+7$
1	-	30	15	2032	1347	-30 15 2032 $a, 5m+7$
2	+	10	00	2354	0017	0017(+ n-1 5 0000)
3	-	20	15	2023	2347	0015(+n-2 0000 5)

4	-	46	14	0000	0000	
5	-	43	00	1101	1346	-43 00 $f, n, a, 5m+6$ МОЗУ-МЛ
6	-	30	00	2034	0000	
7	-	47	14	0000	0000	
2040	-	44	00	1101	1346	-44 00 $f, n, a, 5m+6$ фиктив. считыв.
1	-	30	00	2037	0000	
2	+	10	00	2355	0014	0014(+ $b_{2m-1} p q \cdot \frac{1}{b_{2m}} + n5$ )
3	-	20	14	2016	0000	0014(+ $b_{2m-2} p q \cdot \frac{1}{b_{2m}} + n5$ )
4	-	10	00	2352	0015	0015(+0014 0000 0000)
5	-	10	15	0000	2016	стр 2016 2017 2020 2021 2022
6	-	20	15	2045	7721	0015(+0003 0000 0001)
7	-	10	00	2360	0015	0015(+ $m^2-1$ 0000 0000)
2050	-	10	15	0000	1367	-10 15 0000 $a, 5m+6, 5n$ $0-[a, 5m+6, 5n + a, 5m+6, 5n, m^2-1]$
1	-	20	15	2050	7721	0015(+ $m^2-2$ 0000 0001)
2	-	10	00	2357	0015	0015(+ $m-1$ 0000 0000)
3	-	10	15	0000	1304	-10 15 0000 $0-[a, 3m+4 + a, 4m+3]$
4	-	20	15	2053	7721	0015(+ $m-2$ 0000 0001)
5	-	10	00	0000	2023	0 → M
6	-	10	00	2362	0014	если матер. в МОЗУ, то (-30 00 2244 0000) 0014 ( $b_{2m-1} p q \cdot \frac{1}{b_{2m}} \cdot \text{настр}$ )
7	-	46	14	0000	0000	
2060	-	45	00	1101	1346	-45 00 $3m+5m+6$ МЛ → МОЗУ
1	-	30	00	2057	0000	$[a, 5m+6 + a, 5m+6 + 5n-1]$
2	+	10	00	2355	0014	0014 ( $b_{2m-1} p q \cdot \frac{1}{b_{2m}} + n5$ )
3	-	31	00	2243	2262	вычисл. $Z_{сч}$ М У <sub>к</sub>
4	-	20	14	2057	0000	0014 (+ $b_{2m-2} p q \cdot \frac{1}{b_{2m}} + n5$ )
5	-	31	00	2263	2305	печать $\left\{ \begin{array}{l} \text{Итераци.} \\ M \end{array} \right.$
6	+	00	00	2022	0001	
7	+	71	00	7732	1020	+71 7732 $<A>$ (+00 00 $\frac{1}{b_1}$ 0000)
2070	+	66	00	7755	2027	2027(+00 00 0000 $\frac{1}{b_2}$ )
1	+	71	00	7734	1020	+71 7734 $<A>$ (+00 $\frac{1}{b_2}$ 0000 0000)
2	+	66	00	2162	2026	2026(+0000 0000 $\frac{1}{b_2}$ )
3	+	65	00	2171	1020	+65 2171 $<A>$ 2025(+0000 0000 $\frac{1}{b_1}$ )



4	-	30	00	2075	2025	
5	+	55	00	I260	2023	+55 $a, 2m$ 2023 $ M_{j+1}  -  M_j $
6	-	32	00	2077	2II5	при $ M_j  >  M_{j+1} $ если $ M_j  >  M_{j+1} $ , то
7	+	10	00	772I	20I6	норм. 20I6(+0000 0000 $\eta, \eta'$ )
2I00	+	2I	00	20I6	2025	$N, n,$
I	-	32	00	2I02	2II5	при $N, L, n$ , если $N \geq n$ , то еще можно уменьшить $b_n$
2	-	10	00	0000	I26I	-10 $a, 2m+1$ $a \rightarrow \eta_2^{(0)}$
3	-	73	00	7767	I263	-73 $\langle 1 \rangle a, 2m+3$ $\frac{3}{2} = \lambda' \rightarrow a, 2m+3$
4	-	10	00	2357	00I5	00I5(+m-1 0000 0000)
5	+	35	15	I263	I264	+35 I5 $a, 2m+3$ $a, 2m+4$
6	-	30	00	2I07	I324	-30. 2I07 $a, 4m+4$ $\lambda^2 \Delta a_n = a, 4m+4$
7	+	24	15	I324	I220	+24 I5 $a, 4m+4$ $a, a_n - \lambda \Delta a_n = 0$
2II0	+	7I	15	7747	I264	7I I5 7747 $a, 2m+4$ $p / \Delta a_n = 0$
I	-	34	00	2II2	2II3	
2	-	73	15	7767	I24I	-73 I5 $\langle 1 \rangle a, m$ $\frac{b_n}{2} = \delta_n$ при $\Delta a_n = 10$
3	-	20	15	2I05	772I	00I5(+m-2 0000 000I)
4	-	30	00	2047	0000	снова ПУ к нач.итер.
5	-	10	00	I02I	2030	-10 ( $k=1$ ) 2030 заслать шкалы
6	-	10	00	I022	203I	-10 ( $k=2$ ) 203I в ст.яч.
7	-	3I	00	7400	00I7	СП-3I
2I20	+	3I	00	7767	I367	+3I $\langle 1 \rangle a, 5m+6$ вычеркивание соотв. столбцов и строк матрицы $Z_{ik}$
I	+	00	00	I040	2030	$m-1 \langle k+1 \rangle$
2	-	10	00	2357	00I5	00I5(+m-1 0000 0000)
3	-	10	15	I367	I264	-10 I5 $a, 5m+6+5n$ $a, 2m+4$ $Z_{ik} = [a, 2m+4, a, 2m+3]$
4	-	20	15	2I23	235I	00I5(+m-2 m-1 000I)
5	-	10	00	2357	2I30	
6	-	3I	00	7400	00I7	СП-2I
7	+	2I	00	I367	I324	обращение matr.
2I30	+	00	00	0000	0000	$m-1$
I	-	10	00	2357	00I5	00I5(+m-1 0000 0000)
2	+	34	15	I367	I264	
3	-	20	15	2I32	235I	00I5(+m-2 m-1 000I)
4	-	3I	00	2263	2305	
5	+	00	00	I264	I040	+0000 $a, 2m+4$ печать $R_n (N=1, 2, \dots, m)$

6	-	3I	00	7400	00I7	СП-3I
7	+	3I	00	0000	I367	вычеркив. соотв. строк и столбцов матрицы
2I40	+	00	00	I040	2030	+00 00 $m-1 \langle k+1 \rangle$
I	-	3I	00	7400	00I7	СП-24 вычислить
2	+	24	00	I367	I304	$N_{m-1}$ +24 $a, 5m+6+5n$ $a, 3m+4$ $\Delta a_n = \frac{3}{2} Z_{ik} \eta, \eta'$
3	+	00	00	I040	I264	+00 $m-1 a, 2m+4 \rightarrow [a, 2m+4, a, 3m+3]$
4	-	10	00	2357	00I4	00I4(+m-1 0000 0000)
5	-	3I	00	7400	00I7	СП-02
6	+	02	I4	I367	I304	+02 I4 $a, 5m+6+5n$ $b_x = \sqrt{\frac{3}{2}}$ $[a, 5m+6, a, 3m+4]$
7	-	20	I4	2I45	235I	00I4(+m-2 m+1 000I)
2I50	-	3I	00	2263	2305	печать
I	+	00	00	I304	I040	+00 00 $a, 3m+4m+1$ $\delta_x$ $K=1, 2, \dots, m$
2	-	10	00	0000	I262	-10 $a, 2m+2$ $a \rightarrow x$
3	-	10	00	7767	0000	-10 $\langle 1 \rangle a, 2m+3$ $1 \rightarrow \lambda$
4	-	10	00	2357	00I5	00I5(+m-1 0000 0000)
5	-	75	00	0000	00I6	0-00I6, 00I7
6	+	15	I6	I304	7756	-10 I6 $a, 3m+4$ $p(\delta_x=0)$
7	-	34	00	2I60	2I65	при $\delta_x=0$
2I60	+	45	I5	I304	I264	+45 I5 $a, 3m+4$ $a, 2m+4$ $\frac{\Delta a_n}{\delta_n} \rightarrow a, 4m+4$
I	-	30	00	2I62	I324	-30 2I62 $a, 4m+4$
2	+	57	00	I262	0I30	+57 $a, 2m+2$ 0I30 $ \frac{\Delta a_n}{\delta_n}  \rightarrow x$
3	-	32	00	2I64	2I65	если $ \frac{\Delta a_n}{\delta_n}  \geq 1$ , то +
4	-	12	00	I324	I262	-12 $a, 4m+4$ $a, 2m+2$ $ \frac{\Delta a_n}{\delta_n}  \rightarrow x$
5	-	10	16	I24I	I324	-10 I6 $a, m$ $a, 4m+4$ $b_x \rightarrow a, 4m+4$
6	-	72	00	I020	I324	-72 $\langle k \rangle a, 4m+4$ $2^k b_x \rightarrow a, 4m+4$
7	-	10	16	I264	0000	-10 I6 $a, 2m+4$ $\Delta a_n \rightarrow L_n$
2I70	+	46	00	I324	I324	+46 $a, 4m+4$ $a, 4m+4$ $\frac{\Delta a_n}{b_n} \rightarrow a, 4m+4$
I	+	57	00	I263	0I36	+57 $a, 2m+3$ 0I36 $ \frac{\Delta a_n}{2^k b_x}  \rightarrow \lambda$
2	-	32	00	2I73	2I74	если $ \frac{\Delta a_n}{2^k b_x}  \geq 1$ , то +
3	-	12	00	I324	I263	-12 $a, 4m+4$ $a, 2m+3$ $ \frac{\Delta a_n}{2^k b_x}  \rightarrow \lambda$
4	+	2I	00	I26I	2026	+2I $a, 2m+1$ 2026 $\eta_2 - \eta_1^{(0)}$
5	-	32	00	220I	2I76	если $\eta_2 \geq \eta_1^{(0)}$ то, не меняя убав. $b_x$ .
6	+	55	00	I324	7767	+55 $a, 4m+4$ $\langle 1 \rangle 1 / \frac{\Delta a_n}{b_n^2}$

7	-	32	00	220I	2200	если $1 < \frac{\Delta \alpha_i}{\beta_i \cdot 2^i}   \text{то надо}$	2240	-	32	00	2306	224I	если $n_i > P$ , то печать.
2200	-	72	I7	7767	I24I	$-72 I7 < 1 > a_i + m$	I	-	10	00	2363	20I7	$P \rightarrow n_i$
I	+	10	00	7722	00I6	$00I6(+0000 000I 0000)$	2	-	30	00	2047	0000	ПУ в начало утраца.
2	+	10	00	772I	00I7	$00I7(+0000 0000 000I)$	3	-	10	00	00I4	I344	$-10 00I4 a_i + 5m^4$ сохр. [00I4]
3	-	20	I5	2I56	7723	$00I5(+m-2 000I 000I)$	4	-	10	00	2356	00I4	$00I4(+n-1 I346 0000)$
4	+	45	00	I263	7767	$+45 a_i + 2m + 3 < 1 > \frac{1}{2} \rightarrow a_i + 2m + 3$	5	-	10	00	0000	00I3	$0 \rightarrow 00I3$
5	-	30	00	2206	I263	$-30 2206 a_i + 2m + 3$	6	-	10	I4	000I	0000	$-10 a_i + 5m + 7$ $w_i - c_m$
6	-	3I	00	2263	2305	печать $\sigma_i$	7	-	34	00	2250	2257	при $w_i = 0$ если $w_i = 0$ , то обход
7	+	00	00	I220	I040	$+ a_i, m-1$	2250	+	00	00	0000	0000	к блоку арифм.
22I0	-	3I	00	2263	2305	печать $x, \lambda$	I	+	25	I3	II40	I346	$+25 I3 < f > a_i + 5m + 6$ $\frac{f_i}{\sigma_i^k} \frac{\partial f_i}{\partial \alpha_i} i=1,2,\dots,m$
I		00	00	I262	000I	$+ a_i + 2m + 2 000I$	2	-	30	00	2253	I345	$-30 2253 a_i + 5m + 5$
2	+	55	00	I262	I000	$+55 a_i + 2m + 2 < 1 >  x  -  x $	3	-	3I	00	7400	00I7	СП-26
3	-	32	00	2237	22I4	$ x  > \epsilon$ если $ x  \leq \epsilon$ , то "+"	4	+	26	I4	000I	I345	$+26 a_i + 5m + 7 a_i + 5m + 5$ вычисл.
4	-	10	00	2023	I260	$-10 2023 a_i + 2m M_{3,i} \rightarrow M$	5	+	00	00	II4I	I367	$< f + f > a_i + 5m + 6 + 5 \cdot n$ $\frac{2}{k} k$ $Y_k M$
5	-	10	00	7767	202I	$I \rightarrow 202I (N_3 = 1)$	6	+	00	00	2023	I304	$2023 a_i + 3m + 4$
6	+	2I	00	2027	2020	$n_3 - N_3$	7	+	10	00	2347	00I3	$00I3(+00 00 0000 5)$
7	-	32	00	2237	2220	при $n_3 < N_3$ если $n_3 > N_3$ , то уже вычисл. $N_3$ раз (+)	2260	-	20	I4	2246	2354	$00I4(+n-2 5 0000)$
2220	+	2I	00	2363	20I7	$n_4 - P$	I	-	10	00	I344	00I4	$-10 a_i + 5m + 4 00I4$ Восст. [00I4]
I	-	32	00	2222	2223	при $n_4 < P$ если $n_4 > P$ , то печ. "+"	2	-	30	00	2065	0000	
2	-	10	00	0000	20I7	после печати $0 \rightarrow n_4$	3	-	10	00	202I	0000	если [202I] = 0, то первый раз
3	-	10	00	2357	00I5	$00I5(+m-1 0000 0000)$	4	-	34	00	2265	2267	
4	-	30	00	2225	00I6	$00I6(+m-1 0000 0000)$	5	+	2I	00	2363	20I7	если не надо печатать, то (-30 00 2304 0000)
5	+	35	I5	I263	I264	$+35 I5 a_i + 2m + 3 a_i + 2m + 4 \lambda \cdot \Delta \alpha_i^{(4)}$	6	-	32	00	2267	2304	при $n_i < P$ если $n_i > P$ , то печать (+)
6	+	16	I6	I220	I220	$+I6 I6 a_i a_i \alpha_i^{(2)} = \alpha_i^{(2)} + \lambda \cdot \Delta \alpha_i^{(2)}$	7	-	10	00	2305	00I5	$00I5(-3000 \neq 0000)$
7	+	10	00	7723	00I6	$00I6(+m-1 000I 000I)$	2270	+	7I	I5	0000	7732	(+00 00 $A_n 0000$ )
2230	-	20	I5	2225	772I	$00I5(+m-2 0000 000I)$	I	+	76	00	2353	2275	формирование
I	+	10	00	772I	2020	$2020(+0000 0000 n_6^* I)$	2	+	7I	I5	0000	773I	(+0000 0000 $t-1$ )
2	+	14	00	7767	2022	$\tilde{n}_3 + 1 \rightarrow \tilde{n}_3$	3	+	66	00	7754	2276	формирование
3	+	10	00	772I	20I7	$20I7(+0000 0000 n_4^* I)$	4	-	3I	00	7400	00I7	СП-16
4	+	10	00	772I	I26I	$+10 772I a_i + 2m + 1 (0000 0000 n_2^* I)$	5	+	00	00	0000	0000	$+I6 A_n a_i + 4m + 4$ $2 \rightarrow I0$
5	-	10	00	0000	20I6	$0 \rightarrow n_i$	6	+	00	00	0000	0000	
6	-	30	00	2047	0000	ПУ к нач. итерации	7	+	65	00	7754	2276	(+ $t-1$ 0000 0000)
7	+	2I	00	2363	20I7	$n_4 - P$ , если $n_4 > P$ , то печать (+)							

2300	-	30	00	230I	00I5	00I5(+ t- / 0000 0000)	2340	+	4I	00	I240	I220		
I	-	60	I5	0400	I324	-60 I5 0040 печать по дес.	I	-	3I	00	7400	00I7	если не надо, то (-30 00 2346 0000)	СП-15
2	-	20	I5	230I	772I	00I5(+ t-2 0000 000I)	2	+	I5	00	I367	I060	+I5 a+5m+6+5n m <sup>2</sup> 2-10	
3	-	60	00	3400	0000		3	-	3I	00	7400	00I7		СП-00
4	+	20	00	7722	2305		4	+	00	00	0000	0000	печать z <sub>ik</sub> <sup>-1</sup>	
5	+	00	00	0000	0000		5	+	I0	00	I407	I367	по десятичной	
6	-	I0	00	2356	00I4	если не надо (-30 00 x+ / 0000) (-30 00 233I 0000) (+7- / I346 0000)	6	-	30	00	2373	0000		
7	-	I0	00	0000	00I3	0 - 00I3	7	+	00	00	0000	II20	+00 00 0000 S	
2310	+	00	00	0000	0000	ПУ в блок арифметики вычисл. ф. $\frac{2A}{2A}, (a+2, \dots, m)$	2350	+	00	00	0006	0000	+0000 S 0000	
I	-	I0	00	II40	2032	-I0 (f) 2032 f <sub>i</sub> - 2032	I	+	00	00	I042	000I	+0000 m+0000I	
2	-	3I	00	7400	00I7	СП-32	2	+	00	04	0000	0000		
3	+	32	00	I040	I367	+32 m-1 a+5m+6 вычислить	3	+	I6	00	0000	I324	+I6 00 0000 a, +4m+4	
4	+	00	00	II4I	II4I	+ <f+1> <f+1> $\sigma^2(f(x_j)) = \sum_{k=1}^m \varphi_k^2 x_{ik}^2 \varphi_k$	4	+	00	00	II20	0000		
5	+	00	00	0000	2033		5	+	00	00	0000	II0I	+0000 0000 n.S	
6	-	3I	00	7400	00I7	$\delta(f(x_j)) - 2033$	6	+	00	00	I346	0000	n-1 a+5m+6 0000n-1 a+5m+6 0000	
7	+	02	00	2033	2033		7	-	30	00	2333	0000	обход печати +m-1 0000 0000 кривой	
2320	+	25	I3	II40	I346	+25 I3 <f> a+5m+6 f <sub>j</sub> -f <sub>j</sub> <sup>-</sup> a+5m+4	2360	-	30	00	2336	0000	обход перф. z <sup>-1</sup> +m <sup>2</sup> -1 0000 0000	
I	-	30	00	2322	I344	-30 2320 a+5m+4	I	-	30	00	234I	0000	обход перф. a <sup>n</sup> +n-1 0000 0000	
2	+	37	00	I344	0000	+37 a+5m+4 (f <sub>j</sub> -f <sub>j</sub> ) <sup>2</sup>	2	-	30	00	2304	0000	обход печати +l <sub>30m</sub> -1 P <sub>q</sub> N <sub>30m</sub> N <sub>стр</sub> итерации	
3	+	36	I4	000I	2034	+36 a+5m+7 2034 (f <sub>j</sub> -f <sub>j</sub> ) <sup>2</sup> ω <sub>j</sub> -2034	3	-	30	00	2044	0000	обход ввода с п/к +0000 0000 P	
4	-	I0	I4	0002	2035	-I0 a+5m+10 2035 x <sub>j</sub> - 2035	4	-	30	00	2244	0000	обход счит. с МЛ	
5	-	3I	00	2267	2305	печать	5	-	30	00	233I	0000	обход печати A-B.	
6	+	00	00	2032	0003	f <sub>j</sub> δ(f <sub>j</sub> ), (f <sub>j</sub> -f <sub>j</sub> ) <sup>2</sup> ω <sub>j</sub> I <sub>j</sub>	6	-	30	00	2346	0000	обход печати z <sup>-1</sup>	БЗ
7	-	3I	00	2267	2305	если не надо печат. (-30 00 233I 0000)	7	-	3I	00	0000	0000		
2330	+	00	00	II60	I200	A-B, то A B-A печать A-B	2370	+	03	40	0000	0000		
I	+	I0	00	2347	00I3	00I3(+0000 0000 S)	I	+	00	20	0000	0000		
2	-	20	I4	2310	2354		2	+	40	00	0000	0044	2 <sup>35</sup>	
3	-	3I	00	7400	00I7	СП-00	3	-	I0	00	2370	00I3	восстан.	
4	+	00	00	0000	0000	a+5m+5+5n+m <sup>2</sup> перф. матр. ошибок a+5m+8+5n по восьмеричн.	4	-	I0	00	237I	00I4		
5	+	4I	00	I407	I367		5	-	3I	00	7637	00I5		
6	-	3I	00	7400	00I7	СП-00	6	+	77	00	2365	0000	БВ	
7	+	00	00	0000	0000	перф. параметры α <sub>4</sub> по восьмеричн.	7	-	30	00	76I3	0000	к БЗР <sub>2</sub>	

2400	+	7I	I7	0005	7730	выдел. УЧ	
I	+	66	00	2402	0040	0040(+0000 00УЧ 0000)	
2	+	73	00	7722	0I22	P(УЧ=0I)	
3	-	34	00	2406	2404		
4	-	IO	00	2363	20I5	20I5(-30 00 2044 0000) при УЧ≠0I	
5	-	IO	00	2364	2056	2056(-30 00 2244 0000)	
6	+	7I	00	77I2	0040	P(УЧ=02)	
7	-	34	00	24II	24IO		
24IO	-	IO	00	2362	2265	2265(-30 00 2304 0000) при УЧ≠02	
I	+	7I	00	2600	0040	P(УЧ=04)	
2	-	34	00	24I4	24I3		
3	-	IO	00	2357	2306	2306(-30 00 2333 0000) при УЧ≠04	
4	+	7I	00	260I	0040	P(УЧ=IO)	
5	-	34	00	24I7	24I6		
6	-	IO	00	2366	234I	234I(-30 00 2346 0000) при УЧ≠IO	
7	+	7I	00	2602	0040	P(УЧ=20)	
2420	-	34	00	2422	242I		
I	-	IO	00	2360	2333	2333(-30 00 2336 0000) при УЧ≠20	
2	+	7I	00	2603	0040	P(УЧ=40)	
3	-	34	00	2425	2424		
4	-	IO	00	236I	2336	2336(-30 00 23II 0000) при УЧ≠40	
5	-	3I	00	2563	2572	анализ. Э $\begin{matrix} 7600(+0000 <A> 0000) \\ 7604(+0000 <E> 0000) \end{matrix}$	
6	-	IO	00	7604	2400	2400(+0000 <E> 0000)	
7	-	IO	00	7600	240I	240I(+0000 <A> 0000)	
2430	+	7I	I7	0000	7740	(+ S 00 0000 0000)	
I	+	62	00	2434	2405	2405(+0000 S 0000)	
2	-	3I	00	2563	2572	анализ. Э/1 $\begin{matrix} 7600(+0000 m 0000) \\ 7604(+0000 n 0000) \end{matrix}$	
3	-	70	00	7604	2405	(+ n S 0000 0000)	
4	+	23	00	7724	0I22		
5	+	66	00	7755	2404	2404(+0000 n S-1 0000)	
6	+	2I	00	7722	7604	(+0000 n-1 0000)	
7	+	66	00	7754	236I	236I(+ n-1 0000 0000)	

2440	+	76	00	2356	2356	2356(+ n-1 I346 0000)	
I	-	70	00	7600	7600	(+ m <sup>2</sup> 0000 0000)	
2	+	22	00	7724	2360	2360(+m <sup>2</sup> -1 0000 0000)	
3	+	66	00	7755	2403	2403(+0000 m <sup>2</sup> -1 0000)	
4	+	65	00	2447	7600	(+ m <sub>3400</sub> 0000 0000)	
5	+	76	00	2256	2256	2256(+ m <sub>3400</sub> 2023 I304)	
6	+	65	00	7754	7600	(+ m <sub>2</sub> m <sub>34</sub> 0000 0000)	
7	+	73	00	7730	0022	(+ m <sub>2</sub> 00 0000 0000)	
2450	+	76	00	2255	2255	2255(+ m <sub>2</sub> 00 I22I I367)	
I	-	IO	00	7600	2420	2420(+0000 m 0000)	
2	+	22	00	7722	2402	2402(+0000 m-1 0000)	
3	+	66	00	7754	2357	2357(+ m-1 0000 0000)	
4	+	7I	I7	0000	7730	(+ P <sub>q</sub> 00 0000 0000)	
5	+	66	00	7755	2362	2362(+0000 P <sub>q</sub> 00 0000)	
6	-	3I	00	2563	2572	анализ. Э/2 $\begin{matrix} 7600(+0000 b_{30n-1} 0000) \\ 7604(+0000 N_{30n} 0000) \end{matrix}$	
7	+	65	00	7754	7600	(+ l <sub>30n-1</sub> 0000 0000)	
2460	+	76	00	2362	2362	2362(+ l <sub>30n-1</sub> P <sub>q</sub> 00 0000)	
I	+	65	00	7755	7604	(+0000 0000 N <sub>30n}</sub> )	
2	+	76	00	2362	2362	2362(+ l <sub>30n-1</sub> P <sub>q</sub> 00 N <sub>30n}</sub> )	
3	+	7I	I7	0000	7730	(+ N <sub>30n}</sub> 00 0000 0000)	
4	+	67	00	2464	0I23	(+0000 00 N <sub>30n}</sub> 0000)	
5	+	76	00	2362	2362	2362(+ l <sub>30n-1</sub> P <sub>q</sub> N <sub>30n}</sub> N <sub>30n}</sub> )	
6	-	3I	00	2563	2572	анализ. Э/3 $\begin{matrix} 7600(+0000 <f> 0000) \\ 7604(+0000 <g> 0000) \end{matrix}$	
7	-	IO	00	7600	2406	2406(+0000 <f> 0000)	
2470	-	IO	00	7604	24II	24II(+0000 <g> 0000)	
I	+	I2	00	2420	24I2	24I2(+0000 q, m 0000)	
2	+	I2	00	2420	24I3	24I3(+0000 q, 2m 0000)	
3	+	I2	00	2420	24I4	24I4(+0000 q, 3m 0000)	
4	+	I2	00	2420	24I5	24I5(+0000 q, 4m 0000)	
5	+	I2	00	2420	24I6	24I6(+0000 q, 5m 0000)	
6	+	I2	00	2404	24I7	24I7(+0000 q, 5m n-1 0000)	
7	-	IO	I7	0000	0000	P - Cm	

2500	+	62	00	2565	2363	2363(+0000 0000 P)
I	-	3I	00	2563	2572	анализ. $\Sigma+4$ $\begin{matrix} 7600(+0000 A 0000) \\ 7604(+0000 B 0000) \end{matrix}$
2	-	10	00	7600	2407	2407(+0000 A 0000)
3	+	2I	00	7600	7604	2410(+0000 B-A 0000)
4	-	30	00	2505	2410	
5	-	10	00	7604	0000	B-CM
6	-	34	00	2510	2507	
7	-	10	00	2365	2327	2327(-30 00 233I 0000)при B=0
2510	+	7I	I7	0000	7737	(+00 $\epsilon$ $\sigma_{xz}$ $\sigma_{yxx}$ )
I	+	76	00	2367	2250	2250(-3I $\epsilon$ $\sigma_{xz}$ $\sigma_{yxx}$ )
2	-	30	00	2573	2310	2310(-3I $\epsilon$ $\sigma_{xz}$ $\sigma_{yxx}$ )
3	+	20	00	7722	0017	0017(-3000 $\Sigma+6$ 0000)
4	-	10	00	237I	0015	0015(+0020 0000 0000)
5	+	74	15	2604	2400	2400(+1000 <E> IOI7)
6	+	10	00	2560	2604	2604(+1020 0000 IO37)
7	-	20	15	2515	772I	0015(+0016 0000 000I)
2520	-	10	00	0000	2550	стирать ячейку связи
I	-	10	00	7732	242I	242I(+0000 7777 0000)
2	-	10	00	7745	2422	2422(-7777 0000 7777)
3	-	10	00	7755	2423	2423(+0000 0000 0014)
4	-	10	00	7754	2424	2424(+0000 0000 0014)
5	-	10	00	2370	0015	0015(+0340 0000 0000)
6	+	7I	15	242I	2016	2425(+0000 0000 B)
7	+	66	00	2423	2425	
2530	-	10	00	237I	0016	0016(+0017 0000 0000)
I	+	7I	I6	2400	7744	2426(+0000 0000 A <sub>n</sub> )
2	+	66	00	2543	2426	
3	+	7I	I6	2400	773I	2427(+0000 0000 A <sub>ж</sub> )
4	-	30	00	2535	2427	
5	+	7I	I6	2400	7732	2430(+0000 0000 A)
6	+	66	00	7755	2430	
7	+	2I	00	2425	2427	A <sub>n</sub> -B.

2540	-	32	00	254I	256I	если $A_n \geq B$ , то "+"
I	+	2I	00	2426	2425	B-A <sub>n</sub>
2	-	32	00	2543	256I	если $B \geq A_n$ , то $B \in [A_n, A_n]$ "+"
3	+	I3	00	2430	0I30	B-A <sub>n</sub> +A=B <sub>r</sub>
4	+	66	00	2424	2425	2425(+0000 B <sub>r</sub> 0000)или(+0000 0000 B <sub>r</sub> )
5	+	7I	I5	2422	2016	формирование команд
6	+	76	I5	2425	2016	
7	-	20	I5	2526	772I	0015(+03 37 0000 000I)
2550	+		00	0000	0000	ячейки связи
I	-	10	00	773I	242I	242I(+0000 0000 7777)
2	-	10	00	7746	2422	2422(-7777 7777 0000)
3	-	75	00	0000	2423	0-2423, 2424
4	-	3I	00	2525	2550	ПУ в 2525 для коррек. $\Sigma A$
5	-	75	00	0000	2000	
6	+	7I	00	2577	7732	исправ. $\Delta_{rpn}$ в ИС 7665(+0000 2400 0000)
7	-	30	00	201I	7665	к части раб.
2560	+	00	20	0000	0020	const
I	-	20	I6	253I	7722	0016(+0017 000I 0000)
2	-	30	00	2547	0000	
3	-	3I	00	7557	7574	$\begin{matrix} 7600(+0015 A 0000) \\ \text{к БЭИ } 7604(+0016 0000 B) \\ 0015(+xxxx \Delta A 0000) \\ 0016(+xxxx 0000 \Delta B) \end{matrix}$
4	+	7I	00	7732	0015	(+0000 $\Delta A$ 0000)
5	+	I3	00	7600	0I36	(+0015 A 0000)
6	+	72	00	7732	7600	7600(+0000 A 0000)
7	+	7I	00	773I	0016	(+0000 0000 $\Delta B$ )
2570	+	I3	00	7604	0000	(+0016 0000 B)
I	+	66	00	7754	7604	7604(+0000 B 0000)
2	+	00	00	0000	0000	ячейки связи
3	+	II	00	2417	2403	
4	-	30	00	2575	2420	
5	+	2I	00	7722	2412	
6	-	30	00	2513	2412	
7	+	77	00	2400	0000	

2600	+	00	00	0004	0000
I	+	00	00	0010	0000
2	+	00	00	0020	0000
3	+	00	00	0040	0000
4	+	10	00	0000	1017
5	+	45	4I	0533	2544

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Библиотека стандартных программ для ЭВМ "Минск-2". ЦСУ СССР. Москва, 1963.
2. Библиотека СП для ЦВМ М-20 под общей редакцией М.Р.Шура-Бура. ЦБТИ. Москва, 1961.
3. Программирование для ЭЦВМ М-20. В.Ф.Ляченко. "Советское радио", Москва, 1953.
4. Нахождение минимумов функционалов методом линеаризации. С.Н.Соколов, И.Н.Силин. Препринт СИАИ, Д-810, Дубна, 1961.

Рукопись поступила в издательский  
отдел 22 ноября 1965 г.