

БЛСК РАСШИРЕНИЯ ПАМЯТИ



РУКОВОДСТВО  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ЭЛЕКТРОНИКА БРП-З БРП-З

© Сканирование - Сурок, 2009.  
© Оригинал руководства - ат.

Спасибо форуму «Полигона призраков» за информационную поддержку :)

Если вы распознали или каким-либо другим образом улучшили это руководство, напишите пожалуйста мне! e-mail 648\_648@mail.ru

Ищу схему БРП для сканирования!

Приобрету любые БРП, а также бумажные инструкции и схемы к калькулятору и интересную мне портативную вычислительную технику.

## I. ВНИМАНИЕ!

I.1. Прежде чем пользоваться блоком расширения памяти "Электроника БРП-3" (далее блок), внимательно ознакомьтесь с ~~настоящим~~ руководством и руководством по эксплуатации микрокалькулятора "Электроника МК 52" (далее микрокалькулятор).

I.2. Программы, хранящиеся в блоке, выполняются с помощью микрокалькулятора. Соединение блока с микрокалькулятором, а также его отсоединение от микрокалькулятора производятся при выключенном питании.

I.3. При покупке блока:

- 1) проверьте комплект поставки;
- 2) проверьте наличие в руководстве по эксплуатации одного

гарантийного и двух отрывных талонов на гарантийный ремонт;

3) убедитесь в наличии в гарантийном (приложение I) и отрывных талонах (приложения 2,3) штампа магазина, подписи или штампа продавца и даты продажи;

4) проверьте соответствие номера в гарантийном талоне номеру на основании блока, а также сохранность пломб на корпусе блока.

ПОМНИТЕ, что при утере гарантийного талона Вы лишаетесь права на гарантийный ремонт блока.

5) проверьте работоспособность блока, выполнив тестовые примеры к задачам I,60.

1.4. После хранения блока при температуре ниже нуля или после транспортирования в зимних условиях его необходимо выдержать при комнатной температуре в течение 2 ч, прежде чем подключать к микрокалькулятору.

I.5. Проверка блока возможна только с заведомо исправным микрокалькулятором. Блок считается годным, если правильно решаются контрольные задачи I и 60.

## 2. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Блок расширения памяти "Электроника БРП-3"

Руководство по эксплуатации

Заделная крышка

Пачка

Пакет

- I шт.

- I экз.

- I шт.

- I шт.

- I шт.

## 3. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Блок предназначен для постоянного хранения пакета прикладных программ, выполняемых с помощью микрокалькулятора и используемых для решения задач вычислительной математики (см.таблицу).

3.2. Максимальный объем программы, считываемой из блока в память микрокалькулятора, не более 98 шагов.

3.3. Блок должен эксплуатироваться с микрокалькулятором при температуре от 10 до 35 °С.

3.4. Габаритные размеры блока не более 58,8 x 42,8 x 16,5мм

3.5. Масса блока не более 0,025 кг.

3.6. Питание блока осуществляется от преобразователя напряжения микрокалькулятора через контакты общего разъема блока и микрокалькулятора.

3.7. Мощность, потребляемая блоком от микрокалькулятора, не более 0,06 Вт.

3.8. Содержание серебра в изделии - 0,03136 г.

ПРОГРАММЫ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В БЛОКЕ

№ задачи	Положение переключателя "1/2"	Содержание задачи	Адрес программы			
			1	2	3	4
1	"1"	Вычисление корней квадратного уравнения				1000035
2	"	Вычисление корней кубического уравнения				1007084
3	"	Вычисление определителя третьего порядка				1023835
4	"	Вычисление определителя четвертого порядка				1030884
5	"	Решение системы двух линейных алгебраических				

Продолжение			
I	2	3	4
		уравнений	I047635
6	"I"	Решение системы трех линейных алгебра- ических уравнений	I05469I
7	"	Решение системы четырех линейных алгеб- раических уравнений	I072898
8	"	Выполнение операций с матрицами	I09249I
9	"	Обращение матрицы второго порядка	III0642
10	"	Обращение матрицы третьего порядка	III9098
II	"	Умножение матриц	I138642
12	"	Операции с векторами	I14709I
13	"	Вычисление корня нелинейного уравнения	

Продолжение			
I	2	3	4
		методом Ньютона	I165242
I4	"I"	Арифметические операции о комплексными числами	I173663
I5	"	Вычисление значений функции комплексно- го аргумента	I186270
I6	"	Вычисление значений степенных функций комплексного аргумента	I20029I
I7	"	Вычисление значений тригонометрических функций комплексного аргумента	I218498
I8	"	Вычисление главных значений обратных тригонометрических функций комплексного аргумента	I236098

Продолжение			
I	2	3	4
19	"1"	Вычисление значений гиперболических функций комплексного аргумента	I257677
20	"	Вычисление главных значений обратных гиперболических функций комплексного аргумента	I273098
21	"	Численное дифференцирование	I292642
22	"	Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка методом Эйлера	I301035
23	"	Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка	

Продолжение			
I	2	3	4
24	"1"	методом Рунге-Кутта	I308077
25	"	Численное решение системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений	I323456
26	"	Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка по формуле Рунге-Кутта третьего порядка	I334656
27	"	Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка по формуле Рунге-Кутта четвертого порядка	I345863
		Численное интегрирование функции $y(x)$ по формуле трапеций	I358435

## Продолжение

I	2	3	4
28	"1"	Обращение нормального интеграла	I365442
29	"	Численное интегрирование функции $y(x)$ по формуле Гаусса	I373849
30	"	Вычисление несобственного интеграла по формуле Гаусса	I383656
31	"	Численное интегрирование функции $y(x)$ по формуле Симпсона	I394842
32	"2"	Вычисление значений интегралов Френеля	2000070
33	"	Вычисление функции распределения стандартной нормальной случайной величины	2014042
34	"	Вычисление плотности вероятностей слу-	

## Продолжение

I	2	3	4
35	"2"	чайной стандартной нормальной величины	2022435
36	"	Вычисление значения интеграла вероятностей	2029435
37	"	Решение прямой и обратной задачи линейной интерполяции	2036442
38	"	Решение прямой и обратной задачи квадратичной интерполяции	2044884
39	"	Вычисление случайных чисел с равномерным распределением	2061621
		Вычисление коэффициентов формулы $y = ax + b$	2065870

Продолжение

I	2	3	4
40	"2"	Вычисление коэффициентов формулы $y = \frac{x}{ax + b}$	2079877
41	"	Вычисление коэффициентов формулы $y = \frac{a}{x} + b$	2095277
42	"	Вычисление коэффициентов формулы $y = a + b \cdot \ln x$	2110677
43	"	Вычисление коэффициентов формулы $y = ax^2 + bx + c$	2126098

Продолжение

I	2	3	4
44	"2"	Вычисление коэффициентов формулы $y = a \cdot x^b$	2145677
45	"	Вычисление коэффициентов формулы $y = a \cdot e^{bx}$	2161077
46	"	Вычисление коэффициентов формулы $y = \frac{1}{ax + b}$	2176477
47	"	Вычисление значений гиперболических функций вещественного аргумента	2191856

Продолжение

I	2	3	4
48	"2"	Вычисление обратных значений гиперболических функций вещественного аргумента	2203049
49	"	Вычисление значения интегральной показательной функции	2212970
50	"	Вычисление значений факториала	2226842
51	"	Вычисление значения гамма-функции	2235235
52	"	Вычисление значений неполной гамма-функции	2242242
53	"	Вычисление значений интегрального синуса и косинуса	2250663
54	"	Вычисление значения функции Бесселя	

Продолжение

I	2	3	4
55	"2"	первого рода нулевого порядка	2278649
		Вычисление значения функции Бесселя первого рода	2263277
56	"	Вычисление значений ортогональных многочленов Чебышева, Лежандра, Эрмита, Лаггера	2288498
57	"	Вычисление значения гипергеометрической функции	2308063
58	"	Вычисление значения вырожденной гипергеометрической функции	2320656
59	"	Вычисление значений углов треугольника по заданным сторонам	2331842
60	"	Вычисление площади треугольника	2340249

#### 4. УСТРОЙСТВО БЛОКА И ОСОБЕННОСТИ ЕГО РАБОТЫ С МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОМ

4.1. Внешний вид блока показан на рис. I, а принципиальная электрическая схема приведена в приложении 5.

4.2. Центральным устройством блока является постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), в которое информация записана в процессе изготовления.

4.3. Питание ПЗУ и управление его работой осуществляются от микрокалькулятора.

4.4. При подключении блока к микрокалькулятору информацию можно считывать из ППЗУ микрокалькулятора либо из ПЗУ блока в зависимости от положения переключателя "ВКЛ" блока. Если переключатель находится в положении "ВКЛ", то информация

ВНЕШНИЙ ВИД БЛОКА РАСШИРЕНИЯ ПАМЯТИ БРН-3

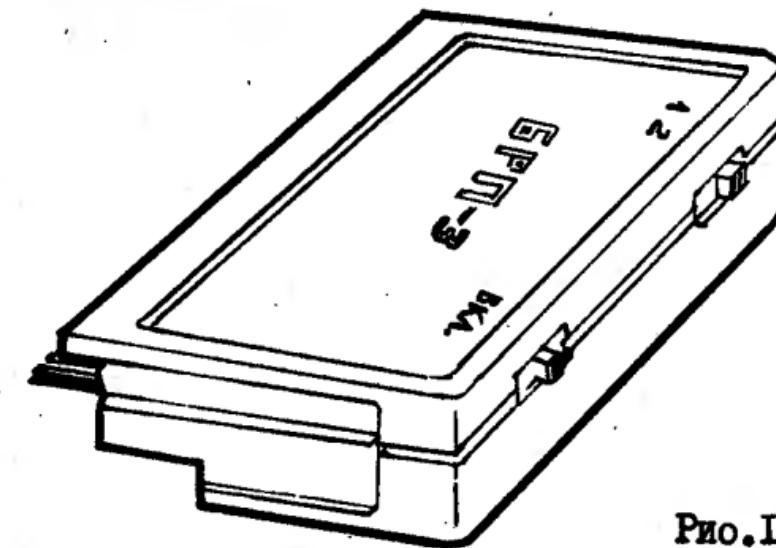


Рис. I

считывается из блока, если в противоположном положении – из ПЗУ микрокалькулятора.

#### 4.5. Порядок решения задач следующий:

- 1) установка адреса и считывание программы из блока;
- 2) ввод исходных данных;
- 3) решение задачи и считывание результатов.

4.6. Адрес программы для решения каждой задачи указан в таблице и в разделе 6. Адрес набирается на клавиатуре микрокалькулятора. При нажатии клавиши **A1** происходит установка адреса, а при нажатии клавиши **11** информация из блока переписывается в программную память микрокалькулятора. При этом переключатель "С/З/СЧ" микрокалькулятора устанавливается в положение "СЧ", переключатель "Д/П" – в положение "П", а переключатель блока "1/2" – в положение, указанное в таблице.

4.7. Ввод исходных данных, решение задачи и считывание результатов производятся, как указано в разделе 6 для каждой конкретной задачи. Результаты вычислений тестовых примеров приведены с округлением.

#### 5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

5.1. Выключите микрокалькулятор, отсоедините от него блок питания, откройте крышку отсека разъема XS1 микрокалькулятора и вставьте в него блок расширения памяти, как показано на рис.2, 3.

5.2. Подсоедините блок питания к микрокалькулятору и включите микрокалькулятор.

5.3. Очистите адресуемые регистры. Для этого выключите и снова включите микрокалькулятор.

5.4. Установите переключатели "С/З/СЧ" и "Д/П" микрокалькулятора соответственно в положение "СЧ" и "П", а переключатель



Рис.2. Совмещение вилки блока и розетки МК 52

20



Рис.3. Подсоединение БРП к МК 52

21

**ВНИМАНИЕ!**

Соединяя блок с микрокалькулятором, тщательно совместите вилку блока с стверстями разъема микрокалькулятора (рис.2). Затем, как показано на рис.3, вставьте блок в разъем микрокалькулятора.

Конструкция разъемов при первичных сочленениях требует значительных усилий, поэтому соблюдайте осторожность с целью исключения поломки блока. При повторных сочленениях усилие уменьшается.

"I/2" блока в положение, указанное в таблице для выбранной Вами задачи, после чего можно приступать к решению задачи.

## 6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Задача I. Вычисление корней квадратного уравнения

$$ax^2 + bx + c = 0$$

действительные корни  $x_1, x_2$  вычисляют по формулам

$$x_1 = -\frac{b}{2a} + \sqrt{D}, \quad x_2 = -\frac{b}{2a} - \sqrt{D}, \quad D = \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \frac{c}{a}.$$

Комплексные корни  $U \pm iV$  вычисляются следующим образом:

$$U = -\frac{b}{2a}, \quad V = \sqrt{-D}, \quad D < 0.$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow П7, \quad b \rightarrow П8, \quad c \rightarrow П9.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$D \rightarrow П4, \quad x_1(U) \rightarrow П5, \quad x_2(V) \rightarrow П6.$$

После окончания счета дисплей отображает значение дискриминанта  $D$ . Если оно положительно, то вычислены действительные корни  $x_1, x_2$ . В противном случае в ячейках П5 и П6 находятся действительная и мнимая части комплексных корней.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 1000035, нажать клавиши **A1** **!!** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 7$ с.

3. Считать результаты ( $x_1$ ,  $x_2$  или  $U$ ,  $V$  в зависимости от показаний дисплея).

Тестовые примеры:

1.  $x^2 + x - 6 = 0$ ;  $D = 6,25$ ;  $x_1 = 2$ ,  $x_2 = -3$ .

2.  $2x^2 - 3x + 5 = 0$ ;  $D = -1,9375$ ;  $U = 0,75$ ,  $V = 1,391941$ .

Задача 2. Вычисление корней кубического уравнения вида

$$x^3 + px^2 + qx + t = 0.$$

$p$ ,  $q$ ,  $t$  - действительные коэффициенты уравнения. Корни уравнения  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  либо все действительные, либо корень  $x_2$  действительный, а два других комплексно-сопряженные  $U \pm iV$ .

Первый действительный корень уравнения находится методом деления стрелка пополам, при этом программа сама выбирает начальное приближение. После нахождения корня  $x_1$  определяется квадратный трехчлен и остальные два корня вычисляются по формуле Виета. Неприведенное кубическое уравнение  $ax^3+bx^2+cx+d=0$  делением на коэффициент  $a$  преобразуется к данному уравнению.

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$p \rightarrow П7$ ,  $q \rightarrow П8$ ,  $t \rightarrow П9$ ,  $\varepsilon \rightarrow П6$  (точность вычисления корней).

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$x_1 \rightarrow П1$ ,  $x_2(U) \rightarrow П2$ ,  $x_3(V) \rightarrow П3$ .

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 1007084, нажать клавиши **A1** **II** и

ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения ( $t_c$ ) зависит от значения  $\Sigma$ :

$\Sigma$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$
$t_c$	90	120	140

3. Считать результаты. Если дисплей показывает 0, то уравнение имеет три действительных корня; если дисплей показывает 1, то уравнение имеет один действительный корень и два комплексно-сопряженных.

Тестовые примеры:

I.  $x^3 - x^2 + 4x - 4 = 0$ ,  $\Sigma = 10^{-3}$ , дисплей -1,  $x_1 = 1$ ,  
 $U \pm iV = 0 \pm 2i$

2.  $x^3 + 2x^2 - x - 2 = 0$ ,  $\Sigma = 10^{-3}$ , дисплей -0,  
 $x_1 = 1$ ,  $x_2 = -2$ ,  $x_3 = -1$ .

Задача 3. Вычисление определителя третьего порядка  $\det A$ .

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = a_{33}(a_{11} \cdot a_{22} - a_{21} \cdot a_{12}) + \\ + a_{32}(a_{21} \cdot a_{13} - a_{11} \cdot a_{23}) + \\ + a_{31}(a_{12} \cdot a_{23} - a_{22} \cdot a_{13}).$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a_{11} \rightarrow П7, \quad a_{12} \rightarrow П8, \quad a_{13} \rightarrow П9, \\ a_{21} \rightarrow П4, \quad a_{22} \rightarrow П5, \quad a_{23} \rightarrow П6.$$

$$a_{31} \rightarrow \text{III}, \quad a_{32} \rightarrow \text{II}, \quad a_{33} \rightarrow \text{I}.$$

Результат вычислений  $\det A$  записывается в ячейку Па и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес I023835, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные в память.
2. Включить счет, нажав клавиши **[В/О]**, **[С/П]**. Время решения  $\approx 8$  с.
3. Считать результат.

Тестовый пример:

$$\begin{vmatrix} 1 & 4 & -1 \\ 5 & 0 & 3 \\ 6 & 9 & -7 \end{vmatrix} = 140.$$

Задача 4. Вычисление определителя четвертого порядка  $\det A$ .

$$\det A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = -a_{14} \cdot \begin{vmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix} +$$

$$+ a_{24} \cdot \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix} - a_{34} \cdot \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \end{vmatrix} + a_{44} \cdot \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

Определитель третьего порядка вычисляется, как в задаче 3.  
Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a_{11} \rightarrow П7, \quad a_{12} \rightarrow П8, \quad a_{13} \rightarrow П9,$$

$$a_{21} \rightarrow П4, \quad a_{22} \rightarrow П5, \quad a_{23} \rightarrow П6,$$

$$a_{31} \rightarrow П1, \quad a_{32} \rightarrow П2, \quad a_{33} \rightarrow П3,$$

$$a_{41} \rightarrow П0, \quad a_{42} \rightarrow П1, \quad a_{43} \rightarrow П3.$$

Результат вычислений  $\det A$  записывается в ячейку П0 и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 1030884, нажать клавиши **A↑** **↑↓** и ввести исходные данные в память.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **С/П**. Время реше-

ния  $\approx 10$  с.

3. Ввести  $a_{14} \rightarrow x$ . Включить счет, нажав клавишу **С/П**.

Время решения  $\approx 15$  с.

4. Ввести  $a_{24} \rightarrow x$ . Включить счет, нажав клавишу **С/П**.

Время решения  $\approx 15$  с.

5. Ввести  $a_{34} \rightarrow x$ . Включить счет, нажав клавишу **С/П**.

Время решения  $\approx 10$  с.

6. Ввести  $a_{44} \rightarrow x$ . Включить счет, нажав клавишу **С/П**.

Время решения  $\approx 3$  с.

7. Считать результат.

Тестовый пример:

$$\begin{vmatrix} 2 & 1 & 2 & 5 \\ 3 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 5 & 6 & 7 \\ 2 & 8 & 3 & 4 \end{vmatrix} = 204.$$

Задача 5. Решение системы двух линейных алгебраических уравнений вида

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 &= b_1; \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 &= b_2. \end{aligned}$$

Алгоритм решения определяется последовательностью вычислений:

$$1. \det A = a_{11} \cdot a_{22} - a_{12} \cdot a_{21}.$$

$$2. x_1 = (a_{22}b_1 - a_{12}b_2) / \det A, \quad \det A \neq 0.$$

$$3. x_2 = (b_1 - a_{11}x_1) / a_{12}.$$

На первом этапе вычисляется определитель  $\det A$  и проверяется условие  $\det A \neq 0$ . Если оно выполняется, то вычисляются компоненты  $x_1, x_2$ . Если условие не выполняется ( $\det A = 0$ ), то система не имеет решения и дисплей отображает сообщение ЕТОГ.

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$\begin{aligned} a_{11} &\rightarrow \text{П7}, \quad a_{12} \rightarrow \text{П8}, \quad b_1 \rightarrow \text{П9}, \\ a_{21} &\rightarrow \text{П4}, \quad a_{22} \rightarrow \text{П5}, \quad b_2 \rightarrow \text{П6}. \end{aligned}$$

Результаты вычисления записываются в ячейки:

$$x_1 \rightarrow \text{П1}, \quad x_2 \rightarrow \text{П2}, \quad \det A \rightarrow \text{П3}.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 1047635, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные в память.
2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **С/П**. Время решения  $\approx 8$  с.
3. Считать результаты.

Тестовые примеры:

$$1. \begin{aligned} 5x_1 - 8x_2 &= -7 \\ 2x_1 + 6x_2 &= 9 \end{aligned}$$

$$\det A = 46$$

$$x_1 = 0,6521739,$$

$$x_2 = 1,2826087$$

$$2. \begin{aligned} 3x + 4y &= 24 \\ 6x + 8y &= 48 \end{aligned}$$

$$\det A = 0$$

(ЕПТОГ)

Задача 6. Решение системы трех линейных алгебраических уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 = b_1, \quad a_{11} \neq 0 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 = b_3. \end{array} \right.$$

Алгоритм решения определяется последовательностью вычислений:

1.  $A_1 = a_{21} \cdot a_{13} - a_{11} \cdot a_{23} .$
2.  $A_2 = a_{12} \cdot a_{31} - a_{32} \cdot a_{11} .$
3.  $A_3 = a_{21} \cdot a_{12} - a_{11} \cdot a_{22} .$
4.  $A_4 = a_{13} \cdot a_{31} - a_{33} \cdot a_{11} .$
5.  $D = A_3 \cdot A_4 - A_1 \cdot A_2 = a_{11} \cdot \det A.$

$$6. C = a_{31} \cdot b_1 - a_{11} \cdot b_3$$

$$7. D = a_{21} \cdot b_1 - a_{11} \cdot b_2$$

$$8. x_3 = (A_3 \cdot C - A_2 \cdot B) / D, \quad D \neq 0.$$

$$9. x_2 = (A_4 \cdot B - A_1 \cdot C) / D$$

$$10. x_1 = (b_1 - a_{12} \cdot x_2 - a_{13} \cdot x_3) / a_{11}$$

На первом этапе вычисляется величина  $D$ , связанная с определителем матрицы коэффициентов  $A$  соотношением  $D = a_{11} \cdot \det A$ , и проверяется условие  $D \neq 0$ . Если оно выполняется, то вычисляются компоненты  $x_3, x_2, x_1$ . Если условие не выполняется ( $\det A = 0$ ), то система не имеет решения и дисплей отображает сообщение ЕГТОГ.

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a_{11} \rightarrow П17, \quad a_{12} \rightarrow П18, \quad a_{13} \rightarrow П19, \quad b_1 \rightarrow Пa,$$

$$a_{21} \rightarrow П14, \quad a_{22} \rightarrow П15, \quad a_{23} \rightarrow П16, \quad b_2 \rightarrow Пb,$$

$$a_{31} \rightarrow П11, \quad a_{32} \rightarrow П12, \quad a_{33} \rightarrow П13, \quad b_3 \rightarrow Пc.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_1 \rightarrow Пa, \quad x_2 \rightarrow Пb, \quad x_3 \rightarrow Пc, \quad D \rightarrow Пd.$$

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 1054691, нажать клавиши **A1**, **П1** и ввести исходные данные в память.
2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **СП**. Время решения  $\approx 25$  с.
3. Считать результаты.

Тестовый пример:

$$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 14, \quad x_1 = 1.$$

$$4x_1 + 7x_2 + x_3 = 21, \quad x_2 = 2, \quad D = -45.$$

$$3x_1 + x_2 - x_3 = 2, \quad x_3 = 3.$$

Задача 7. Решение системы четырех линейных алгебраических уравнений вида:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 = b_1, \quad a_{11} \neq 0.$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 = b_2,$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 = b_3,$$

$$a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 = b_4.$$

Уравнения решаются методом Гаусса без выделения ведущих элементов.

Инструкция по использованию программы:

1. Набрать адрес 1072898, нажать клавиши **A↑** **↓**.
2. Ввести первую группу данных ( $4 \rightarrow \text{П2}$ ,  $14 \rightarrow \text{П0}$ ,  $14 \rightarrow \text{П3}$ ,  $a_{12} \rightarrow \text{П1}$ ,  $a_{13} \rightarrow \text{П6}$ ,  $a_{14} \rightarrow \text{П5}$ ,  $b_1 \rightarrow \text{П4}$ ,  $a_{11} \rightarrow x$ ) и включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 10$  с.
3. Ввести вторую группу данных ( $4 \rightarrow \text{П2}$ ,  $1 \rightarrow \text{П3}$ ,  $a_{22} \rightarrow \text{П4}$ ,  $a_{23} \rightarrow \text{П5}$ ,  $a_{24} \rightarrow \text{П6}$ ,  $b_2 \rightarrow \text{П7}$ ,  $a_{21} \rightarrow x$ ) и включить счет, нажав клавиши **В↑**, **С/П**. Время решения  $\approx 50$  с.

4. Ввести третью группу данных ( $3 \rightarrow \text{П2}$ ,  $2 \rightarrow \text{П3}$ ,  $a_{32} \rightarrow \text{П4}$ ,  $a_{33} \rightarrow \text{П5}$ ,  $a_{34} \rightarrow \text{П6}$ ,  $b_3 \rightarrow \text{П7}$ ,  $a_{31} \rightarrow x$ ) и включить счет,

нажав клавиши **[В1]**, **[СП]**. Время решения  $\approx 75$  с.

5. Ввести четвертую группу данных ( $2 \rightarrow \text{П2}$ ,  $3 \rightarrow \text{П3}$ ,  $a_{42} \rightarrow \text{П4}$ ,  $a_{43} \rightarrow \text{П5}$ ,  $a_{44} \rightarrow \text{П6}$ ,  $b_4 \rightarrow \text{П7}$ ,  $a_{41} \rightarrow \text{X}$ ) и включить счет, нажав клавиши **[В1]**, **[СП]**. Время решения  $\approx 75$  с.

6. Считать результаты:  $x_1 \rightarrow \text{Пd}$ ,  $x_2 \rightarrow \text{Пб}$ ,  $x_3 \rightarrow \text{П9}$ ,  $x_4 \rightarrow \text{П7}$ .

Если система не имеет решения, выдается сообщение ЕТГОГ.

Тестовый пример:

$$I, Ix_1 + 2,2x_2 + 3,3x_3 + 4,4x_4 = II, \quad x_1 = 3;$$

$$4,4x_1 + 3,3x_2 + 2,2x_3 + I,Ix_4 = 22, \quad x_2 = 2;$$

$$I,7x_1 + 3,7x_2 + 2,7x_3 + 5,7x_4 = 15,2 \quad x_3 = I;$$

$$5,8x_1 - 3,5x_2 + 6,8x_3 + 22,2x_4 = I7,2, \quad x_4 = 0.$$

Задача 8. Выполнение операций с матрицами

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix}.$$

Выполняются следующие спрерации:

1. Сложение:

$$C = A + B = \begin{pmatrix} a_{11} + b_{11} & a_{12} + b_{12} \\ a_{21} + b_{21} & a_{22} + b_{22} \end{pmatrix}.$$

2. Вычитание:

$$C = A - B = \begin{pmatrix} a_{11} - b_{11} & a_{12} - b_{12} \\ a_{21} - b_{21} & a_{22} - b_{22} \end{pmatrix}.$$

3. Умножение на скаляр:

$$C = \alpha A = \begin{pmatrix} \alpha a_{11} & \alpha a_{12} \\ \alpha a_{21} & \alpha a_{22} \end{pmatrix}$$

4. Умножение:

$$C = A \times B = \begin{pmatrix} a_{11} \cdot b_{11} + a_{12} \cdot b_{21} & a_{11} \cdot b_{12} + a_{12} \cdot b_{22} \\ a_{21} \cdot b_{11} + a_{22} \cdot b_{21} & a_{21} \cdot b_{12} + a_{22} \cdot b_{22} \end{pmatrix}.$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$\begin{aligned} a_{11} &\rightarrow \text{П0}, & a_{12} &\rightarrow \text{П1}, & a_{21} &\rightarrow \text{П2}, & a_{22} &\rightarrow \text{П3}, \\ b_{11} &\rightarrow \text{П4}, & b_{12} &\rightarrow \text{П5}, & b_{21} &\rightarrow \text{П6}, & b_{22} &\rightarrow \text{П7}, & \alpha &\rightarrow \text{П8}. \end{aligned}$$

Результаты вычислений (элементы матриц С для всех операций) запоминаются в ячейках:

$$\begin{aligned} C_{11} &\rightarrow \text{П9}, & C_{12} &\rightarrow \text{Па}, & C_{21} &\rightarrow \text{Пб}, & C_{22} &\rightarrow \text{Пс}. \end{aligned}$$

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 1092491, нажать клавиши **A↑ ↓** и ввести исходные данные в память.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

**A + B**    клавиши **B/O**, **C/P**.    Время решения  $\approx 6$  с.

**A - B**    клавиши **БП**, **1**, **7**, **C/P**.    Время решения  $\approx 6$  с.

**$\alpha \cdot A$**     клавиши **БП**, **3**, **4**, **C/P**.    Время решения  $\approx 7$  с.

**A x B**    клавиши **БП**, **5**, **1**, **C/P**.    Время решения  $\approx 20$  с.

Тестовые примеры:

I.  $1,7 \begin{pmatrix} 4 & 1,13 \\ 15 & -7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 8 & -0,5 \\ 6 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1,2 & 2,421 \\ 19,5 & -14,9 \end{pmatrix}$

$$2. \begin{pmatrix} 2 & 7 \\ 13 & -4 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,16 & -1 \\ 8 & 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 56,32 & 33 \\ -29,92 & -33 \end{pmatrix}.$$

Задача 9. Обращение матрицы второго порядка

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}.$$

Обращение существует путем вычисления элементов обратной матрицы

$$A^{-1} \equiv C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{pmatrix}.$$

На первом этапе вычисляется определитель исходной матрицы  $\det A = a_{11} \cdot a_{22} - a_{21} \cdot a_{12}$  и проверяется условие  $\det A \neq 0$ . Если оно выполняется (матрица A невырожденная),

то вычисляются элементы обратной матрицы C. Если условие не выполняется ( $\det A = 0$ ), то обратной матрицы C не существует и дисплей отображает сообщение ЕГГОГ.

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a_{11} \rightarrow \text{П7}, \quad a_{12} \rightarrow \text{П8}, \quad a_{21} \rightarrow \text{П4}, \quad a_{22} \rightarrow \text{П5}.$$

В программе предусмотрено автоматическое копирование исходных данных в ячейки:

$$a_{11} \rightarrow \text{П1}, \quad a_{12} \rightarrow \text{П9}, \quad a_{21} \rightarrow \text{П2}, \quad a_{22} \rightarrow \text{П6}.$$

Результаты вычислений заносятся в ячейки:

$$\det A \rightarrow \text{П3}, \quad c_{11} \rightarrow \text{П7}, \quad c_{12} \rightarrow \text{П8}, \quad c_{21} \rightarrow \text{П4}, \quad c_{22} \rightarrow \text{П5},$$

что позволяет повторным счетом проверить правильность обращения матрицы A, так как  $C^{-1} \equiv (A^{-1})^{-1} \equiv A$ .

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес III0642, нажать клавиши **A↑** **↓** и ввести исходные данные в память.
2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 8$  с.
3. Считать результаты.

Программа может использоваться для вычисления определителя  $\det A$  матрицы второго порядка.

Тестовые примеры:

1.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 10 \end{pmatrix}; \det A = 2; A^{-1} = \begin{pmatrix} 5 & -2 \\ -1 & 0.5 \end{pmatrix}$ .

2.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}; \det A = 0$ .

Задача 10. Обращение матрицы третьего порядка:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}.$$

Обращение осуществляется путем вычисления элементов обратной матрицы

$$A^{-1} \equiv C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix}.$$

На первом этапе вычисляется определитель исходной матрицы  $\det A$ . Если  $\det A = 0$  (матрица  $A$  вырожденная), то обрат-

ной матрицы С не существует и дисплей отображает сообщение ЕГГОГ. Если  $\det A \neq 0$ , то вычисляются элементы матрицы С.

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a_{11} \rightarrow П7, \quad a_{12} \rightarrow П8, \quad a_{13} \rightarrow П9,$$

$$a_{21} \rightarrow П4, \quad a_{22} \rightarrow П5, \quad a_{23} \rightarrow П6,$$

$$a_{31} \rightarrow П1, \quad a_{32} \rightarrow П2, \quad a_{33} \rightarrow П3.$$

Результаты вычислений заносятся в ячейки:

$$C_{11} \rightarrow П7, \quad C_{12} \rightarrow П8, \quad C_{13} \rightarrow П9,$$

$$C_{21} \rightarrow П4, \quad C_{22} \rightarrow П5, \quad C_{23} \rightarrow П6,$$

$$C_{31} \rightarrow П1, \quad C_{32} \rightarrow П2, \quad C_{33} \rightarrow П3, \quad \det A \rightarrow Пd,$$

что позволяет повторным счетом проверить правильность обраще-

ния матрицы, так как  $C^{-1} = (A^{-1})^{-1} = A$ .

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес III9098, нажать клавиши **A1** **↓↓** и ввести исходные данные в память.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 70$  с.

3. Считать результаты.

Тестовые примеры:

$$1. \quad A = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 10 \\ 0 & 3 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad \det A = -1; \quad A^{-1} = \begin{pmatrix} -3 & 8 & 22 \\ -1 & 3 & 7 \\ 3 & -8 & -21 \end{pmatrix}$$

$$2. \quad A = \begin{pmatrix} 7 & 8 & 9 \\ 4 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \quad \det A = 0$$

**Задача II. Умножение матриц**

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}.$$

Умножение производится по правилу

$$A \times B = C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{pmatrix}.$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

1. Элементы матрицы В:

$$b_{11} \rightarrow \text{II7}, \quad b_{12} \rightarrow \text{II8}, \quad b_{13} \rightarrow \text{II9},$$

$$\begin{aligned} b_{21} &\rightarrow \text{II4}, & b_{22} &\rightarrow \text{II5}, & b_{23} &\rightarrow \text{II6}, \\ b_{31} &\rightarrow \text{II1}, & b_{32} &\rightarrow \text{II2}, & b_{33} &\rightarrow \text{II3}. \end{aligned}$$

2. Элементы матрицы А заносятся построчно:

$$a_{11} \rightarrow \text{II0}, \quad a_{12} \rightarrow \text{IIa}, \quad a_{13} \rightarrow \text{IIb},$$

( $i = 1, 2, 3$  – номер строки).

Результаты (элементы матрицы С) записываются в ячейки построчно:

$$c_{11} \rightarrow \text{IIb}, \quad c_{12} \rightarrow \text{IIC}, \quad c_{13} \rightarrow \text{IID}.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес II38642, нажать клавиши **A↑** **!!** и ввести элементы матрицы В в память.

2. Ввести в память первую строку матрицы А:

$a_{11} \rightarrow \text{П0}$ ,  $a_{12} \rightarrow \text{Па}$ ,  $a_{13} \rightarrow \text{Пб}$ .

3. Включить счет, нажав клавиши [В/О], [С/П]. Время решения  $\approx 10$  с.

4. Считать первую строку матрицы С:

$C_{11} \rightarrow \text{Пб}$ ,  $C_{12} \rightarrow \text{Пс}$ ,  $C_{13} \rightarrow \text{Пд}$ .

5. Ввести вторую (третью) строку матрицы А:

$a_{11} \rightarrow \text{П0}$ ,  $a_{12} \rightarrow \text{Па}$ ,  $a_{13} \rightarrow \text{Пб}$ .

6. Включить счет, нажав клавишу [С/П]. Время решения  $\approx 10$  с.

7. Считать вторую (третью) строку матрицы С:

$C_{11} \rightarrow \text{Пб}$ ,  $C_{12} \rightarrow \text{Пс}$ ,  $C_{13} \rightarrow \text{Пд}$ .

Тестовый пример:

$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 8 \\ 3 & 2 & 1 \\ 5 & 6 & 9 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 12 & 1 & 7 \\ -1 & 5 & -3 \\ 4 & -10 & 6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 40 & -59 & 43 \\ 38 & 3 & 21 \\ 90 & -55 & 71 \end{pmatrix}.$$

### Задача I2. Операции с векторами.

Для векторов А ( $a_1, a_2, a_3$ ), В ( $b_1, b_2, b_3$ ), заданных прямоугольными координатами, выполняются следующие операции:

1. Сложение векторов:  $A + B = C (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$ .

2. Вычитание векторов:

$A - B = C (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3)$ .

3. Умножение вектора А на скаляр  $\alpha$ :

$\alpha \cdot A = C (\alpha a_1, \alpha a_2, \alpha a_3)$ .

4. Вычисление скалярного произведения двух векторов:

$$A \cdot B = S = a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3.$$

5. Вычисление квадрата модуля вектора A:

$$A \cdot A = S = a_1^2 + a_2^2 + a_3^2.$$

6. Вычисление векторного произведения двух векторов:

$$A \times B = C (a_2 b_3 - a_3 b_2, a_3 b_1 - a_1 b_3, a_1 b_2 - a_2 b_1).$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a_1 \rightarrow П7, \quad a_2 \rightarrow П8, \quad a_3 \rightarrow П9, \quad \alpha \rightarrow П0.$$

$$b_1 \rightarrow П4, \quad b_2 \rightarrow П5, \quad b_3 \rightarrow П6.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$c_1 \rightarrow П1, \quad c_2 \rightarrow П2, \quad c_3 \rightarrow П3, \quad S \rightarrow Пa.$$

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес II4709I, нажать клавиши **A1** **↑↓** и ввести исходные данные в память.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$A + B$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 3$  с;

$A - B$  клавиши **БП**, **1**, **3**, **C/P**. Время решения  $\approx 3$  с;

$\alpha \cdot A$  клавиши **БП**, **2**, **6**, **C/P**. Время решения  $\approx 3$  с;

$A \cdot B$  клавиши **БП**, **3**, **9**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$A \cdot A$  клавиши **БП**, **5**, **2**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$A \times B$  клавиши **БП**, **6**, **2**, **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с.

3. Считать результаты.

Тестовый пример:  $A = (7, 8, 9); \quad B = (4, 5, 6)$

$$1. 5(A + B) \cdot (A - B) = 585.$$

$$2. (A \times B) \times B = (-51, -6, 39).$$

Задача 13. Вычисление корня нелинейного уравнения методом Ньютона.

Для уравнения  $f(x) = 0$  вычисляется приближенное значение корня:

$$x_{t+1} = x_t - \frac{f(x_t)}{f'(x_t)}, \quad f'(x) = \frac{df(x)}{dx}.$$

При этом учитывается заданная относительная погрешность  $\varepsilon$ :

$$|x_{t+1} - x_t| = \left| -\frac{f(x_t)}{f'(x_t)} \right| < \varepsilon = 10^{-3} \cdot x_t, \quad |x| - \text{модуль.}$$

Для вычисления выражения  $-\frac{f(x_t)}{f'(x_t)}$  составляется подпрограмма,

которая в программе может занимать 78 ячеек памяти, начиная с ячейки 20.

Затем с целью контроля вычисляется значение  $f(x^*)$ , где  $x^*$  – приближенный корень уравнения.

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$x_0 \rightarrow П2, \quad 10^{-3} \rightarrow П3.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_t (x^*) \rightarrow П2, \quad \varepsilon \rightarrow П4, \quad f(x^*) \rightarrow П6.$$

Указания по составлению подпрограммы:

1. Вычислить функцию  $f(x_t)$  и результат записать в ячейку П6.

2. Вычислить выражение  $-f(x_t) / f'(x_t)$ , результат

записать в ячейку П5 и сохранять в регистре X.

Инструкция по пользованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления выражения  $-f(x_t)/f'(x_t)$  и включить ее в текст основной программы, начиная с ячейки 20.
  2. Набрать адрес II65242, нажать клавиши **A↑**, **↓** и клавиши **БП**, **1**, **9**, **F**, **ПРГ**, **С/П**, **F**, **АВТ**, ввести исходные данные.
  3. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.
  4. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения зависит от вида функции  $f(X)$ .
  5. Считать результат  $X^*$  и нажать клавишу **С/П**
  6. Считать результаты  $f(X^*)$  и  $\xi$ .
- Тестовый пример:  $f(X) = \sin X - X \cdot \cos X = 0$ ,  $X_0 = \frac{3}{2}\pi$
- $X^* = 4,4934094$ ,  $f(X^*) = -1,6 \cdot 10^{-7}$ . Время решения  $\approx 60$ с.

Задача 14. Арифметические операции с комплексными числами  $c_1 = a_1 + i b_1$ ,  $c_2 = a_2 + i b_2$ .

Для вычисления используются следующие формулы:

$$\text{сложение: } C_3 = C_1 + C_2 = (a_1 + a_2) + i(b_1 + b_2);$$

$$\text{вычитание: } C_3 = C_1 - C_2 = (a_1 - a_2) + i(b_1 - b_2);$$

$$\text{умножение: } C_3 = C_1 \cdot C_2 = (a_1 \cdot a_2 - b_1 b_2) + i(a_2 b_1 + a_1 b_2);$$

$$\text{деление: } C_3 = \frac{C_1}{C_2} = \frac{(a_1 a_2 + b_1 b_2) + i(a_2 b_1 - a_1 b_2)}{a_2^2 + b_2^2}, \quad C_2 \neq 0.$$

Результат представляется в виде  $C_3 = a_3 + i b_3$ .

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$a_1 \rightarrow \text{II8}, \quad b_1 \rightarrow \text{II9}, \quad a_2 \rightarrow \text{II5}, \quad b \rightarrow \text{II6}.$$

Результаты вычислений для всех операций записываются в ячейки:  
 $a_3 \rightarrow \text{П7}$ ,  $b_3 \rightarrow \text{П4}$ .

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес II73663, нажать клавиши **A1** **II** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

сложение клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 2$  с;

вычитание клавиши **БП**, **0**, **9**, **С/П**. Время решения  $\approx 2$  с;

умножение клавиши **БП**, **1**, **8**, **С/П**. Время решения  $\approx 5$  с;

деление клавиши **БП**, **3**, **5**, **С/П**. Время решения  $\approx 8$  с.

3. Считать результаты.

Тестовые примеры:

$$1. (1,2 + i \cdot 3,7) - (2,6 - i \cdot 1,9) = -1,4 + i \cdot 5,6.$$

$$2. \frac{(3 + i \cdot 4) + (7,4 - i \cdot 5,6)}{(7 - i \cdot 2)} \cdot (3,1 + i \cdot 4,6) = 3,612 + i \cdot 7,158$$

Задача 15. Вычисление значений функций комплексного аргумента  $Z = a + ib$

Вычисление производится следующим образом:

$$|Z| = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad Z^2 = (a^2 - b^2) + i(2ab);$$

$$\frac{1}{Z} = \frac{a}{r^2} - i \frac{b}{r^2}, \quad r = \sqrt{a^2 + b^2}, \quad Z \neq 0;$$

$$\sqrt{Z} = \begin{cases} \pm i\sqrt{a}, & b=0 \text{ и } a < 0 \\ \pm \left[ \sqrt{\frac{a+r}{2}} + i \frac{b}{2\sqrt{\frac{a+r}{2}}} \right], & r = \sqrt{a^2 + b^2} \end{cases}$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow \text{П8}, \quad b \rightarrow \text{П9}.$$

Результаты вычисления функций  $Z^2$ ,  $1/Z$ ,  $\sqrt{Z}$  представляются в виде  $c + id$  и записываются в ячейки:

$$|Z| = r \rightarrow \text{П7}, \quad c \rightarrow \text{П5} \quad d \rightarrow \text{П6}.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес II86270, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$|Z|$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$Z^2$  клавиши **БП**, **0**, **3**, **СП**. Время решения  $\approx 4$  с;

$1/Z$  клавиши **БП**, **1**, **6**, **С/П**. Время решения  $\approx 5$  с;

$\sqrt{Z}$  клавиши **БП**, **2**, **9**, **С/П**. Время решения  $\approx 7$  с.

3. Считать результаты.

• Тестовый пример:

$$Z = 3 + i \cdot 4 ;$$

$$|Z| = 5; \quad Z^2 = -7 + i \cdot 24;$$

$$1/Z = 0,12 - i \cdot 0,16; \quad \sqrt{Z} = 2 + i \cdot 1$$

Задача 16. Вычисление значений степенных функций комплексного аргумента  $Z = a + ib$ .

Вычисление производят следующим образом:

$$Z^n = r^n (\cos n\theta + i \sin n\theta);$$

$$r = \sqrt{a^2 + b^2}; \quad \theta = \arctg \frac{b}{a}, \quad a \neq 0;$$

$Z^{1/n} = r^{1/n} \left( \cos \frac{\theta}{n} + i \sin \frac{\theta}{n} \right)$  - главное значение (  $n$  - целое число);

$$e^z = e^a (\cos b + i \sin b) \quad (b - \text{в радианах});$$

$$\ln z = \ln r + i\theta, \quad x^z = e^z \cdot \ln x, \quad x > 0;$$

$$\log_x z = \frac{\ln z}{\ln x}, \quad x > 0$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow П8, \quad b \rightarrow П9, \quad n \text{ или } x \rightarrow П7.$$

Результаты вычисления всех функций представляются в виде  $c + id$  и записываются в ячейки:

$$c \rightarrow П5, \quad d \rightarrow П6, \quad r \rightarrow П4, \quad \theta \rightarrow П3$$

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес I20029I, нажать клавиши **A1** **II** и ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.

3. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$z^n$  клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 14$  с;

$z^{1/n}$  клавиши **БП**, **2**, **0**, **С/П**. Время решения  $\approx 15$  с;

$e^z$  клавиши **БП**, **2**, **6**, **С/П**. Время решения  $\approx 6$  с;

$\ln z$  клавиши **БП**, **3**, **8**, **С/П**. Время решения  $\approx 7$  с;

$x^z$  клавиши **БП**, **4**, **5**, **С/П**. Время решения  $\approx 13$  с;

$\log_x z$  клавиши **БП**, **6**, **4**, **С/П**. Время решения  $\approx 10$  с.

4. Считать результаты.

Теоретический пример:  $Z = 3 + i \cdot 4$  ;

$$z^2 = -7 + i \cdot 24; z^{1/2} = 2 + i \cdot 1; e^z = -13, 13 - i \cdot 15,2;$$

$$\ln z = 1,61 + i \cdot 0,93; 2^z = -9, 1 - i \cdot 10,54;$$

$$\log_2 z = 2,32 + i \cdot 1,34.$$

**Задача I7.** Вычисление значений тригонометрических функций комплексного аргумента  $Z = a + i b$ .

Вычисление производится следующим образом:

$$\sin z = \sin a \cdot \cosh b + i \cdot \cos a \cdot \sinh b; \quad \cosh b = \frac{1}{2}(e^b + e^{-b});$$

$$\cos z = \cos a \cdot \cosh b - i \sin a \cdot \sinh b; \quad \sinh b = \frac{1}{2}(e^b - e^{-b});$$

$$\operatorname{tg} z = \frac{\sin 2a + i \sinh 2b}{\cos 2a + \cosh 2b}; \quad \operatorname{ctg} z = \frac{\sin 2a - i \sinh 2b}{\cos 2b - \cosh 2a};$$

$$\sec z = \frac{1}{\cos z}; \quad \csc z = \frac{1}{\sin z} \quad (\text{углы в радианах}).$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow \text{II8}, \quad b \rightarrow \text{II9}, \quad 1 \rightarrow \text{II7} \quad (\text{для вычисления } \operatorname{tg} z),$$

$$(-1) \rightarrow \text{II7} \quad (\text{для вычисления } \operatorname{ctg} z).$$

Результаты вычисления всех функций представляются в виде  $c + i d$  и записываются в ячейки:

$$c \rightarrow \text{II5}, \quad d \rightarrow \text{II6}.$$

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес I2I8498, нажать клавиши **A1** **II** и ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.

3. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$\sin Z$  клавиши [B/O], [C/P].

Время решения  $\approx 15\text{с}$ ;

$\cos Z$  клавиши [БП], [0], [3], [C/P]. Время решения  $\approx 15\text{с}$ ;

$\operatorname{tg} Z, \operatorname{ctg} Z$  клавиши [БП], [0], [6], [C/P]. Время решения  $\approx 15\text{с}$ ;

$\sec Z$  клавиши [БП], [3], [1], [C/P]. Время решения  $\approx 20\text{с}$ ;

$\csc Z$  клавиши [БП], [3], [6], [C/P]. Время решения  $\approx 20\text{с}$ .

4. Считать результаты.

Тестовый пример:  $Z = \pi/4 + i$

$\sin Z = 1,09 + i \cdot 0,83$ ;  $\operatorname{ctg} Z = 0,27 - i \cdot 0,96$ ;

$\cos Z = 1,09 - i \cdot 0,83$ ;  $\sec Z = 0,58 + i \cdot 0,44$ ;

$\operatorname{tg} Z = 0,27 + i \cdot 0,96$ ;  $\csc Z = 0,58 - i \cdot 0,44$ .

Задача 18. Вычисление главных значений обратных триго-

нометрических функций комплексного аргумента  $z = a + ib$ .

Вычисление производится следующим образом:

$$\sin^{-1} z = \sin^{-1} B + i \operatorname{sign}(b) \cdot \ln [A + (A^2 - 1)^{1/2}];$$

$$\cos^{-1} z = \cos^{-1} B - i \cdot \operatorname{sign}(b) \cdot \ln [A + (A^2 - 1)^{1/2}];$$

$$A = \frac{1}{2} \left( \sqrt{(a+1)^2 + b^2} + \sqrt{(a-1)^2 + b^2} \right);$$

$$B = \frac{1}{2} \left( \sqrt{(a+1)^2 + b^2} - \sqrt{(a-1)^2 + b^2} \right) \operatorname{sign}(b) = \begin{cases} 1, & b \geq 0, \\ -1, & b < 0. \end{cases}$$

$$\operatorname{tg}^{-1} z = \frac{1}{2} \left[ \pi - \operatorname{tg}^{-1} \frac{1+b}{a} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{1-b}{a} \right] + \frac{i}{\pi} \ln \left[ \frac{(1+b)^2 + a^2}{(1-b)^2 + a^2} \right];$$

$$\operatorname{ctg}^{-1} z = \frac{\pi}{2} - \operatorname{tg}^{-1} z, \quad z^2 \neq 1.$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow \text{П}6, \quad b \rightarrow \text{П}9.$$

Результаты вычислений всех функций представляются в виде  
 $c + id$  и записываются в ячейки:

$$c \rightarrow \text{П}5, \quad d \rightarrow \text{П}6.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес I235098, нажать клавиши **A1** **↓** и  
ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.

3. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$\sin^{-1} z$  клавиши **B/O**, **С/П**. Время решения  $\approx 16$  с;

$\cos^{-1} z$  клавиши **БП**, **0**, **6**, **С/П**. Время решения  $\approx 17$  с;

$\operatorname{tg}^{-1} z$  клавиши **БП**, **5**, **4**, **С/П**. Время решения  $\approx 11$  с;

$\operatorname{ctg}^{-1} z$  клавиши **БП**, **5**, **4**, **С/П**. Время решения  $\approx 11$  с.

4. Считать результаты.

Тестовые примеры:

1.  $z = 1,09 + i \cdot 0,83, \quad \sin^{-1} z = 0,785 + i \cdot 0,999.$

2.  $z = 1,09 - i \cdot 0,83, \quad \cos^{-1} z = 0,785 + i \cdot 0,999.$

3.  $z = 0,27 + i \cdot 0,96, \quad \operatorname{tg}^{-1} z = 0,78 + i \cdot 0,99.$

4.  $z = 0,27 - i \cdot 0,96, \quad \operatorname{ctg}^{-1} z = 0,79 - i \cdot 0,99.$

**З а д а ч а 19.** Вычисление значений гиперболических функций комплексного аргумента  $z = a + ib$ .

Вычисление производится следующим образом:

$$\operatorname{sh} z = \operatorname{sh} a \cdot \cos b + i \operatorname{ch} a \cdot \sin b; \quad \operatorname{sh} a = \frac{1}{2}(e^a - e^{-a});$$

$$\operatorname{ch} z = \operatorname{ch} a \cdot \cos b + i \operatorname{sh} a \cdot \sin b; \quad \operatorname{ch} a = \frac{1}{2}(e^a + e^{-a});$$

$$\operatorname{th} z = \frac{\operatorname{sh} 2a + i \operatorname{sin} 2b}{\operatorname{ch} 2a + \cos 2b};$$

$$\operatorname{cth} z = \frac{\operatorname{sh} 2a - i \operatorname{sin} 2b}{\operatorname{ch} 2a - \cos 2b}.$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow \text{П}8, \quad b \rightarrow \text{П}9.$$

Результаты вычисления всех функций представляются в виде  $c + id$  и записываются в ячейки:  
 $c \rightarrow \text{П}5, \quad d \rightarrow \text{П}6.$

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес I257677, нажать клавиши **A1** **II** и ввести исходные данные.
2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.
3. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$\operatorname{sh} z$  клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 13$  с;

$\operatorname{ch} z$  клавиши **БП**, **1**, **2**, **С/П**. Время решения  $\approx 13$  с;

$\operatorname{th} z$  клавиши **БП**, **2**, **5**, **С/П**. Время решения  $\approx 18$  с;

$\operatorname{cthz}$  клавиши **БП**, **5**, **4**, **С/П**. Время решения  $\approx 18$  с.  
4. Считать результаты.

Тестовый пример:

$$z = 1 + i\sqrt{1}/6;$$

$$\operatorname{sh} z = 1,02 + i \cdot 0,77;$$

$$\operatorname{ch} z = 1,34 + i \cdot 0,59;$$

$$\operatorname{th} z = 0,85 + i \cdot 0,2;$$

$$\operatorname{cthz} = 1,11 - i \cdot 0,26.$$

Задача 20. Вычисление главных значений обратных гиперболических функций комплексного аргумента

$$z = a + ib.$$

Вычисление производится следующим образом:

$$\operatorname{sh}^{-1} z = \operatorname{sign}(a) \cdot \ln [A + (A^2 - 1)^{1/2}] - i \sin^{-1} B;$$

$$A = \frac{1}{2} (\sqrt{(1-b)^2 + a^2} + \sqrt{(1+b)^2 + a^2}); \quad \operatorname{sign}(a) = \begin{cases} 1, & a \geq 0 \\ -1, & a < 0 \end{cases}$$

$$B = \frac{1}{2} (\sqrt{(1-b)^2 + a^2} - \sqrt{(1+b)^2 + a^2});$$

$$\operatorname{ch}^{-1} z = \operatorname{sign}(b) \cdot \ln [A + (A^2 - 1)^{1/2}] + i \cos^{-1} B;$$

$$A = \frac{1}{2} (\sqrt{(a+1)^2 + b^2} + \sqrt{(a-1)^2 + b^2}); \quad \operatorname{sign}(b) = \begin{cases} 1, & b \geq 0 \\ -1, & b < 0 \end{cases}$$

$$B = \frac{i}{2} \left( \sqrt{(a+1)^2 + b^2} - \sqrt{(a-1)^2 + b^2} \right);$$

$$\operatorname{th}^{-1} z = \frac{i}{4} \ln \left[ \frac{(1+a)^2 + b^2}{(a-1)^2 + b^2} \right] + \frac{i}{2} \left[ \pi - \operatorname{tg}^{-1} \frac{1+a}{b} - \operatorname{tg}^{-1} \frac{1-a}{b} \right]$$

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$a \rightarrow \text{П8}, \quad b \rightarrow \text{П9}.$$

Результаты вычисления всех функций представляются в виде  
 $c + id$  и записываются в ячейки:

$$c \rightarrow \text{П5}, \quad d \rightarrow \text{П6}.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес I273098, нажать клавиши **A1** **↑↓** и

ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.

3. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$\operatorname{sh}^{-1} z$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 15$  с;

$\operatorname{ch}^{-1} z$  клавиши **БП**, **0**, **6**, **C/P**. Время решения  $\approx 17$  с;

$\operatorname{tn}^{-1} z$  клавиши **БП**, **5**, **6**, **C/P**. Время решения  $\approx 13$  с.

4. Считать результаты.

Тестовые примеры:

1.  $z = 1,02 + i 0,77, \quad \operatorname{sh}^{-1} z = 1 + i 0,522.$

2.  $z = 1,34 + i 0,59, \quad \operatorname{ch}^{-1} z = 1 + i 0,522.$

$$3. z = 0,85 + i 0,2, \quad tn^{-1} = I + i 0,517,$$

**Задача 21.** Численное дифференцирование. Вычисление значений первой и второй производной функции

$f(x)$  в точке  $x_k$  для функции, заданной рядом табличных значений:  $f(x_0), f(x_1), f(x_2)$ .

Порядок вычисления:

$$\frac{df(x)}{dx} \Big|_{x=x_k} \approx \frac{1}{2h} \sum_{i=0}^2 A_i f(x_i), \quad h = x_{i+1} - x_i.$$

K	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Ошибка
0	-3	4	-1	I/3
1	-1	0	1	I/6 h <sup>3</sup> f'''
2	1	-4	3	I/3

$$\frac{d^2 f(x)}{dx^2} \Big|_{x=x_1} \approx \frac{1}{h^2} (f(x_0) - 2f(x_1) + f(x_2)) + O(h^4).$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$f(x_0) \rightarrow П7, \quad f(x_1) \rightarrow П8, \quad f(x_2) \rightarrow П9, \quad h \rightarrow П4.$$

Дополнительно при вычислении  $f'(x_k)$  в ячейку П5 заносится величина С:

$$C = \begin{cases} -2, & K = 0 \\ 0, & K = 1 \\ 2, & K = 2 \end{cases}$$

Результат вычислений  $f'(x_K)$ ,  $f''(x_1)$  записывается в ячейку П6 и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес I292642, нажать клавиши **A↑** **II** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$f'(x_K)$  клавиши **B/O**, **C/P**.

Время решения  $\approx 7$  с

$f''(x_1)$  клавиши **БП**, **2**, **9**, **C/P**. Время решения  $\approx 3$  с

3. Считать результат.

Тестовый пример:  $f(x) = \sin x$

	$x_0$	$x_1$	$x_2$
$x$	0	$\pi/12$	$\pi/6$
$f(x)$	0	0,2588	0,5
$f'(x)$	1,022	0,9549	0,8875
$f''(x)$	-	-0,2573	-

Задача 22. Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка  $y' = f(x, y)$  методом Эйлера.

Значения  $x_0$ ,  $y_0$  заданы. Произведя вычисления модифицированным методом Эйлера (предиктор-корректор), получим

$$\hat{y}_{i+1} = y_i + h f(x_i, y_i)$$

$$y_{i+1} = y_i + \frac{h}{2} [f(x_i, y_i) + f(x_{i+1}, \hat{y}_{i+1})],$$

где  $x_i = x_0 + ih$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, h$  - заданный шаг интегрирования.

Вычисление  $f(x_i, y_i)$  оформляется в виде подпрограммы, которая может занимать в программе 72 ячейки памяти, начиная с ячейки 26.

Исходные данные заносятся в ячейки:

$$x_0 \rightarrow П2, h \rightarrow П3, y_0 \rightarrow П4$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_i \rightarrow П2, y_i \rightarrow П4, \hat{y}_{i+1} \rightarrow П5, f(x_i, y_i) \rightarrow П6.$$

Указания по составлению подпрограммы:

1. Значения  $x_i$ ,  $y_i$  находятся в ячейках П2, П4.
2. Вычисленное значение  $f(x_i, y_i)$  сохраняется в регистре X и записывается при выполнении основной программы в ячейку П6.
3. Вычисленное значение  $f(x_{i+1}, \hat{y}_{i+1})$  при повторном обращении к подпрограмме сохраняется в регистре X.

Инструкция по использованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления функции  $f(x_i, y_i)$  и включить ее в текст основной программы, начиная с ячейки 26.
2. Набрать адрес 1301035, нажать клавиши **A1** **↑↓** и ввести исходные данные.
3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения

зависит от вида функции  $f(x,y)$ .

4. Считать результаты.

Тестовый пример:

$$y' = x\sqrt{y}, \quad x_0 = 1, \quad y_0 = 1, \quad h = 0.1.$$

$x$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
$y_{\text{эйлер}}$	1,0	1,10768	1,2319	1,37447	1,53717
$y_{\text{точ.реш.}}$	1,0	1,10778	1,2321	1,3748	1,5376

Задача 23. Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка  $y'' = f(x,y)$  методом Рунге-Кутта.

Значения  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $y'_0$  заданы. Согласно формуле Рунге-

Кутта.

$$y_{n+1} = y_n + h \left[ y'_n + \frac{1}{6} (K_1 + 2K_2) \right] + O(h^4);$$

$$y'_{n+1} = y'_n + \frac{1}{6} (K_1 + 4K_2 + K_3), \quad K_1 = hf(x_n, y_n),$$

$h$  - шаг интегрирования;

$$K_2 = hf \left[ x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{h}{2} (y'_n + \frac{K_1}{4}) \right],$$

$$K_3 = hf \left[ x_n + h, y_n + h (y'_n + \frac{K_2}{2}) \right].$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x_0 \rightarrow \text{П7}, \quad y_0 \rightarrow \text{П8}, \quad y'_0 \rightarrow \text{П9}, \quad h \rightarrow \text{П6}, \quad \frac{h}{2} \rightarrow \text{П3}.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_{n+1} \rightarrow П7, \quad y_{n+1} \rightarrow П8, \quad y'_{n+1} \rightarrow П9.$$

Для вычисления  $K_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) составляется подпрограмма.

Указания по составлению подпрограммы:

1. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 65 программной памяти.

2. Значение  $x_k$  находится в ячейке П7,  $y_k$  - в ячейке П5,  $y'_k$  - в ячейке П4 и вычисляются автоматически в основной программе.

3. В качестве рабочих можно использовать ячейки П0, Па-Пд.

4. Вычисленное значение  $f(x_k, y_k)$  умножается на  $h$  (ячейка П6) и остается в регистре X.

Инструкция по пользованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления  $K_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) и включить ее в текст программы.

2. Набрать адрес 1308077, нажать клавиши **A1** **↑↓** и ввести исходные данные.

3. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения зависит от вида функции  $f(x, y)$ .

4. Считать результаты.

5. Для вычисления следующего значения  $y_n$  повторить операции, указанные в пп.3,4.

Тестовый пример:  $y'' = 2 \cos x - y$  ( $x$  - в радианах).

$$x_0 = \frac{\pi}{2} \quad y_0 = \frac{\pi}{2} \quad y'_0 = 1 \quad h = \frac{\pi}{20}$$

$x$	1,7278	1,8849	2,0420	2,1991	2,3562
$y$	1,7066	1,7927	1,8195	1,7791	1,6661
Утабл.	1,7066	1,7927	1,8195	1,7791	1,6661

Задача 24. Численное решение системы двух обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка

$$y' = f(x, y, z), \quad z' = g(x, y, z) \text{ методом}$$

Рунге-Кутта.

Значения  $x_0$ ,  $y_0$ ,  $z_0$  заданы. Согласно формуле Рунге-Кутта второго порядка

$$y_{n+1} = y_n + K_2, \quad z_{n+1} = z_n + L_2, \quad K_2 = h f\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{K_1}{2}, z_n + \frac{L_1}{2}\right),$$

$$L_2 = h g\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{K_1}{2}, z_n + \frac{L_1}{2}\right),$$

$$K_1 = h f(x_n, y_n, z_n),$$

$$L_1 = h g(x_n, y_n, z_n)$$

( $h$  – шаг интегрирования).

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$h \rightarrow П6, \quad x_0 \rightarrow П7, \quad y_0 \rightarrow П8, \quad z_0 \rightarrow П9.$$

Для вычисления  $K_i$ ,  $L_i$  ( $i = 1, 2$ ) составляется подпрограмма.

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_{n+1} \rightarrow П7, y_{n+1} \rightarrow П8, z_{n+1} \rightarrow П9$$

и отображаются на дисплее.

Указания по составлению подпрограммы:

1. Значение  $x_k$  находится в ячейке П7,  $y_k$  - в ячейке П5,  $z_k$  - в ячейке П4. Вычисляются эти значения автоматически по основной программе.

2. В качестве рабочих можно использовать ячейки П1, П0, Па - Пд.

3. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 41 программной памяти.

4. Вычисленные значения  $f(x_n, y_k, z_k)$ ,  $g(x_k, y_k, z_k)$  умножаются на  $h$  (ячейка П6) и записываются соответственно в

ячейки П3 и П2.

Инструкция по использованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления  $K_i$ ,  $L_i$  и включить ее в текст программы.

2. Набрать адрес I323456, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные.

3. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения зависит от вида функций  $f(x, y, z)$ ,  $g(x, y, z)$ .

4. Считать результаты.

5. Для вычисления следующих значений  $y_n$ ,  $z_n$  повторить операции, указанные в пп. 3,4.

Тестовый пример:

$$y' = \frac{z^2}{y}, \quad z' = \frac{y^2}{2}, \quad x_0 = 0, \quad y_0 = 1, \quad z_0 = 3, \quad h = 0,01.$$

$x$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$y$	1,086	1,166	1,241	1,313	1,380
$y_{\text{табл.}}$	1,086	1,166	1,242	1,313	1,381
$Z$	3,004	3,008	3,013	3,018	3,024
$Z_{\text{табл.}}$	3,004	3,008	3,013	3,018	3,024

**Задача 25.** Численное решение обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка  $y' = f(x, y)$  по формуле Рунге-Кутта третьего порядка.

Значения  $x_0$ ,  $y_0$  заданы. Согласно формуле Рунге-Кутта третьего порядка

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(K_1 + 4K_2 + K_3) + O(h^4), \quad K_1 = h'f(x_n, y_n),$$

$K_2 = h f\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}K_1\right), \quad K_3 = h f\left(x_n + h, y_n - K_1 + 2K_2\right)$   
( $h$  – шаг интегрирования).

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x_0 \rightarrow П7, \quad y_0 \rightarrow П8, \quad h \rightarrow П9.$$

Для вычисления  $h f(x_K, y_K)$  составляется подпрограмма.

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_{n+1} \rightarrow П7, \quad y_{n+1} \rightarrow П8.$$

и отображаются на дисплее.

Указания по составлению подпрограммы:

1. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 45 программной памяти.

2. Значение  $x_K$  находится в ячейке П7,  $y_K$  – в ячейке П6.

Вычисляются эти значения автоматически по основной программе.

3. В качестве рабочих можно использовать ячейки П2, П1, П0, Па - Пд.

4. Вычисленное значение  $f(x_k, y_k)$  умножается на  $h$  (ячейка П9) и остается в регистре Х.

Инструкция по использованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления  $hf(x_k, y_k)$  и включить ее в текст программы.

2. Набрать адрес 1334656, нажать клавиши **A1** **↓↓** и ввести исходные данные.

3. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения зависит от вида функции  $f(x, y)$ .

4. Считать результаты.

5. Для вычисления следующего значения  $y_n$  повторить операции, указанные в пп. 3,4.

Тестовый пример:  $y' = x\sqrt{y}$ ,  $h = 0,1$ ,  $y_0 = 1$ ,  $x_0 = 1$

X	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
y	1,1077	1,2321	1,37475	1,5376	1,72265
Утабл.	1,1078	1,2321	1,3748	1,5376	1,7227

Задача 26. Численное решение обыкновенного дифференци-

ального уравнения первого порядка  $y' = f(x, y)$  по формуле Рунге-Кутта четвертого порядка.

Значения  $x_0$ ,  $y_0$  заданы. Согласно формуле Рунге-Кутта четвертого порядка.

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(K_1 + 2K_2 + 2K_3 + K_4) + O(h^5),$$

$$K_1 = h f(x_n, y_n); \quad K_2 = h f\left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{K_1}{2}\right),$$

$$K_3 = \left(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{K_2}{2}\right), \quad K_4 = h f(x_n + h, y_n + K_3).$$

( $h$  - шаг интегрирования).

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x_0 \rightarrow П7, \quad y_0 \rightarrow П8, \quad h \rightarrow П9.$$

Для вычисления  $h f(x_k, y_k)$  составляется подпрограмма

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_{n+1} \rightarrow П7, \quad y_{n+1} \rightarrow П8$$

и отображаются на дисплее.

Указания по составлению подпрограммы:

1. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 51 программной памяти.

2. Значение  $x_k$  находится в ячейке П7,  $y_k$  - в ячейке П6 и вычисляется автоматически по основной программе.

3. В качестве рабочих можно использовать ячейки П1, П2, П3 - П6.

4. Вычисленное значение  $f(x_k, y_k)$  умножается на  $h$  (ячейка П9) и остается в регистре X.

Инструкция по пользованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления  $hf(x, y)$  и включить ее в текст программы.

2. Набрать адрес 1345863, нажать клавиши **A1** **↓** и ввести исходные данные.

3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения зависит от вида функции  $f(x, y)$ .

4. Считать результаты.

5. Для вычисления следующего значения  $y_n$  повторить операции, указанные в пп. 3,4.

Тестовый пример:  $y' = x\sqrt{y}$ ,  $h = 0,1$ ,  $y_0 = 1$ ,  $x_0 = 1$ .

x	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
y	1,1077	1,2321	1,37475	1,5376	1,72265
Утабл.	1,1078	1,2321	1,3748	1,5376	1,7227

Задача 27. Численное интегрирование функции  $u(x)$  по формуле трапеций.

Порядок вычислений:

$$I = \int_a^b u(x)dx \approx h \left( \frac{y_0}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} + \frac{y_n}{2} \right);$$

$$y_0 = u(a); \quad y_n = u(b); \quad y_i = u(x_i); \quad x_i = a + ih; \quad h = \frac{b-a}{n}.$$

Вычисление значений  $y_i$  и их суммы  $\sum_i y_i$  оформляется в виде подпрограммы. Результаты вычислений записываются в

ячейки памяти:

$$(n - 1) \rightarrow П0, \quad a \rightarrow П2, \quad b \rightarrow П3, \quad h \rightarrow П4, \quad x_i \rightarrow П5,$$

$$\sum_i y_i \rightarrow П6, \quad I \rightarrow x, \quad П6.$$

Указания по составлению подпрограммы:

1. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 25 программной памяти.

2. Значение переменной  $x_i$  содержится в ячейке П5.

3. Сумму  $\sum_i y_i$  необходимо записать в ячейку П6.

Инструкция по пользованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления подынтегральной функции.

2. Набрать адрес 1358435, нажать клавиши **A1** **↓↑** и ввести исходные данные в память.

3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**, и считать результат с дисплея (результат хранится также в ячейке П6).

Тестовый пример:

$$\int_0^{\pi} \sin^2 x dx = \frac{\pi}{2}.$$

При  $n = 10$ ,  $h = \pi/10$ ,  $I = 1,5707962$ . Время решения  $\approx 70$ с.

Задача 28. Обращение нормального интеграла

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt.$$

Для заданного  $0 < \Phi(x) \leq 0,5$  значение  $x$  вычисляется по аппроксимационной формуле

$$x = t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3} + \varepsilon(\Phi),$$

где  $t = \sqrt{\ln \frac{1}{[\Phi(x)]^2}}$ ;  $\varepsilon(\Phi) < 4,5 \cdot 10^{-4}$ ;

$$c_0 = 2,515517; \quad c_1 = 0,802853; \quad c_2 = 0,010328;$$

$$b_1 = 1,432788; \quad b_2 = 0,189269; \quad b_3 = 0,001308.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$\Phi(x)$  — П2,  $b_3$  — П4,  $b_2$  — П5,  $b_1$  — П6,  
 $c_2$  — П7,  $c_1$  — П8,  $c_0$  — П9.

Результат вычислений (значение  $X$ ) заносится в ячейку П1 и отображается на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 1365442, нажать клавиши **A1** **↑↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 10$  с.

3. Считать результат.

Тестовый пример:

$$\Phi(X) = 0,158655, \quad X = 1.$$

Задача 29. Численное интегрирование функции  $y(x)$  по формуле Гаусса.

Порядок вычисления:

$$I = \int_a^b y(x) dx \approx \frac{b-a}{2} \sum_{i=1}^6 \cdot w_i \cdot y(x_i), \quad x_i = \frac{z_i(b-a)+b+a}{2}.$$

$$z_1 = -z_2 = 0,23861919; \quad w_1 = w_2 = 0,46791393;$$

$$z_3 = -z_4 = 0,66120939; \quad w_3 = w_4 = 0,36076157;$$

$$z_5 = -z_6 = 0,93246951; \quad w_5 = w_6 = 0,17132449.$$

Вычисление значений  $y(x_i)$  оформляется в виде подпрограммы. Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$a \rightarrow П9$ ,  $b \rightarrow П8$ ,  $z_1 \rightarrow П7$ ,  $w_1 \rightarrow П6$ ,

$z_3 \rightarrow П5$ ,  $w_3 \rightarrow П4$ ,  $z_5 \rightarrow П3$ ,  $w_5 \rightarrow П2$ .

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_i \rightarrow Пa, \quad I \rightarrow Пb,$$

и отображаются на дисплее.

Указания по составлению подпрограммы:

1. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 45 программной памяти.

2. Значение  $x_i$  вычисляется автоматически по основной программе и записывается в ячейку  $Пa$ .

3. В качестве рабочих можно использовать ячейки  $Пc$ ,  $Пd$ .

4. Вычисленное значение  $y(x_i)$  остается в регистре  $X$ .

Инструкция по использованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления подынтегральной функции  $y(x_i)$  и включить ее в текст программы.

2. Набрать адрес  $I373849$ , нажать клавиши **A1** **!!** и

ввести исходные данные.

3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **СЛ**. Время решения зависит от вида функции  $y(x)$ .

4. Считать результат.

Тестовый пример:

$$\int_1^{\infty} \frac{dx}{x} \approx 2,3014 \quad (t \approx 40 \text{ с}).$$

$I_{\text{табл.}} = 2,3026.$

Задача 30. Вычисление несобственного интеграла по формуле Гаусса.

Порядок вычисления:

$$I = \int_a^{\infty} y(x) dx \approx 2 \sum_{i=1}^6 \frac{w_i}{(1+z_i)^2} y(x_i); \quad x_i = \frac{2}{1+z_i} + a - 1;$$

$$z_1 = -z_2 = 0,23361919, \quad w_1 = w_2 = 0,46791393;$$

$$z_3 = -z_4 = 0,66120939, \quad w_3 = w_4 = 0,36076157;$$

$$z_5 = -z_6 = 0,93246951, \quad w_5 = w_6 = 0,17132449.$$

Вычисление значений  $y(x_i)$  оформляется в виде подпрограммы.

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$a \rightarrow П9$ ,  $z_1 \rightarrow П7$ ,  $w_1 \rightarrow П6$ ,  $z_3 \rightarrow П5$ ,  $w_3 \rightarrow П4$ ,

$z_5 \rightarrow П3$ ,  $w_5 \rightarrow П2$ .

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$x_i \rightarrow Пa$ ,  $(1+z_i) \rightarrow ПB$ ,  $I \rightarrow Пб$ .

и отображаются на дисплее.

**Указания по составлению подпрограммы:**

1. Запись подпрограммы производится, начиная с ячейки 47 программной памяти.
  2. Значение  $x_i$  вычисляется автоматически по основной программе и записывается в ячейку Пп.
  3. В качестве рабочих можно использовать ячейки Пс, Пд.
  4. Вычисленное значение  $f(x_i)$  остается в регистре Х.
- Инструкция по использованию программой:**
1. Составить подпрограмму вычисления подынтегральной функции  $y(x_i)$  и включить ее в текст основной программы.
  2. Набрать адрес I383656, нажать клавиши [A1]  $\downarrow\downarrow$  и ввести исходные данные.
  3. Включить счет, нажав клавиши [B/O], [С/П]. Время решения зависит от вида функции  $y(x)$ .

I08

**4. Считать результат.**

**Тестовый пример:**

$$\int_{0,5}^{\infty} \frac{e^{-x}}{x} dx \approx 0,559398 \quad (t \approx 60 \text{ с}).$$

$$I_{\text{табл.}} = 0,559773.$$

**Задача 31. Численное интегрирование функций  $y(x)$  по формуле Симпсона.**

**Порядок вычисления:**

$$I = \int_a^b y(x) dx \approx \frac{h}{3} [y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{2m-2}) +$$

$$+ 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{2m-1})],$$

$$h = \frac{b-a}{2m}; \quad y_0 = y(a); \quad y_{2m} = y(b); \quad y_i = y(x_i); \quad x_i = a + ih.$$

I09

Для вычисления выражения в квадратных скобках, которое обозначим  $\sum_{i=0}^{2m} \alpha_i y_i$  ( $\alpha_i = 1$  или  $2$ , или  $4$ ), составляется подпрограмма и записывается после основной программы, начиная с ячейки 29.

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$(2m - I) \rightarrow П0; a \rightarrow П2; b \rightarrow П3; h \rightarrow П4; I \rightarrow П7.$

Результаты вычисления записываются в ячейки:

$x_i \rightarrow П5, I \rightarrow x, П6.$

Указания по составлению подпрограммы:

1. Значение  $x_i$  содержится в ячейке П5, ячейка П6 - суммирующая ячейка.

2. Значение  $\alpha = 2$  или  $4$  устанавливается автоматически и хранится в ячейке П7.

3. Подпрограмма начинается с вычисления значения подынтегральной функции  $y_i$  и заканчивается умножением  $y_i$  на "вес"  $\alpha_i$  и суммированием результата умножения с содержимым ячейки П6.

Инструкция по использованию программой:

1. Составить подпрограмму вычисления подынтегральной функции.

2. Набрать адрес 1394842, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные в память.

3. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **СП**, и считать результат с дисплея (результат хранится также в ячейке П6).

Тестовый пример:

$$\int_0^1 \frac{dx}{1+x} = \ln 2 = 0,69314717.$$

При  $2m = 10$ ,  $h = 0,1$ ,  $I = 0,69315023$  ( $t \approx 80$  с).

**Задача 32.** Вычисление значений интегралов Френеля  $C(x)$ ,  $S(x)$  для заданного значения аргумента  $x$ .

Порядок вычисления:

$$C(x) = \int_0^x \cos \frac{\pi t^2}{2} dt, \quad S(x) = \int_0^x \sin \frac{\pi t^2}{2} dt.$$

Для вычисления используются вспомогательные функции  $f(x)$ ,

$$g(x): \quad S(x) = \frac{1}{2} - f(x) \cdot \cos \frac{\pi x^2}{2} - g(x) \cdot \sin \frac{\pi x^2}{2};$$

$$C(x) = \frac{1}{2} + f(x) \cdot \sin \frac{\pi x^2}{2} - g(x) \cdot \cos \frac{\pi x^2}{2}$$

и аппроксимация рациональными функциями:

$$0 \leq x < \infty, \quad f(x) = \frac{1+a_1 x}{2+a_2 x+a_3 x^2} + \varepsilon(x), \quad |\varepsilon| \leq 2 \cdot 10^{-3};$$

$$g(x) = \frac{1}{2+b_1 x+b_2 x^2+b_3 x^3} + \varepsilon(x), \quad |\varepsilon| \leq 2 \cdot 10^{-3},$$

где  $a_1 = 0,926$ ,  $a_2 = 1,792$ ,  $a_3 = 3,104$ ,  
 $b_1 = 4,142$ ,  $b_2 = 3,492$ ,  $b_3 = 6,67$ .

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x \rightarrow \text{II9}, \quad a_1 \rightarrow \text{II7}, \quad a_2 \rightarrow \text{II6}, \quad a_3 \rightarrow \text{II5}, \quad b_1 \rightarrow \text{II4}, \\ b_2 \rightarrow \text{II3}, \quad b_3 \rightarrow \text{II2}.$$

Результаты вычисления  $S(x)$  или  $C(x)$  записываются в

ячейку ПВ и отображаются на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2000070, нажать клавиши **A1** **↓** и ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.

3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 15$  с.

4. Включить счет, нажав для выполнения операции:

**S (X)** клавишу **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с.

**C (X)** клавиши **БП**, **5**, **8**, **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с.

5. Считать результат.

Тестовый пример:

$X = 1,58$        $S(X) = 0,65554$ ,       $S(X)_{\text{табл.}} = 0,65363$ ,

$C(X) = 0,37866$ ,       $C(X)_{\text{табл.}} = 0,37895$ .

Задача 33. Вычисление функции распределения стандартной нормальной случайной величины  $X$ .

Порядок вычисления:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt,$$

где  $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$  – плотность распределения.

Для значений  $X \geq 0$  применяется аппроксимационная формула

$$\Phi(x) = f(x) [b_1 t + b_2 t^2 + b_3 t^3 + b_4 t^4 + b_5 t^5] + \varepsilon(x),$$

где  $t = 1/(1 + r \cdot x)$ ,  $r = 0,2316419$ ,  $b_1 = 0,31938153$ ,  
 $b_2 = -0,35656378$ ,  $b_3 = 1,7814779$ ,  $b_4 = -1,821256$ ,  
 $b_5 = 1,3302744$ ,  $|\varepsilon(x)| < 7,5 \cdot 10^{-8}$

Отметим, что  $f(-x) = f(x)$ ,  $\Phi(-x) = 1 - \Phi(x)$ .

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x \rightarrow \text{П3}$ ,  $b_5 \rightarrow \text{П4}$ ,  $b_4 \rightarrow \text{П5}$ ,  $b_3 \rightarrow \text{П6}$ ,  $b_2 \rightarrow \text{П7}$ ,  
 $b_1 \rightarrow \text{П8}$ ,  $r \rightarrow \text{П9}$ .

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$f(x) \rightarrow \text{П2}$ ,  $\Phi(x) \rightarrow \text{П1}$  и отображаются на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

I. Набрать адрес 2014042, нажать клавиши **A1** **II** и  
ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 20$  с.

3. Считать результаты.

Тестовый пример:

$X = 1$ ,  $f(X) = 0,241971$ ,  $\Phi(X) = 0,158655$ .

Задача 34. Вычисление плотности вероятностей случайной стандартной нормальной величины  $X$ .

Порядок вычисления:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$$

для значений  $0 \leq x < 21,3$ .

Вначале программа вычисляет значения  $x_i$ , равномерно рас-

пределенные в интервале  $[0, \infty]$  по формуле

$$x_i = \frac{I}{U_i} - 1, \quad 0 \leq U_i \leq I \quad (U_i - \text{случайное число}).$$

Значение  $x_i$  проверяется на выполнение условия  $x < 2I,3$ ,  
а затем вычисляется  $f(x_i)$ .

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$U_o \rightarrow \text{Пд} \quad (\text{для пуска датчика}), \quad 0 \leq U_o \leq I.$$

$$2I,3 \rightarrow \text{Пс}, \quad \frac{I}{\sqrt{2\pi}} = 0,39894229 \rightarrow \text{Пб}.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$x_i \rightarrow \text{Па}, \quad f(x_i) \rightarrow \text{П9}$$

и отображаются на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

I. Набрать адрес 2022435, нажать клавиши **A1** **II** и  
ввести исходные данные.

2. Включить счет для выполнения операции:

нажав клавиши **В/О**, **С/П**, если  $X_i$  вырабатывается датчи-  
ком. Время решения  $\approx 8$  с;

нажав клавиши **БП**, **2**, **3**, **С/П**, если  $X_i$  задано. Вре-  
мя решения  $\approx 4$  с.

Значение  $X_i$  заносится в регистр X.

3. Считать результаты.

Тестовые примеры:

1.  $U_o = 0,3333, \quad x_i = 0,5415, \quad f(x_i) = 0,3445.$

2.  $x_i = 2I, \quad f(x_i) = 6,902 \cdot 10^{-97}.$

Задача 35. Вычисление значения интеграла вероятностей.

Порядок вычисления:

$$\operatorname{erf}x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$$

Для заданного аргумента  $x$ , используя аппроксимационную формулу

$$\operatorname{erf}x = 1 - e^{-x^2} \sum_{i=1}^5 a_i t^i + \varepsilon(x), \quad |\varepsilon| \leq 1,5 \cdot 10^{-7}$$

получаем

$$t = \frac{x}{1 + px}, \quad p = 0,327591, \quad a_1 = 0,25482959,$$

$$a_2 = -0,28449674, \quad a_3 = 1,4214137, \quad a_4 = -1,453152 \\ a_5 = 1,0614054.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x \rightarrow \text{П9}$ ,  $p \rightarrow \text{П7}$ ,  $a_1 \rightarrow \text{П6}$ ,  $a_2 \rightarrow \text{П5}$ ,  $a_3 \rightarrow \text{П4}$ ,

$a_2 \rightarrow \text{П3}$ ,  $a_1 \rightarrow \text{П2}$ .

Результат вычислений  $\operatorname{erf}x$  записывается в ячейку П8 и отображается на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2029435, нажать клавиши  $\boxed{\text{A}\uparrow}$   $\boxed{\text{B}\downarrow}$  и ввести исходные данные.
2. Включить счет, нажав клавиши  $\boxed{\text{В/О}}$ ,  $\boxed{\text{С/П}}$ . Время решения  $\approx 16$  с.
3. Считать результат.

Тестовый пример:

$$x = 0,65, \quad \operatorname{erf}x = 0,6420294, \quad \operatorname{erf}x_{\text{ТАБЛ.}} = 0,6420293274.$$

**Задача 36.** Решение прямой и обратной задачи линейной интерполяции для функции  $f(x)$ .

**I. Прямая задача.** Заданы  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $f(x_1)$ ,  $f(x_2)$ . Следует определить  $f(x)$  для  $x_1 \leq x \leq x_2$  и  $x_1 \neq x_2$ :

$$f(x) = f(x_1) \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} + f(x_2) \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}.$$

**2. Обратная задача.** Заданы  $f(x_1)$ ,  $f(x_2)$ ,  $x_1$ ,  $x_2$ . Следует определить  $x$  для  $f(x_1) \leq f(x) \leq f(x_2)$ ,  $f(x_1) \neq f(x_2)$ :

$$x = \frac{f(x_2) - f(x)}{f(x_2) - f(x_1)} \cdot x_1 + \frac{f(x) - f(x_1)}{f(x_2) - f(x_1)} \cdot x_2.$$

Исходные данные записываются в ячейки памяти:

$x \rightarrow \text{П7}$ ,  $x_1 \rightarrow \text{П8}$ ,  $x_2 \rightarrow \text{П9}$ ,  $f(x_1) \rightarrow \text{П5}$ ,  $f(x_2) \rightarrow \text{П6}$

или  $f(x) \rightarrow \text{П4}$ ,  $f(x_1) \rightarrow \text{П5}$ ,  $f(x_2) \rightarrow \text{П6}$ ,  $x_1 \rightarrow \text{П8}$ ,  
 $x_2 \rightarrow \text{П9}$ .

Результаты вычисления записываются в ячейки ( $f(x) \rightarrow \text{П4}$  или  $x \rightarrow \text{П7}$ ) и отображаются на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

**I.** Набрать адрес 2036442, нажать клавиши **A↑** **↓** и ввести исходные данные.

**2.** Включить счет, нажав для выполнения операции:

$f(x)$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с;

$x$  клавиши **БП**, **2**, **0**, **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с.

**3.** Считать результат.

Совместное выполнение операций  $f(x)$ ,  $X$  позволяет контролировать правильность решения.

Тестовый пример:  $f(x) = e^x$

$$x_1 = 1, \quad x_2 = 2, \quad x = 1.5, \quad e^{1.5} = 4.481689.$$

$$f(x_1) = e, \quad f(x_2) = e^2, \quad f(x) = 5.0536688.$$

**Задача 37.** Решение прямой и обратной задачи квадратичной интерполяции для функции  $y = f(x)$ .

I. Прямая задача. Заданы  $x_1, x_2, x_3, y_1 = f(x_1),$

$$y_2 = f(x_2), \quad y_3 = f(x_3).$$

Следует определить  $y = f(x)$  для  $x_1 \leq x, \quad x_2 \leq x_3,$

$$x_1 \neq x_2 \neq x_3;$$

$$y = \frac{(x-x_2)(x-x_3)}{(x_1-x_2)(x_1-x_3)} \cdot y_1 + \frac{(x-x_1)(x-x_3)}{(x_2-x_1)(x_2-x_3)} \cdot y_2 + \frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_3-x_1)(x_3-x_2)} \cdot y_3.$$

2. Обратная задача. Заданы  $y_1, y_2, y_3, x_1, x_2, x_3$ . Следует определить  $x$  для  $y = f(x)$ :

$$x = \frac{(y-y_2)(y-y_3)}{(y_1-y_2)(y_1-y_3)} x_1 + \frac{(y-y_1)(y-y_3)}{(y_2-y_1)(y_2-y_3)} x_2 + \frac{(y-y_1)(y-y_2)}{(y_3-y_1)(y_3-y_2)} x_3.$$

Исходные данные записываются в ячейки памяти:

$x_1 \rightarrow П4, \quad x_2 \rightarrow П5, \quad x_3 \rightarrow П6, \quad y_1 \rightarrow П7, \quad y_2 \rightarrow П8,$   
 $y_3 \rightarrow П9, \quad x \rightarrow П0$  (прямая задача) или  $y \rightarrow П1$  (обратная задача).

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$y \rightarrow П1$ , или  $x \rightarrow П0$  и отображаются на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

I. Набрать адрес 2044884, нажать клавили **A↑** **↑↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

у клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 30$  с;

X клавиши **БП**, **5**, **0**, **C/P**. Время решения  $\approx 30$  с.

3. Считать результаты.

Совместное выполнение операций У и X позволяет оценить качество интерполяции.

Тестовые примеры:

$$y = e^x, x_1 = 0, x_2 = 1, x_3 = 2, y_1 = 1, y_2 = e, y_3 = e^2$$

$$1. \quad x = 1,5, \quad y = f(x) = 4,6846073, \quad e^{1,5} = 4,481689.$$

$$2. \quad y = 4,481689, \quad x = 1,672744.$$

Задача 38. Вычисление случайных чисел с равномерным распределением.

Программа вырабатывает случайные числа  $U_i$ , равномерно

распределенные в интервале  $[0, 1]$ , используя рекурсивную процедуру. При этом выделяется дробная часть

$$U_i = \{(U_{i-1} + \pi)^5\}$$

Программа занимает 15 ячеек памяти, начиная с ячейки 00.

Исходное данное  $U_0 (0 \leq U_0 \leq 1)$  заносится в ячейку Пd. Если вычисляется последовательность случайных чисел,  $U_0$  заносится в ячейку Пd один раз.

Результат вычислений (очередное случайное число  $U_i$ ) записывается в ячейку Пd и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2061621, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходное данное  $U_0$ .

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения

$\approx$  6 с.

3. Считать результат.

4. Для возобновления счета перейти к п.2.

Для  $U_0 = 0,3333$  по программе получена последовательность случайных чисел:

0,6487	0,1459	0,4485	0,8773	0,4763	0,0413
0,3033	0,9993	0,4286	0,4512	0,8724	0,6756
0,1597	0,5465	0,0647	0,6331	0,0882	0,4497
0,1328	0,3529	0,8564	0,3263	0,4578	0,3927
0,4266	0,1218	0,4587	0,5372	0,1182	
0,3932	0,1234	0,9075	0,8022	0,0921	
0,8170	0,0544	0,4135	0,0845	0,5739	

Задача 39. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  формулы  $y = ax + b$  и коэффициента корреляции  $r$

для значений  $x_1 y_1, x_2 y_2, \dots, x_n y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i y_i}{\left[ \sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2 \right]} ; \quad b = \frac{1}{n} \left( \sum_i y_i - a \sum_i x_i \right);$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i x_i y_i - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i y_i \right]^2}{\left[ \sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2 \right] \left[ \sum_i y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i y_i)^2 \right]}.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x_i \rightarrow П7, y_i \rightarrow П8, n \rightarrow П9.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$a \rightarrow П4, b \rightarrow П5, r \rightarrow П6.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2065870, нажать клавиши **A↑** **↓↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow П7, y_1 \rightarrow П8,$

$n \rightarrow П9$ ) и включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 8$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow П7, y_2 \rightarrow П8$ )

включить счет, нажав клавишу **С/П**. Время решения  $\approx 6$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3 y_3, \dots, x_n y_n$

5. Включить счет, нажав клавиши **БП**, **3**, **3**, **С/П**. Время решения  $\approx 10$  с.

## 6. Считать результаты.

Тестовый пример:

X	0,5	1,5	2,75	3,3	4	5	5,6	7	9	10
y	9,25	11,1	15,1	15,4	17,9	19,5	21,9	24,3	30,1	31,5

$$y = 2,4x + 7,9;$$

$$r = 0,998.$$

Задача 40. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  формулы

$$y = \frac{x}{ax + b}$$
 и коэффициента корреляции  $r$  для значений

$x_1 y_1, x_2 y_2, \dots, x_n y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i^2}{y_i} - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i \frac{x_i}{y_i}}{\sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2}; \quad b = \frac{1}{n} \left( \sum_i \frac{x_i}{y_i} - a \sum_i x_i \right);$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i \frac{x_i^2}{y_i} - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i \frac{x_i}{y_i} \right]^2}{\left[ \sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2 \right] \left[ \sum_i \left( \frac{x_i}{y_i} \right)^2 - \frac{1}{n} \left( \sum_i \frac{x_i}{y_i} \right)^2 \right]}, \quad y_i = 0$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x_i \rightarrow П7$ ,  $y_i \rightarrow П8$ ,  $n \rightarrow П9$ .

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$a \rightarrow П4$ ,  $b \rightarrow П5$ ,  $r \rightarrow П6$ .

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2079877, нажать клавиши **A1** **↑↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow П7$ ,  $y_1 \rightarrow П8$ ,  $n \rightarrow П9$ ) и включить счет, нажав клавиши **[В/О]**, **[С/П]**. Время решения  $\approx 8$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow П7$ ,  $y_2 \rightarrow П8$ ) и включить счет, нажав клавишу **[С/П]**. Время решения  $\approx 7$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3, y_3, \dots, x_n, y_n$ .

5. Выключить счет, нажав клавиши **[БП]**, **[3]**, **[7]**, **[С/П]**.

Время решения  $\approx 10$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

x	5	10	15	27,5	33	40	50	56	70	90
y	0,294	0,357	0,385	0,414	0,420	0,426	0,431	0,433	0,438	0,442

$$y = \frac{x}{2,2x + 5,97}, \quad r = 1.$$

Задача 41. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  формулы

$y = \frac{a}{x} + b$  и коэффициента корреляции  $r$  для значений  $x_1 y_1, x_2 y_2, \dots, x_n y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 y_i - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i x_i y_i}{\sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2}; \quad a = \frac{1}{n} \left( \sum_i x_i y_i - b \sum_i x_i \right);$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i x_i y_i \right]^2}{\left[ \sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2 \right] \left[ \sum_i x_i y_i - \frac{1}{n} (\sum_i x_i y_i)^2 \right]}.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x_i \rightarrow \text{П7}, \quad y_i \rightarrow \text{П8}, \quad n \rightarrow \text{П9}.$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$a \rightarrow \text{II4}$ ,  $b \rightarrow \text{II5}$ ,  $r \rightarrow \text{II6}$ .

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2095277, нажать клавиши **A↑** **↓↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow \text{II7}$ ,  $y_1 \rightarrow \text{II8}$ ,

$\dots \rightarrow \text{II9}$ ) и включить счет, нажав клавиши **В/О** . **С/П** . Время решения  $\approx 9$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow \text{II7}$ ,  $y_2 \rightarrow \text{II8}$ ) и включить счет, нажав клавишу **С/П** . Время решения  $\approx 8$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3 y_3, \dots, x_n y_n$ .

5. Включить счет, нажав клавиши **БП** , **3** , **7** , **С/П** . Время решения  $\approx 10$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

x	0,5	1,0	1,5	2,75	3,3	4,0	5,0	5,6	7,0	9,0
y	26,2	13,8	10,2	6,34	5,66	4,98	4,42	4,12	3,73	3,31

$$y = \frac{12}{x} + 2, \quad r = 0,999.$$

Задача 42. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  формулы

$y = a + b \cdot \ln x$  и коэффициента корреляции

$r$  для значений  $x_1 y_1, x_2 y_2, \dots, x_n y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum_i \ln x_i \sum_i y_i}{\sum_i (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_i \ln x_i)^2}; \quad a = \frac{1}{n} \left( \sum_i y_i - b \sum_i \ln x_i \right);$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum_i \ln x_i \sum_i y_i \right]^2}{\left[ \sum_i (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_i \ln x_i)^2 \right] \left[ \sum_i y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i y_i)^2 \right]}$$

$x_i > 0$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x_i \rightarrow П7$ ,  $y_i \rightarrow П8$ ,  $n \rightarrow П9$ .

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$a \rightarrow П4$ ,  $b \rightarrow П5$ ,  $r \rightarrow П6$ .

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2II0677, нажать клавиши **A1** **↓↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow П7$ ,  $y_1 \rightarrow П8$ ,

$n \rightarrow П9$ ) и включить счет, нажав клавиши **[В/О]**, **[С/П]**. Время ре-

шения  $\approx 9$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow П7$ ,  $y_2 \rightarrow П8$ ) и включить счет, нажав клавишу **[С/П]**. Время решения  $\approx 8$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3 y_3$ , ...,  $x_n y_n$ .

5. Включить счет, нажав клавиши **БП**, **3**, **6**, **[С/П]**. Время решения  $\approx 10$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

x	1,0	1,5	2,75	3,3	4,0	5,0	5,6	7,0	9,0	II
y	0,73	1,38	2,25	2,56	2,81	3,18	3,31	3,69	4,03	4,35

$$y = 0,75 + 1,5 \ln x, \quad r = 0,999$$

Задача 43. Вычисление коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  формулы

$y = ax^2 + bx + c$  для значений  $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$   
методом наименьших квадратов.

Коэффициенты определяются путем решения системы линейных алгебраических уравнений:

$$c\sum x_i + b\sum_{i=1}^n x_i + a\sum x_i^2 = \sum y_i;$$

$$c\sum x_i + b\sum_{i=1}^n x_i^2 + a\sum_{i=1}^n x_i^3 = \sum x_i y_i;$$

$$c\sum_{i=1}^n x_i^2 + b\sum_{i=1}^n x_i^3 + a\sum_{i=1}^n x_i^4 = \sum x_i^2 y_i.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x_i \rightarrow \text{П1}, \quad y_i \rightarrow \text{П2}, \quad n \rightarrow \text{П3}.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$$a \rightarrow \text{П1}, \quad b \rightarrow \text{П2}, \quad c \rightarrow \text{П3}.$$

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2126098, нажать клавиши **A↑** **↓↓**

2. Обнулить ячейки П4 → П6, ввести первую группу данных:

$x_1 \rightarrow \text{П1}, \quad y_1 \rightarrow \text{П2}, \quad n \rightarrow \text{П3}$  и включить счет, нажав клавиши **B/O**, **С/П**. Время решения  $\approx 25$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow \text{П1}, y_2 \rightarrow \text{П2}$ ) и включить счет, нажав клавишу **С/П**. Время решения  $\approx 25$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3 y_3, \dots, x_n y_n$ .

Для контроля ввода на дисплее отображается предыдущее значение  $x_{i-1}$ .

5. Включить счет, нажав клавиши **БП**, **3**, **1**, **С/П**. Время решения  $\approx 20$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
y	2,4	3,0	2,0	6,5	10	19	25	40	48	70

$$y = 1,07 x^2 - 2,54x + 3,37$$

Задача 44. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  формулы  
 $y = ax^b$  и коэффициента корреляции  $r$  для  
значений  $x_1 y_1, x_2 y_2, \dots, x_n y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n \ln x_i \cdot \ln y_i - \frac{1}{n} \sum_i \ln x_i \sum_i \ln y_i}{\sum_i (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_i \ln x_i)^2};$$

$$a = \exp \left[ \frac{1}{n} \left( \sum_i \ln y_i - b \sum_i \ln x_i \right) \right];$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i \ln x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum_i \ln x_i \ln y_i \right]^2}{\left[ \sum_i (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_i \ln x_i)^2 \right] \left[ \sum_i (\ln y_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum_i \ln y_i)^2 \right]},$$

$$x_i > 0 \quad y_i > 0$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x_1 \rightarrow \text{П7}$ ,  $y_1 \rightarrow \text{П8}$ ,  $n \rightarrow \text{П9}$ .

Результаты вычислений записываются в ячейки:

$a \rightarrow \text{П4}$ ,  $b \rightarrow \text{П5}$ ,  $r \rightarrow \text{П6}$ .

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2145677, нажать клавиши **A1** **↓↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow \text{П7}$ ,  $y_1 \rightarrow \text{П8}$ ,

$n \rightarrow \text{П9}$ ) и включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 12$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow \text{П7}$ ,  $y_2 \rightarrow \text{П8}$ ) и

включить счет, нажав клавишу **C/P**. Время решения  $\approx 11$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3, y_3, \dots, x_n, y_n$ .

5. Включить счет, нажав клавиши **БП**, **3**, **9**, **C/P**.

Время решения  $\approx 10$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

X	0,5	1,5	3,3	4	5	7	9	10	12	15
y	1,91	4,1	7,15	8,2	9,6	12	14	15,5	18	21

$$y = 3,1 x^{0,7} \quad r = 0,9998$$

Задача 45. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  формулы

$y = a \cdot e^{bx}$  и коэффициента корреляции  $r$  для значений  $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i \ln y_i}{\sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2}, \quad a = \exp \left[ \frac{1}{n} \left( \sum_i \ln y_i - b \sum_i x_i \right) \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum_i x_i \sum_i \ln y_i \right]^2}{\left[ \sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2 \right] \left[ \sum_i (\ln y_i)^2 - \frac{1}{n} \sum_i (\ln y_i)^2 \right]}, \quad y_i > 0.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$x_i \rightarrow \text{П7}$ ,  $y_i \rightarrow \text{П8}$ ,  $n \rightarrow \text{П9}$ .

Результаты вычисления записываются в ячейки:

$a \rightarrow \text{П4}$ ,  $b \rightarrow \text{П5}$ ,  $r \rightarrow \text{П6}$ .

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2161077, нажать клавиши **A1** **↑↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow \text{П7}$ ,  $y_1 \rightarrow \text{П8}$ ,  $n \rightarrow \text{П9}$ ) и включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 10$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow \text{П7}$ ,  $y_2 \rightarrow \text{П8}$ ) и включить счет, нажав клавишу **C/P**. Время решения  $\approx 8$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3 y_3 \dots, x_n y_n$ .

5. Включить счет, нажав клавиши **B/P**, **3**, **6**, **C/P**. Время решения  $\approx 10$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

x	0,1	1,0	1,5	2,75	3,3	4,0	5,0	5,6	7,0	9,0
y	0,821	1,46	2,01	4,48	6,36	9,96	18,9	27,7	67,9	244

$$y = 0,77 e^{0,64 x} \quad r = 1,0$$

Задача 46. Вычисление коэффициентов  $a$  и  $b$  эмпири-

ческой формулы  $y = \frac{I}{ax + b}$  и коэффициента корреляции  $r$  для значений  $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$  методом наименьших квадратов.

Порядок вычисления:

I48

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{y_i} - \frac{1}{n} \sum x_i \sum_i \frac{1}{y_i}}{\sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2}; \quad b = \frac{1}{n} \left( \sum_i \frac{1}{y_i} - a \sum x_i \right);$$

$$r^2 = \frac{\left[ \sum_i x_i/y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum_i \frac{1}{y_i} \right]^2}{\left[ \sum_i x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_i x_i)^2 \right] \left[ \sum_i \frac{1}{y_i} - \frac{1}{n} \left( \sum_i \frac{1}{y_i} \right)^2 \right]}, \quad y_i \neq 0$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x_i \rightarrow П7, \quad y_i \rightarrow П8, \quad n \rightarrow П9.$$

Результаты вычислений записываются в ячейки:

I49

$a \rightarrow П4$ ,  $b \rightarrow П5$ ,  $r \rightarrow П6$ .

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2176477, нажать клавиши **A↑** **↓**

2. Ввести первую группу данных ( $x_1 \rightarrow П7$ ,  $y_1 \rightarrow П8$ ,  
 $p \rightarrow П9$ ) и включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время  
решения  $\approx 8$  с.

3. Ввести вторую группу данных ( $x_2 \rightarrow П7$ ,  $y_2 \rightarrow П8$ ) и вклю-  
чить счет, нажав клавишу **C/P**. Время решения  $\approx 7$  с.

4. Повторить п.3 для  $x_3, y_3, \dots, x_n, y_n$ .

5. Включить счет, нажав клавиши **БП**, **3**, **5**, **C/P**.  
Время решения  $\approx 10$  с.

6. Считать результаты.

Тестовый пример:

x	1,0	1,5	2,75	3,3	4,0	5,0	5,6	7,0	9,0	10
y	0,298	0,274	0,239	0,221	0,209	0,187	0,181	0,158	0,140	0,130

$$y = \frac{I}{0,48x + 2,9}, \quad r = 0,999.$$

Задача 47. Вычисление значений гиперболических функций  
вещественного аргумента  $x$ .

Порядок вычисления:

$$\operatorname{sh} x = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x}); \quad \operatorname{ch} x = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x});$$

$$\operatorname{sech} x = \frac{1}{\operatorname{ch} x}; \quad \operatorname{th} x = \frac{e^{2x} - 1}{e^{2x} + 1}.$$

$$\operatorname{cthx} = \frac{e^{2x} + 1}{e^{2x} - 1};$$

$$\operatorname{csch}x = \frac{1}{\operatorname{sh}x}$$

Исходное данное  $x$  заносится в ячейку памяти П9.

Результат вычисления  $f(x)$  для всех функций записывается в ячейку П8.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2191856, нажать клавиши **A1** **↓** и ввести исходное данное  $x$ .

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$\operatorname{sh}x$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 6$  с;

$\operatorname{ch}x$  клавиши **БП**, **0**, **5**, **C/P**. Время решения  $\approx 6$  с;

$\operatorname{th}x$  клавиши **БП**, **0**, **8**, **C/P**. Время решения  $\approx 6$  с;

$\operatorname{cthx}$  клавиши **БП**, **1**, **3**, **C/P**. Время решения  $\approx 6$  с;

$\operatorname{sech}x$  клавиши **БП**, **1**, **6**, **C/P**. Время решения  $\approx 7$  с;

$\operatorname{csch}x$  клавиши **БП**, **2**, **1**, **C/P**. Время решения  $\approx 7$  с,

3. Считать результат.

Тестовый пример:  $x = 1$ .

$\operatorname{sh}x = 1,175$ ;  $\operatorname{ch}x = 1,543$ ;  $\operatorname{th}x = 0,762$ ;

$\operatorname{cthx} = 1,313$ ;  $\operatorname{sech}x = 0,648$ ;  $\operatorname{csch}x = 0,851$ .

Задача 48. Вычисление обратных значений гиперболических функций вещественного аргумента.

Порядок вычисления:

$$\operatorname{Arsh}x = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1}); \quad \operatorname{Arch}x = \ln(x + \sqrt{x^2 - 1}), \quad x > 1;$$

$$\operatorname{Arth}x = \frac{1}{2} \ln \frac{x+1}{1-x}, \quad x^2 < 1; \quad \operatorname{Arcth}x = \frac{1}{2} \ln \frac{x+1}{x-1}, \quad x^2 > 1;$$

$$\operatorname{Arsech}x = \operatorname{Arch} \frac{1}{x}, \quad 0 < x < 1; \quad \operatorname{Arcsch}x = \operatorname{Arsh} \frac{1}{x}, \quad x > 0.$$

Исходное данное (аргумент  $x$ ) заносится в ячейку памяти П9.

Результат вычисления  $A(x)$  для всех функций записывается в ячейку П8.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2203049, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести аргумент  $x$ .

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$\operatorname{Arsh}x$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$\operatorname{Arch}x$  клавиши **БП**, **0**, **4**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$\operatorname{Arth}x$  клавиши **БП**, **0**, **9**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$\operatorname{Arcth}x$  клавиши **БП**, **2**, **1**, **C/P**. Время решения  $\approx 4$  с;

$\operatorname{Arsech}x$  клавиши **БП**, **2**, **8**, **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с;

$\operatorname{Arcsch}x$  клавиши **БП**, **3**, **3**, **C/P**. Время решения  $\approx 5$  с.

Текстовые примеры:

1.  $x = 1$ ,  $\operatorname{Arsh}x = 0,881$ ;

2.  $x = 2$ ,  $\operatorname{Arch}x = 1,317$ ;

3.  $x = 0,9$ ,  $\operatorname{Arth}x = 1,472$ ;

4.  $x = 1,1$ ,  $\operatorname{Arcth}x = 1,522$ ;

5.  $x = 0,9$ ,  $\operatorname{Arsech}x = 0,467$ ;

6.  $x = 2$ ,  $\operatorname{Arcsch}x = 0,481$ .

**Задача 49.** Вычисление значения интегральной показательной функции  $E(x) = \int_x^{\infty} \frac{e^{-t}}{t} dt$  для заданного аргумента  $x$ .

Для вычисления используются следующие аппроксимации:

$$1. 0 < x < 1, E(x) = \sum_{n=0}^5 a_n x^n - \ln x + \varepsilon_1(x), |\varepsilon_1(x)| < 2 \cdot 10^{-7}$$

$$a_0 = -0,57721566, a_1 = 0,99999193, a_2 = -0,24991055,$$

$$a_3 = 0,05519968, a_4 = -0,00976004, a_5 = 0,00107857.$$

$$2. 1 \leq x < \infty, E(x) = \frac{1}{x \cdot e^x} \cdot \frac{x^2 + b_1 x + b_2}{x^2 + b_3 x + b_4} + \varepsilon_2(x), |\varepsilon_2(x)| < 5 \cdot 10^{-5}$$

$$b_1 = 2,334733, b_2 = 0,250621, b_3 = 3,330657, b_4 = 1,681534$$

Исходное данное  $x$  заносится в ячейку П1, а коэффициенты в следующие ячейки:

$$\begin{aligned} a_0 &\rightarrow \text{П0}, & a_1 &\rightarrow \text{П1}, & a_2 &\rightarrow \text{П2}, & a_3 &\rightarrow \text{П3}, & a_4 &\rightarrow \text{П4}, \\ a_5 &\rightarrow \text{П5}, & b_1 &\rightarrow \text{П6}, & b_2 &\rightarrow \text{П7}, & b_3 &\rightarrow \text{П8}. \end{aligned}$$

Результат вычисления  $E(x)$  записывается в ячейку Пс и отображается на дисплее.

Выбор аппроксимационной формулы программа производит автоматически.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2212870, нажать клавиши **A↑** **↓** и ввести исходные данные  $x, a_1, b_1$ .

2. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **[C/P]**. Время решения

$\approx$  II с.

### 3. Считать результат.

Значения коэффициентов  $a_i$ ,  $b_i$  и аргумента  $x$  сохраняются в ячейках памяти.

Счет по первой формуле можно выполнить, нажав клавиши **B/O**, **C/P**, а по второй - клавиши **БП**, **4**, **1**, **C/P**. Это позволяет исключить ввод "лишних" коэффициентов.

Тестовые примеры:

1.  $X = 0,5$ ;  $E(x) = 0,55977354$ ;  $E_{\text{табл.}} = 0,559773595$ .

2.  $X = 10$ ;  $E(x) = 4,156913 \cdot 10^{-6}$ ;  $E_{\text{табл.}} = 4,156968 \cdot 10^{-6}$ .

Задача 50. Вычисление значений факториала  $m!$  и числа сочетаний  $C_n^m$  из  $n$  элементов по  $m$  эле-

ментов.

Порядок решения:

$$m! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \dots m; \quad C_n^m = \frac{n(n-1)(n-2)\dots(n+1-m)}{m!}, \\ m < (n-m).$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$m \rightarrow П9, \quad n \rightarrow П8.$$

и сохраняются в них в процессе счета.

Результаты вычисления записываются в ячейки памяти:

$$m! \rightarrow П6, \quad C_n^m \rightarrow П5$$

и отображаются на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

- I. Набрать адрес 2226842, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$m!$  клавиши **В/О**, **СП**.

Время решения  $\approx 2(m-1)$  с;

$C_n^m$  клавиши **БП**, **1**, **2**, **СП**. Время решения зависит от исходных данных.

3. Считать результаты.

При вычислении  $m!$  вводится только  $m$ .

Тестовые примеры:

1.  $m = 10$ ,  $m! = 3628800$ . Время решения  $\approx 16$  с.

2.  $n = 36$ ,  $m = 5$ ,  $C_n^m = 376992$ . Время решения  $\approx 20$  с.

3.  $n = 49$ ,  $m = 6$ ,  $C_n^m = 13983616$ . Время решения  $\approx 24$  с.

Задача 51. Вычисление значения гамма-функции

$$\Gamma(x) = \int_0^\infty t^{x-1} e^{-t} dt, \quad 1 \leq x \leq 70$$

для заданного аргумента  $x$ .

Для вычисления используется рекуррентное соотношение

$$\Gamma(x) = \Gamma(n+z) = (n-1+z)(n-2+z)\dots(1+z) \cdot \Gamma(1+z),$$

где  $Z$  - дробная часть, а  $n$  - целая часть аргумента  $x$ , и аппроксимационная формула

$$\Gamma(1+z) = 1 + \sum_{i=1}^5 a_i z^i + \varepsilon(z), \quad |\varepsilon| \leq 5 \cdot 10^{-5},$$

$$a_1 = -0,5748646; \quad a_2 = 0,9512363; \quad a_3 = -0,6996588;$$

$$a_4 = 0,4245549; \quad a_5 = -0,1010678.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$\begin{aligned} n &\rightarrow П3, \quad a_5 \rightarrow П4, \quad a_4 \rightarrow П5, \quad a_3 \rightarrow П6, \quad a_2 \rightarrow П7, \\ a_1 &\rightarrow П8, \quad z \rightarrow П9. \end{aligned}$$

Результат вычисления  $\Gamma(x)$  записывается в ячейку П2 и отображается на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2235235, нажать клавиши **A1** **↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **С/П**. Время решения  $\approx [16 + 2(n-2)]$  с.

3. Считать результат.

Тестовый пример:  $x = 5,25; \quad \Gamma(x) = 35,21$ .

Задача 52. Вычисление значения неполной гамма-функции

$$\gamma(a, x) = \int\limits_0^x e^{-t} t^{a-1} dt, \quad x > 0, \quad a > 0$$

для заданных аргументов  $a$ ,  $x$ .

Для вычисления используется разложение в ряд:

$$\gamma(a, x) = x^a e^{-x} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{a(a+1)\dots(a+n)}.$$

Точность вычисления определяется исходя из условия

$$\frac{x^n}{a(a+1)\dots(a+n)} < \frac{10^{-5}}{x^a e^{-x}} = \epsilon.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x \rightarrow П9, \quad a \rightarrow П8.$$

Результат вычислений  $\gamma(a,x)$  записывается в ячейку П7 и отображается на дисплее.

Величина  $\xi$  по программе вычисляется автоматически.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2242242, нажать клавиши **A1** **!!** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения зависит от значений  $a$  и  $x$ .

3. Считать результат.

Тестовые примеры:

1.  $a = 1$ ,  $x = 2$ ,  $\gamma(1,2) = 0,6466$ . Время решения  $\approx 60$  с.

2.  $a = 2$ ,  $x = 1$ ,  $\gamma(2,1) = 0,26424$ . Время решения  $\approx 40$  с.

Задача 53. Вычисление значений интегрального синуса  $S_i(x)$  и интегрального косинуса  $C_i(x)$  для заданного аргумента  $X$ .

Порядок вычисления:

$$S_i(x) = \int_0^x \frac{\sin t}{t} dt; \quad C_i(x) = \gamma + \ln x + \int_0^x \frac{\cos t - 1}{t} dt,$$

где  $\gamma$  – постоянная Эйлера. Для вычисления используются вспомогательные функции  $f(x)$  и  $g(x)$ :

$$S_i(x) = \frac{\pi}{2} - f(x)\cos x - g(x)\sin x;$$

$$C_i(x) = f(x)\sin x - g(x)\cos x$$

и аппроксимация рациональными функциями:

$$1 \leq x < \infty, f(x) = \frac{1}{x} \cdot \frac{x^4 + a_1 x^2 + a_2}{x^4 + b_1 x^2 + b_2} + \varepsilon_1(x), |\varepsilon_1| < 2 \cdot 10^{-4};$$

$$1 \leq x < \infty, g(x) = \frac{1}{x^2}, \frac{x^4 + c_1 x^2 + c_2}{x^4 + d_1 x^2 + d_2} + \varepsilon_2(x), |\varepsilon_2| < 10^{-4},$$

$$a_1 = 7,241163; a_2 = 2,463966; b_1 = 9,06858; b_2 = 7,157433;$$

$$c_1 = 7,547478; c_2 = 1,564072; d_1 = 12,723684; d_2 = 15,723606.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x \rightarrow \text{П9}, a_1 \rightarrow \text{П8}, a_2 \rightarrow \text{П7}, b_1 \rightarrow \text{П6}, b_2 \rightarrow \text{П5}, c_1 \rightarrow \text{П4},$$

$$c_2 \rightarrow \text{П3}, d_1 \rightarrow \text{П2}, d_2 \rightarrow \text{П1}.$$

Результат вычисления  $S_i(x)$  или  $C_i(x)$  записывается в ячей-

ку П0 и отображается на дисплее.

Инструкция по ~~пользованию~~ программой:

1. Набрать адрес 2250663, нажать клавиши **A1**, **↑↓** и ввести исходные данные.
2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Р.
3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **С/П**. Время решения  $\approx 15$  с.

4. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$S_i(x)$  клавиши **БП**, **3**, **5**, **С/П**. Время решения  $\approx 6$  с;

$C_i(x)$  клавиши **БП**, **5**, **0**, **С/П**. Время решения  $\approx 5$  с.

5. Считать результат.

Тестовый пример:  $x = 2$ ,

$$S_i(x) = 1,605451, S_i(x)_{\text{табл.}} = 1,605413.$$

$$C_i(x) = 0,422959, \quad C_i(x)_{\text{табл.}} = 0,422961.$$

**Задача 54.** Вычисление значения функции Бесселя первого рода нулевого порядка  $I_0(x)$  для заданного аргумента  $x$ .

Вычисление производится путем разложения в ряд:

$$I_0(x) = 1 + \sum_{i=1}^{\infty} (-1)^i \frac{(x^2/4)^i}{(i!)^2} = 1 - \frac{x^2/4}{(1!)^2} + \frac{(x^2/4)^2}{(2!)^2} - \frac{(x^2/4)^3}{(3!)^2} + \dots$$

Процесс вычисления заканчивается при выполнении условия

$$\frac{(x^2/4)^i}{(i!)^2} < \varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  - заданная точность вычисления.

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x \rightarrow П9, \quad \varepsilon \rightarrow П6.$$

Результат вычислений  $I_0(x)$  записывается в ячейку П7 и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2278649, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные.
2. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **С/П**. Время решения зависит от значений  $x, \varepsilon$ .
3. Считать результат.

Тестовые примеры:

$$1. \quad x = 1,5; \quad \varepsilon = 10^{-5}; \quad I_0(x) = 0,51182761.$$

$$I_0(x)_{\text{табл.}} = 0,51182767 \quad \text{Время решения} \approx 35 \text{ с.}$$

$$2. \quad x = 5; \quad \varepsilon = 10^{-5}; \quad I_0(x) = -0,17759651.$$

$I_0(x)$  табл = -0,17759677. Время решения  $\approx 70$  с.

Задача 55. Вычисление значения функции Бесселя первого рода  $I_\nu(x)$  для заданного аргумента  $x > 0$  и параметра  $\nu$  ( $\nu$  - целое положительное число). Для вычисления используется разложение в ряд:

$$I_\nu(x) = \left(\frac{x}{2}\right)^\nu \left[ \frac{1}{\nu!} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-x^2/4)^k}{k!(k+\nu)!} \right]$$

Процесс вычисления заканчивается при выполнении условия

$$\frac{(x^2/4)^k}{k!(k+\nu)!} < \varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  - заданная точность вычисления.

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x \rightarrow П9, \nu \rightarrow П8, \varepsilon \rightarrow П7,$$

Результат вычисления  $I_\nu(x)$  записывается в ячейку П6 и отображается на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2263277, нажать клавиши **A1** **↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения зависит от значений  $x, \nu, \varepsilon$ .

3. Считать результат.

Тестовые примеры:

1.  $x = 10; \varepsilon = 10^{-5}; I_0(x) = -0,24592$ . Время решения  $\approx 2\text{мин}30\text{с}$ .  
 $I_0(x)$  табл = -0,24593.

2.  $x = 10$ ;  $\varepsilon = 10^{-10}$ ;  $I_9(x) = 0,29185$ . Время решения  $\approx 5$  мин 30 с.  $I_9(x)_{\text{табл.}} = 0,29186$ .

**Задача 56.** Вычисление значений ортогональных многочленов:  $T_n(x)$  – Чебышева,  $P_n(x)$  – Лежандра,  $H_n(x)$  – Эрмита,  $L_n(x)$  – Лаггера для заданных значений  $n$  (целое положительное число).

Для вычисления используются рекуррентные соотношения:

$$T_{n+1}(x) = 2xT_n(x) - T_{n-1}(x), T_0 = 1, T_1 = x;$$

$$P_{n+1}(x) = \frac{2n+1}{n+1}xP_n(x) - \frac{n}{n+1}P_{n-1}(x), P_0 = 1, P_1 = x;$$

$$H_{n+1}(x) = 2xH_n(x) - 2nH_{n-1}(x), H_0 = 1, H_1 = 2x; \\ L_{n+1}(x) = \frac{2n+1-x}{n+1}L_n(x) - \frac{n}{n+1}L_{n-1}(x), L_0 = 1, L_1 = 1-x,$$

которые можно записать в общем виде:

$$S_{n+1}(x) = a_n(x)S_n(x) - b_n S_{n-1}(x).$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$x \rightarrow \text{П9}, \quad n \rightarrow \text{П1}.$$

Результаты вычислений – значения трех последовательных многочленов  $S_{n+1}$ ,  $S_n$ ,  $S_{n-1}$  – записываются в ячейки:

$$S_{n-1} \rightarrow \text{П6}, \quad S_n \rightarrow \text{П7}, \quad S_{n+1} \rightarrow \text{П8}$$

и отображаются на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

I. Набрать адрес 2288498, нажать клавиши **A1** **↑↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав для выполнения операции:

$T_{n+1}$  клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx [6+4(n-1)]$  с;

$P_{n+1}$  клавиши **БП**, **1**, **3**, **C/P**. Время решения  $\approx [11+9(n-1)]$  с;

$H_{n+1}$  клавиши **БП**, **3**, **0**, **C/P**. Время решения  $\approx [9+7(n-1)]$  с;

$L_{n+1}$  клавиши **БП**, **5**, **2**, **C/P**. Время решения  $\approx [13+9(n-1)]$  с:

3. Считать результаты.

Тестовые примеры:  $T_3(0,4) = -0,944$ ;  $P_{10}(0,98) = 0,165$ ;

$H_6(3) = 3816$ ;  $L_6(3) = -0,0125$ .

Задача 57. Вычисление значения гипергеометрической функции Г(a, b, c, x) для заданных значений a, b, c, x и заданной точности вычислений ε.

Порядок вычисления:

$$F(a, b; c; x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(a)_n (b)_n}{(c)_n} \cdot \frac{x^n}{n!}, \quad (a)_n = a \cdot (a+1) \cdots (a+n-1), \quad (a)_0 = 1;$$

$$(b)_n = b \cdot (b+1) \cdots (b+n-1), \quad (b)_0 = 1, \quad (c)_n = c \cdot (c+1) \cdots (c+n-1),$$

$$(c)_0 = 1, \quad c \neq -m \quad (m = 0, 1, 2),$$

$$n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n.$$

Процесс суммирования заканчивается, если

$$\left| \frac{S_n}{F_n} \right| < \varepsilon,$$

где  $S_n$  – последний член конечной суммы ряда.

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$$\varepsilon \rightarrow П5, x \rightarrow П6, a \rightarrow П7, b \rightarrow П8, c \rightarrow П9.$$

Результат вычислений  $F_n(a, b ; c; x)$  записывается в ячейку П4 и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

1. Набрать адрес 2308063, нажать клавиши **A↑** **↓** и ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения  $\approx 12n$  с.

3. Считать результат.

Тестовый пример:

$$a = 1, \quad b = 1, \quad c = 2, \quad x = -\frac{1}{2}$$

$$\varepsilon = 0,1; \quad F = 1,3333.$$

$$\varepsilon = 0,01; \quad F = 1,3771.$$

$$\varepsilon = 0,001; \quad F = 1,3855.$$

Точное значение  $F = 1,3863$

**Задача 58.** Вычисление значения вырожденной гипергеометрической функции (функции Куммера)  $M(a, b, x)$  для заданных значений  $a, b, x$  и заданной точности вычисления  $\varepsilon$ .

Для вычисления используется формула:

$$M(a, b, x) = 1 + \frac{a}{b}x - \frac{(a)_2}{(b)_2} \cdot \frac{x^2}{2!} + \cdots + \frac{(a)_n}{(b)_n} \cdot \frac{x^n}{n!} + \cdots;$$

$$(a)_n = a \cdot (a+1) \cdots (a+n-1), (a)_0 = 1;$$

$$(b)_n = b \cdot (b+1) \cdots (b+n-1), (b)_0 = 1, b \neq -m (m = 0, 1, 2, \dots),$$

$$n! = 1 \cdot 2 \cdots n.$$

Процесс суммирования заканчивается, если

$$\left| \frac{\frac{(a)_n}{(b)_n} \cdot \frac{x^n}{n!}}{M_n} \right| < \varepsilon, \quad M_n = \sum_{i=0}^n \frac{(a)_i}{(b)_i} \cdot \frac{x^i}{i!}.$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$\varepsilon \rightarrow \text{II6}, a \rightarrow \text{I7}, b \rightarrow \text{I8}, x \rightarrow \text{I9}.$

Результат вычислений  $M_n(a, b, x)$  записывается в ячейку П5 и отображается на дисплее.

Инструкция по пользованию программой:

I. Набрать адрес 2320656, нажать клавиши **A↑** **↓** **»** ввести исходные данные.

2. Включить счет, нажав клавиши **В/О**, **С/П**. Время решения зависит от значений исходных данных и составляет  $\approx 11n$  с.

3. Считать результат.

Тестовый пример:  $a = 1, b = 1, x = 8$

$\varepsilon = 0,01; M = 2956,42;$

$\varepsilon = 0,001; M = 2979,02;$

$\varepsilon = 0,0001; M = 2980,66.$

Задача 59. Вычисление значений углов А, В, С треугольника по заданным сторонам его  $a, b, c$ .

Для вычисления используется теорема косинусов:

$$\cos A = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}; \cos B = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac};$$

$$\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}.$$

Исходные данные (стороны треугольника) заносятся в ячейки:

$a \rightarrow M7$ ,  $b \rightarrow M8$ ,  $c \rightarrow M9$ .

Результаты вычислений (углы треугольника) записываются в ячейки:  $A \rightarrow N4$ ,  $B \rightarrow N5$ ,  $C \rightarrow N6$ .

Инструкция по использованию программой:

I. Наобрать адрес 233I842, нажать клавиши **A↑** **↓↓** и ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение, соответствующее выбранной единице измерения углов.

3. Включить счет, нажав клавиши **B/O**, **C/P**. Время решения  $\approx 20$  с.

4. Считать результаты.

Тестовый пример:

$$a = 3, b = 3, c = 3, A = 60^\circ, B = 60^\circ, C = 60^\circ.$$

Задача 60. Вычисление площади треугольника  $S$ .

I. Если заданы сторона  $a$  и два прилежащих к ней угла  $B, C$ , то

$$S_1 = \frac{1}{2} a^2 \cdot \frac{\sin B \cdot \sin C}{\sin(B+C)}$$

2. Если заданы две стороны ( $a$  и  $b$ ) и угол  $C$  между ними, то

$$S_2 = \frac{1}{2} a \cdot b \cdot \sin C.$$

3. Если заданы три стороны ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ), то

$$S_3 = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}, \text{ где } P = \frac{1}{2}(a+b+c).$$

Исходные данные заносятся в ячейки памяти:

$a \rightarrow П7$ ,  $b \rightarrow П8$ ,  $c \rightarrow П9$ .

$A \rightarrow П4$ ,  $B \rightarrow П5$ ,  $C \rightarrow П6$ .

Результат вычисления площади для всех вариантов заданий записывается в ячейку П1 и отображается на дисплее.

Инструкция по использованию программой:

1. Набрать адрес 2340249, нажать клавиши  $A\uparrow$   $\uparrow\downarrow$  и ввести исходные данные.

2. Установить переключатель Р/ГРД/Г в положение Г.

3. Включить счет, нажав для выполнения операции

$S_1$  клавиши  $В/О$ ,  $С/П$ . Время решения  $\approx 7$  с;

$S_2$  клавиши  $БП$ ,  $1$ ,  $7$ ,  $С/П$ . Время решения  $\approx 4$  с;

$S_3$  клавиши  $БП$ ,  $2$ ,  $1$ ,  $С/П$ . Время решения  $\approx 8$  с.

4. Считать результат.

Тестовые примеры:

1.  $a = 1$ ,  $B = 90^\circ$ ,  $C = 45^\circ$ ,  $S_1 = 0,5$ ;

2.  $a = 1$ ,  $b = 2$ ,  $C = 30^\circ$ ,  $S_2 = 0,5$ ;

3.  $a = 3$ ,  $b = 4$ ,  $o = 5$ ,  $S_3 = 6$ .

## 7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

7.1. При транспортировании блок должен быть предохранен от **климатических воздействий и механических повреждений.**

7.2. Для отправки почтой в ремонт блок должен быть упакован и помещен в транспортную тару. Последняя должна исключать возможность перемещения в ней блока, предохранять его от механических повреждений, пыли, влаги и **климатических воздействий.**

7.3. Блок необходимо хранить в сухом отапливаемом помещении при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других агрессивных примесей. Температура в помещении должна быть 5 – 35 °С, а относительная влажность не более 85 %.

## 8. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

8.1. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие блока требованиям технических условий ПМО.080.460 ТУ и ПМО.080.460-02ТУ при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования и хранения.

8.2. Гарантийный срок составляет 24 месяца со дня продажи блока магазином. При отсутствии в гарантитном и отрывных талонах отметки торгующей организации гарантийный срок составляет 24 месяца со дня выпуска блока заводом.

8.3. В случае отказа блока владелец имеет право на его бесплатный ремонт в период гарантийного срока.

Техническое обслуживание и ремонт блока производятся предприятием-изготовителем.

8.4. В гарантийный ремонт не принимаются блоки, предъявленные без заполненного гарантийного талона, а также блоки, имеющие нарушения заводской пломбы, вмятины, следы ударов, механические повреждения. При гарантийном ремонте запишите в отрывных талонах номер и дату выпуска.

Приложение I  
Действителен по заполнению

Цена 16 руб.  
ПРЕДСУАРНТ № 139 - 1977/129  
**ГАРАНТИЙНЫЙ ТАЛОН**

Заполняет предприятие-изготовитель  
Блок расширеня-платы "Электроника"  
БРП-3 № 3926  
Дата выпуска 25.02.86  
Представитель ОТК предприятия И.В.Соколов  
Поводка И.В.Соколов  
штамп СИК

Продукция выпускается под контролем  
Государственной приемки  
Адрес для претензий к  
качеству работы блока 252136, г.Киев  
252136, г.Киев, 136, з-д "Квазар"

Заполняет торговое предприятие  
Дата продажи 25.02.86

(прописью или врасписанными цифрами)  
противен  
подпись или штамп  
Штамп магазина  
поставлен на гарантийное обслуживание  
номер 139  
нанесение ремонта предприятия  
число, месяц, год (прописью или  
врасписанными цифрами)

Гарантийный номер

Корешок отрывного талона на гарантийный ремонт в течение первого (второго, третьего) года гарантии

Л и с с я - о т р е з а -

Приложение 2  
(лицевая сторона)

Действителен по заполнению

отрывной талон на гарантийный ремонт в течение первого (второго, третьего) года гарантии

Заполняет предприятие-изготовитель

Блок расширения памяти "Электроника БРП-3" №

Дата выпуска

Представитель ОТК предприятия-изготавителя

штамп ОТК

Адрес для возврата талона на предприятие-изготовитель

252136, г.Киев, Г36, з-д "Квазар"

Заполняет горючее предприятие

Дата продажи 21.02.1988

Число, месяц, год

Прописью или арабскими цифрами

Согласовано подпись или штамп

М.И. Фамилия Имя Отчество

Продолжение приложения 2

( оборотная сторона )

Действителен по заполнении

Заполняет ремонтное предприятие

Гарантийный номер изделия \_\_\_\_\_

Содержание ремонта. Наименование и  
номер по схеме замененной детали

или узла. Место и характер дефектов

190

Дата ремонта \_\_\_\_\_

число, месяц, год

( прописью или арабскими цифрами )

Подпись лица, производившего ремонт

Подпись владельца изделия,  
подтверждая ремонт \_\_\_\_\_

Штамп ремонтного предприятия,  
с указанием города

--- Л И Н И Я О Т Р Е З А ---

Копейшок отрывного талона на гарант-  
тийный ремонт в течение первого  
( второго, третьего ) года гарантии

--- Л И Н И Я О Т Р Е З А ---

Приложение 3

( лицевая сторона )

отрывной талон на гарантийный  
ремонт в течение первого ( второго,  
третьего ) года гарантии

Заполняет предприятие-изготовитель  
БРЛ-З № \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Представитель ОТК предприятия-изго-  
товителя \_\_\_\_\_ штамп ОТК

Адрес для возврата талона на пред-  
приятие-изготовитель

252136, г.Киев, 136, з-д "Квазар"

Заполняет торговое представительство

Дата продажи \_\_\_\_\_

число, месяц, год

( прописью или арабскими цифрами ),

Продавец \_\_\_\_\_

штамп продавца

РБ № 1000

191

Продолжение приложения 2

(оборотная сторона)

Действителен по заполнению

Заполняет ремонтное предприятие

Гарантийный номер изделия \_\_\_\_\_

Содержание ремонта. Наименование и  
номер по схеме замененной детали или  
узла. Место и характер дефектов \_\_\_\_\_

I92

Дата ремонта \_\_\_\_\_ число, месяц, год

(прописью или арабскими цифрами)

Подпись лица, производившего ремонт.

Подпись владельца изделия,  
подтвердившего ремонт \_\_\_\_\_

Штамп ремонтного предприятия  
с указанием города

Линия оценки ремонта

Линия оценки ремонта

Приложение 4

ОТЗЫВ О РАБОТЕ БЛОКА

Блок "Электроника БРП-3" № \_\_\_\_\_

Дата выпуска \_\_\_\_\_

Где и когда приобретен \_\_\_\_\_

Время эксплуатации с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_

Сколько времени в день работал блок

Как Вы оцениваете работу блока \_\_\_\_\_

Удобно ли пользоваться блоком \_\_\_\_\_

Ваше замечания, пожелания \_\_\_\_\_

Подтверждая ли блок ремонту: где,

когда, причина ремонта \_\_\_\_\_

Условия эксплуатации и ремонта \_\_\_\_\_

Отзыв просим выслать по адресу:

252136, г.Киев, I36, з-д "Казар"

I93

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ВВИДАНИЕ	1
2. НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ	3
3. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	15
4. УСТРОЙСТВО БЛОКА И ОСО- БЕННОСТИ ЕГО РАБОТЫ С МИКРОКАМПУЛЯТОРОМ	16
5. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	19
6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ	21
7. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ	183
8. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТ- ВА	184
9. ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ГАРАНТИЙ- НЫЙ ТАЛОН	187
10. ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОТРЫВНОЙ ТАЛОН НА ГАРАНТИЙНЫЙ РЕМОНТ В ТЕЧЕНИЕ ПЕР- ВОГО (ВТОРОГО, ТРЕТЬЕ-	

Стр.

189

ГОДА ГАРАНТИИ

II. ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОТРЫВНОЙ  
ТАЛОН НА ГАРАНТИЙНЫЙ  
РЕМОНТ В ТЕЧЕНИЕ ПЕР-  
ВОГО (ВТОРОГО, ТРЕТЬЕ-  
ГО) ГОДА ГАРАНТИИ 191

12. ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ОТЗЫВ О  
РАБОТЕ БЛОКА 193

13. ПРИЛОЖЕНИЕ 5. СХЕМА  
ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИН-  
ЦИПИАЛЬНАЯ

196

ЗАК. 9373-30000

**ЭЛЕКТРОНИКА БРП-3 БРП-3**