

~~Давыдов С. И.~~

Батеев А. Б.

кадр. 24

МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР „ЭЛЕКТРОНИКА МК 56“

**Техническое описание и инструкции
по эксплуатации**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Назначение	5
2. Устройство и принцип работы микрокалькулятора	5
2.1. Функциональные возможности	5
2.2. Принцип работы микрокалькулятора	8
2.3. Конструкция	19
3. Указание мер безопасности	20
4. Подготовка микрокалькулятора к работе	20
5. Работа микрокалькулятора в автоматическом режиме	20
5.1. Режим вычислений	20
5.2. Отображение числа на индикаторе	21
5.3. Ввод чисел	21
5.4. Некорректные операции и переполнение	24
5.5. Выполнение одноместных операций	25
5.6. Выполнение двухместных операций	27
5.7. Использование стековой памяти	34
5.8. Использование регистра предыдущего результата	43
5.9. Использование адресуемых регистров	48
5.10 Сброс ошибочно нажатой клавиши F	50
6. Работа микрокалькулятора в режиме "Программирование"	50
6.1. Общие сведения	50
6.2. Этапы вычисления по программам	57
6.3. Команды переходов	64
7. Примеры вычислений по программам	85
7.1. Нахождение сложного процента	85
7.2. Вычисление суммы (S) или произведения (P) числовой последовательности	89

7.3. Вычисление математического ожидания статистического набора величин	89
7.4. "Баллистическая" задача о метании тела под углом к горизонту	90
8. Техническое обслуживание микрокалькулятора	94
9. Транспортирование и хранение	95
Приложение. Тест контроля функционирования микрокалькулятора	96

(с) Сурок, ru-hpc.narod.ru, 2010

e-mail 648_648@mail.ru, ICQ 429825043

Если Вы распознали или каким-нибудь другим образом улучшили данный документ, свяжитесь со мной.

Приобрету! Старые советские калькуляторы (в первую очередь программируемые и инженерные) и документацию к ним; советские компьютеры, а так же любую другую интересную мне вычислительную технику и запчасти к ней. Пишите, рассмотрю любые предложения!

Скачано с ru-hpc.narod.ru. Заходите, есть много интересного!

I. НАЗНАЧЕНИЕ

I.1. Настольный микрокалькулятор "Электроника МК56" предназначен для автоматизации решения научно-технических, статистических, инженерных и других задач, требующих программирования, и для использования в различных отраслях народного хозяйства.

2. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

2.1. Функциональные возможности

2.1.1. Система счисления при вводе и выводе информации - десятичная.

2.1.2. Количество разрядов мантиисы числа - восемь.

2.1.3. Количество разрядов порядка числа - два.

2.1.4. Диапазон вычислений $1 \cdot 10^{-99} \leq |x| \leq 9,9999999 \cdot 10^{99}$.

2.1.5. Форма представления запятой:

1) в диапазоне $1 \leq |x| \leq 99999999$ - естественная ;

2) в диапазонах $1 \cdot 10^{-99} \leq |x| < 1$ и $99999999 < |x| \leq 9,9999999 \cdot 10^{99}$ - плавающая.

2.1.6. Вводимые числа и результаты вычислений отображаются на 12-разрядном люминисцентном индикаторе (восемь разрядов мантиисы, два разряда порядка, два разряда знаков мантиисы и порядка).

2.1.7. Микрокалькулятор работает в двух режимах: в режиме "Автоматическая работа" и в режиме "Программирование".

2.1.8. Микрокалькулятор в режиме "Автоматическая работа" позволяет:

1) выполнять четыре арифметические действия: "+", "-", "x", "/" ;

2) вычислять прямые тригонометрические функции $\sin x, \cos x, \operatorname{tg} x$. При этом аргумент x может вводиться в радианах, в градусах и в градах ;

3) вычислять обратные тригонометрические функции $\arcsin x, \arccos x, \operatorname{arctg} x$ в радианах, в градусах и в градах ;

4) вычислять функции: $x^y, \ln x, \lg x, e^x, 10^x, \sqrt{x}, x^2, 1/x$;

5) вызывать константу π в операционный регистр X ;

6) записывать информацию в I4 регистров памяти ;

7) вызывать информацию в регистр X из I4 регистров памяти ;

8) записывать информацию в регистры стека и управлять ее передвижением ;

9) изменять знак числа в регистре X ;

10) осуществлять операцию обмена информацией между операционными регистрами X и Y ;

11) осуществлять сброс операционного регистра X и команды префиксной клавиши ;

12) восстанавливать предыдущий результат вычислений ;

13) производить вычисления с константой ;

14) производить вычисления цепочкой ;

15) производить вычисления по программе.

2.1.9. В режиме "Программирование" микрокалькулятор позволяет:

1) записывать с помощью клавиатуры программу ;

2) осуществлять редактирование и корректировку программы.

2.1.10. Время вычисления арифметических операций, операций $1/x, \sqrt{x}, x^2$ не более 0,5 с.

Время вычисления функции x^y не более 3,5 с.

Среднее время вычисления функций $\ln x, \lg x, e^x, 10^x, \sin x, \cos x, \operatorname{tg} x, \arcsin x, \arccos x, \operatorname{arctg} x$ не более 2 с.

2.1.11. При вычислении тригонометрических, логарифмических и показательных функций следует учитывать допустимые значения аргумента и относительную погрешность, приведенные в табл. I.

Таблица I

Функция	Допустимые значения аргумента	Максимальная относительная погрешность
$\sin x$	$1 \cdot 10^{-49} < x < 10^{10}$	$3 \cdot 10^{-7}$
$\cos x$	$1 \cdot 10^{-49} < x < 10^{10}$	$3 \cdot 10^{-7}$
$\operatorname{tg} x$	$1 \cdot 10^{-49} < x < 10^{10}$	$3 \cdot 10^{-7}$
$\arcsin x$	$ x \leq 1$	$3 \cdot 10^{-7}$
$\arccos x$	$ x \leq 1$	$3 \cdot 10^{-7}$
$\operatorname{arctg} x$	$ x \leq 9,9999999 \cdot 10^{99}$ $ x \geq 1 \cdot 10^{-99}$	$3 \cdot 10^{-7}$
x^y	$y < x$	$1 \cdot 10^{-6}$
e^x	$ x < 100 \cdot \ln 10$	$5 \cdot 10^{-6}$
x^2	$ x < 10^{50}$	$1 \cdot 10^{-7}$
10^x	$ x < 99,999999$	$4 \cdot 10^{-7}$
$1/x$	$x \neq 0$	$1 \cdot 10^{-7}$
\sqrt{x}	$0 < x$	$1 \cdot 10^{-4}$
$\ln x$	$0 < x$	$3 \cdot 10^{-7}$
$\lg x$	$0 < x$	$3 \cdot 10^{-7}$

2.1.12. Для расширения возможностей в области программирования, а также удобства контроля и отладки программ в микрокалькуляторе предусмотрены:

1) специальная память объемом в девяносто восемь шагов программы ;

2) команды прямых и косвенных переходов к программе и команда возврата из программы ;

- 3) возможность обращения к подпрограмме внутри программы. Глубина таких обращений равна 5 ;
- 4) команды прямого и косвенного безусловного перехода ;
- 5) четыре типа команд прямого и косвенного условного перехода (по условиям $x=0$, $x \neq 0$, $x > 0$, $x < 0$) ;
- 6) команды организации циклов ;
- 7) команды косвенной записи содержимого регистра X в регистры памяти ;
- 8) команды косвенной индикации содержимого регистров памяти ;
- 9) команды сброса счетчика адресов в нулевое состояние ;
- 10) команда пуска и остановки при автоматическом вычислении по программе ;
- 11) команда пошагового прохождения программы в режиме "Автоматическая работа" ;
- 12) индикация кодов трех последовательных шагов программы и текущего состояния счетчика адресов ;
- 13) клавиши пошагового прохождения программы в сторону увеличения или уменьшения адресов при визуальном контроле программы.

2.1.13. Время готовности микрокалькулятора к работе после включения не более 30 с. Повторное включение микрокалькулятора допускается не менее, чем через 10 с после выключения.

2.1.14. Допускается круглосуточная работа без выключения и с выключением на любое время.

2.2. Принцип работы микрокалькулятора

2.2.1. Структурная схема микрокалькулятора приведена на рис. 1.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА

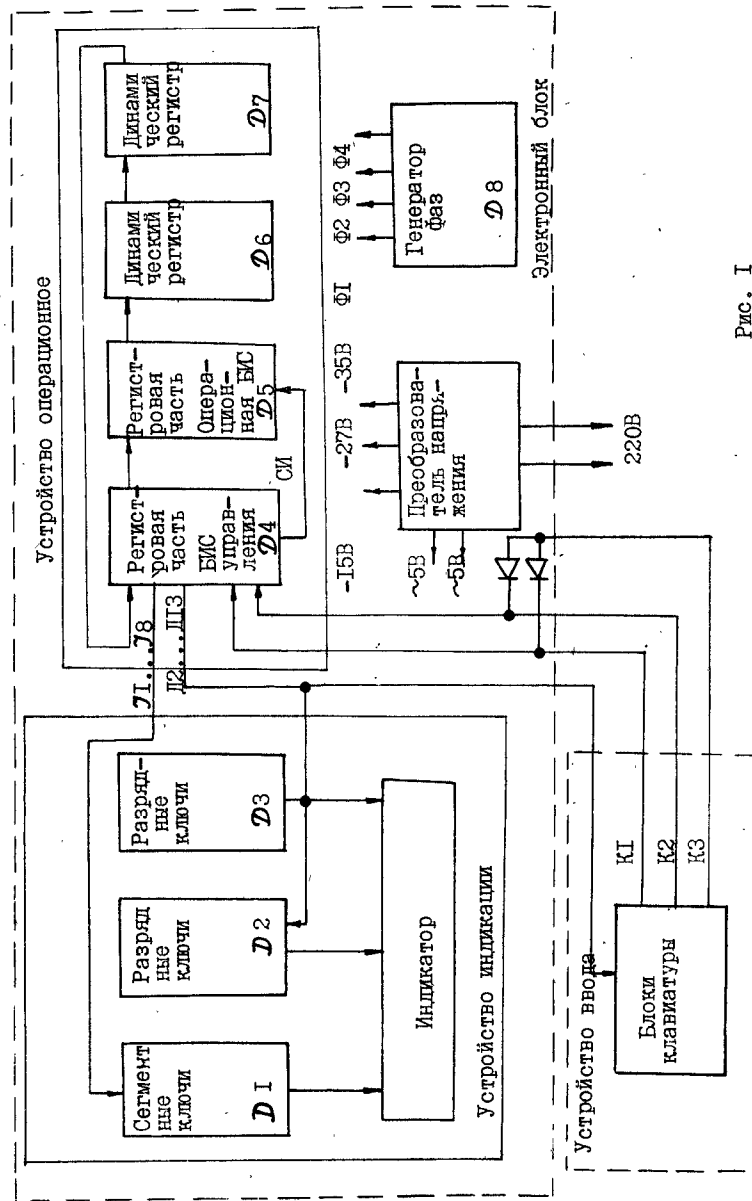


Рис. 1

2.2.2. Система базовых БИС (больших интегральных схем) $D4 \dots D7$ создана на основе серии К145. Центральным устройством микрокалькулятора является БИС управления $D4$, которая управляет работой микрокалькулятора, принимая информацию с клавиатуры и БИС $D5 \dots D7$ и передавая ее после обработки на индикатор в виде сегментного кода $J1 \dots J8$. Индикация осуществляется последовательно разряд за разрядом по сигналам десятичных разрядов $D2 \dots D13$, вырабатываемым БИС $D4$ и поступающим на разрядные ключи - входы микросхем $D2, D3$, а с выхода их на сетки индикатора, и сигналам сегментного кода $J1 \dots J8$, поступающим на анодные ключи (входы микросхем $J1$) индикатора, а затем на аноды индикатора. На катод индикатора через стабилитрон подается напряжение минус 35 В. При совпадении во времени на сетке и анодах индикатора сигналов нулевого уровня высвечивается цифра в соответствующем разряде индикатора.

2.2.3. Операционный блок микрокалькулятора организован последовательным соединением регистров памяти БИС $D4 \dots D7$ в кольцо, в результате чего образуется оперативное запоминающее устройство с общим полем памяти, доступным для каждой функциональной БИС. Синхронизация работы БИС $D5$ осуществляется синхронным импульсом (СИ), вырабатываемым $D4$.

2.2.4. БИС управления $D4$ контролирует ввод информации с клавиатуры, производит интерпретацию введенной информации и в зависимости от ее вида "принимает те или иные решения". Она также осуществляет вывод информации на индикатор и обеспечивает функционирование системы в режиме выполнения операций, определяемых языком и функциональными возможностями микрокалькулятора. Ввод программы в ОЗУ производится с клавиатуры в режиме программирования, устанавливаемом нажатием клавиши **F**

и **ПРТ**. Кроме того, БИС $D4$ выполняет все операции программирования и обмена данными между адресуемыми регистрами памяти и автоматической стековой памятью.

Операционная БИС $D5$ выполняет все арифметические, алгебраические и тригонометрические операции, а также операции со стековой памятью.

Два регистра памяти на микросхемах $D6$ и $D7$ емкостью по 1008 бит позволяют расширить память микрокалькулятора до 14 адресуемых и 4 стековых регистров, а также организовать один регистр возврата. При этом информация может быть введена в ОЗУ и выведена из него через один из регистров памяти функциональных БИС.

2.2.5. Управление микрокалькулятором производится с помощью клавиатуры. Микрокалькулятор с помощью тридцати клавиш автоматически выполняет пятьдесят одну операцию. Клавиши имеют двойную и тройную символику. Один символ изображен непосредственно на клавише, второй на клавишной панели непосредственно над клавишей, к которой он относится, третий непосредственно под клавишей, к которой он относится. Расположение и символика клавиш микрокалькулятора показаны на рис. 2.

Назначение клавиш приведено в табл. 2 и 3.

Информация о вводимых числах и операциях над ними выдается в виде сигналов $K1, K2, K3$, получаемых в результате коммутации разрядных сигналов D с помощью клавиатуры. Сигнал $K1$ несет информацию о вводимых цифрах, сигнал $K2$ - об операциях и запятой, а сигнал $K3$ - о переходе к операциям второй и третьей символики и операциям с программой.

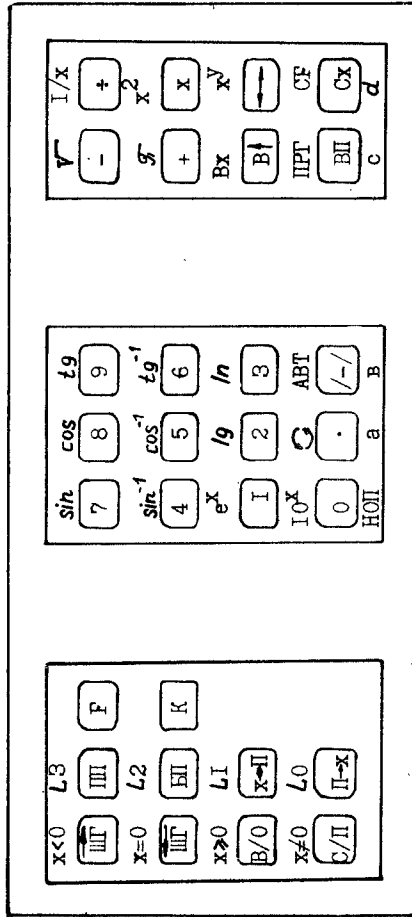


Рис. 2

Таблица 2

НАЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КЛАВИШ

Клавиши	Назначение клавиш
0 ... 9	Цифровые клавиши, осуществляющие занесение цифр от 0 до 9 в регистр X
.	Клавиша занесения десятичной запятой
B↑	Клавиша передачи содержимого регистра X в регистр Y и передвижения информации в стеке
Cx	Клавиша сброса содержимого регистра X
+	Клавиша операции сложения
-	Клавиша операции вычитания
÷	Клавиша операции деления
x	Клавиша операции умножения
↔	Клавиша операции обмена содержимым между регистрами X и Y
/-/	Клавиша операции смены знака числа или порядка
ВП	Подготовительная клавиша для ввода порядка числа
F	Префиксная клавиша. Используется при выполнении операций с клавишами второй символики, нанесенной на лицевой панели
F IQ ^x	Вычисление степенной функции 10 ^x
F e ^x	Вычисление показательной функции e ^x
F lg	Вычисление десятичного логарифма
F ln	Вычисление натурального логарифма
F sin	Вычисление функции синуса
F cos	Вычисление функции косинуса

Клавиши	Назначение клавиш
F tg	Вычисление функции тангенса
F sin^{-1}	Вычисление обратной функции синуса
F cos^{-1}	Вычисление обратной функции косинуса
F tg^{-1}	Вычисление обратной функции тангенса
F $\sqrt{\quad}$	Вычисления корня квадратного
F $1/x$	Вычисление обратной величины x
F x^2	Возведение числа x в квадрат
F x^y	Возведение числа x в степень y
F π	Вызов константы $\pi = 3,1415926$
F \odot	Кольцевые передвижения информации в стеке
F Bx	Восстановление предыдущего результата
F CF	Сброс действия префиксной клавиши
$x \rightarrow \Pi$	Запись содержимого регистра X в регистр памяти
$x \rightarrow \Pi$ 0 ... $x \rightarrow \Pi$ 9	Запись содержимого регистра X в регистры 0 ... 9 соответственно
a ; b ; c ; d	Клавиши обращения к регистрам памяти a, b, c, d
$x \rightarrow \Pi$ a ... $x \rightarrow \Pi$ d	Запись содержимого регистра X в регистры $a \dots d$ соответственно
$\Pi \rightarrow x$	Вызов в регистр X содержимого регистра памяти
$\Pi \rightarrow x$ 0 ... $\Pi \rightarrow x$ 9	Вызов в регистр X содержимого регистра 0 ... 9 соответственно

Клавиши	Назначение клавиш
$\Pi \rightarrow x$ a ... $\Pi \rightarrow x$ d	Вызов в регистр X содержимого регистров $a \dots d$ соответственно

Примечание. В таблице и в последующих разделах указаны только те символы клавиш, которые необходимы для выполнения данной операции.

Таблица 3

НАЗНАЧЕНИЕ КЛАВИШ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ

Клавиши	Назначение клавиш
F ПРГ	Переход в режим "Программирование"
F АВТ	Переход в режим "Автоматическая работа"
БП	Клавиша безусловного перехода по адресу
F $x < 0$; F $x = 0$; F $x > 0$; F $x \neq 0$	Выполнение команды переходов по условию $x < 0, x = 0, x > 0, x \neq 0$ соответственно
ПП	Клавиша перехода к подпрограмме. Выполняет:
	1. Переход на подпрограмму в режиме "Программирование" ;
	2. Потактовое прохождение программы в режиме "Автоматическая работа".
В/0	Клавиша "Возврат/обнуление". Выполняет:
	1. Возврат из подпрограммы в режиме "Программирование" ;
	2. Переход на нулевой адрес в режиме "Автоматическая работа"


Продолжение табл. 3

Клавиши	Назначение клавиш
C/П	Клавиша "Стоп/пуск". Выполняет: 1. Остановку программы в режиме "Программирование" и фиксацию содержимого регистра X на индикаторе ; 2. Пуск вычисления по программе в режиме "Автоматическая работа", а также прекращение вычисления в случае закливания
F L0 ; F LI ; F L2 ; F L3	Выполнение команды организации циклов с регистрами 0, 1, 2, 3 соответственно
К	Префиксная клавиша косвенных переходов и косвенных обращений к адресуемым регистрам
К БП 0 ... К БП d	Выполнение команды косвенного безусловного перехода по модифицированному адресу, хранящемуся в адресуемом регистре, индекс которого входит в команду
К x=0 0 ... К x=0 d К x≠0 0 ... К x≠0 d К x>0 0 ... К x>0 d К x<0 0 ... К x<0 d	Выполнение команд косвенных переходов по условию $x=0$, $x≠0$, $x>0$, $x<0$ соответственно, при выполнении которых осуществляется переход по модифицированному адресу, хранящемуся в адресуемом

Продолжение табл. 3

Клавиши	Назначение клавиш
К ШП 0 ... К ШП d	регистра, индекс которого входит в команду Выполнение косвенного перехода к подпрограмме по модифицированному адресу, хранящемуся в адресуемом регистре, индекс которого входит в команду
К x→П 0 ... К x→П d	Выполнение косвенной записи содержимого регистра X в регистр по модифицированному коду, хранящемуся в адресном регистре, индекс которого входит в команду
К П→x 0 ... К П→x d	Выполнение косвенной индикации вызова в регистр X содержимого адресуемого регистра по модифицированному коду, хранящемуся в адресуемом регистре, индекс которого входит в команду
К НОП	Выполнение команды "Нет операции", применяемой при редактировании программы
Ш	Клавиша "Шаг вперед". Обеспечивает в режиме "Программирование" потактовое прохождение программы в порядке возрастания адресов

Продолжение табл. 3

Клавиши	Назначение клавиш
	Клавиша "Шаг назад". Обеспечивает в режиме "Программирование" потактовое прохождение программы в порядке уменьшения адресов

Примечания: 1. Назначение программируемых клавиш дано в самом общем виде. Более подробное назначение клавиш будет рассмотрено в разделе "Программирование".

2. В таблице и в последующих разделах указаны только символы клавиш, которые необходимы для выполнения данной операции либо команды.

2.2.6. Генератор фаз (микросхема D9) служит для обеспечения ИИС импульсным питанием. Генератор фаз вырабатывает четыре серии фазовых импульсов отрицательной полярности. Частота следования фазовых импульсов 95 ± 5 кГц.

2.2.7. Преобразователь напряжения (ПН) преобразует напряжение, поступающее от сети в стабилизированные напряжения минус 15 В, необходимое для питания всех БИС, напряжение минус 27 В для питания анодных и сеточных ключей индикатора (микросхем D1 ... D3) и нестабилизированное напряжение минус 35 В, необходимое для питания анодных и сеточных цепей индикатора. ПН вырабатывает переменное напряжение 5 В, необходимое для питания цепи накала индикатора.

2.3. Конструкция

2.3.1. Все элементы электрической схемы, кроме сетевого шнура, заканчивающегося вилкой, и сетевого переключателя, размещены на двух печатных платах из стеклотекстолита.

2.3.2. На плате устройства ввода размещены: переключатель Г/Р/ГРД (градус-радиан-град), движок которого выведен на переднюю панель микрокалькулятора и три блока клавиатуры с тридцатью клавишами.

2.3.3. Плата электронного блока является основной платой микрокалькулятора. На ней расположены все БИС микрокалькулятора, микросхемы управления индикатора, двенадцатирядный индикатор, все элементы преобразователя напряжения, кроме сетевого переключателя, который крепится к крышке микрокалькулятора.

2.3.4. Соединения между платами и сетевым переключателем ведутся гибкими проводами. Сетевой шнур распаивается к переключателю сети и выводится через заднее отверстие в крышке.

2.3.5. Корпус микрокалькулятора состоит из крышки и основания, изготовленных из ударопрочной пластмассы. На крышку накладывается лицевая панель, к которой винтами крепится плата устройства ввода. На основании на бобышки крепится плата операционного блока. Основание соединяется с крышкой и панелью 4 винтами, которые утоплены в гнездах, служащих для установки ки-пломбы.

3. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Лица, эксплуатирующие микрокалькулятор, и специалисты по ремонту должны пройти инструктаж по технике безопасности при работе с электронной аппаратурой.

3.2. В микрокалькуляторе имеются элементы, находящиеся под напряжением 220 В и постоянным напряжением минус 35 В, поэтому категорически запрещается производить разборку и ремонт микрокалькулятора во включенном состоянии.

4. ПОДГОТОВКА МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА К РАБОТЕ

4.1. Включите микрокалькулятор, установив переключатель питания в положение, отмеченное точкой. На индикаторе в старшем цифровом разряде должно появиться изображение "С", свидетельствующее о готовности микрокалькулятора к работе.

5. РАБОТА МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

5.1. Режим вычислений

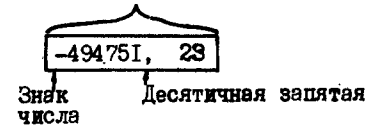
5.1.1. Вычисления на микрокалькуляторе производятся в режиме "Автоматическая работа". Этот режим автоматически устанавливается после включения питания микрокалькулятора или после нажатия клавиш **F** **АВТ**, если до этого микрокалькулятор находится в режиме "Программирование".

5.2. Отображение числа на индикаторе

5.2.1. Числа на индикаторе в диапазоне от 1 до 10^8-1 изображаются в естественной форме, а в диапазонах от 10^{-99} до 0 и от 10^8 до $9,9999999 \cdot 10^{99}$ - в форме с плавающей запятой.

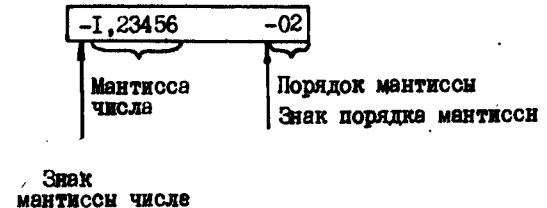
Например, число - 494751,23 изображается на индикаторе в естественной форме и имеет следующий вид

8 разрядов числа



Так как любое число можно представить в виде $m \cdot 10^n$, где m - мантисса, а n - порядок числа, то число $-0,0123456$ можно представить в виде $-1,23456 \cdot 10^{-2}$.

На индикаторе это число будет изображено в форме с плавающей запятой.



5.3. Ввод чисел

5.3.1. Для приема, хранения и выдачи исходных результатов в микрокалькуляторе предусмотрены специальные функциональные узлы-регистры.

5.3.2. В микрокалькуляторе имеются два операционных регистра X и Y.

Регистр X служит для приема и хранения вводимого числа и результата вычислений. Его содержимое отображается на индикаторе.

Регистр Y служит для приема информации из регистра X, что обеспечивает, при необходимости, ввод в регистр X второго числа. Занесение числа в регистр Y происходит при нажатии клавиши [B].

5.3.3. Микрокалькулятор оперирует с положительными и отрицательными десятичными числами.

5.3.4. Ввод числа производится, нажимая цифровые клавиши в порядке следования цифр. Если число дробное, то вначале введите целую часть, затем нажмите клавишу [.] и введите дробную часть. Например, для ввода числа 148,12 нажмите клавиши [1] [4] [8] [.] [1] [2]. Проверьте число по индикатору: [148,12]

5.3.5. При вводе отрицательного числа после набора последней цифры числа нажмите клавишу изменения знака [/ - /]. В качестве примера возьмите число 148,12, находящееся на индикаторе. Нажмите клавишу [/ - /]. На индикаторе получите [-148,12].

Если нужно изменить знак индицируемого числа, то нажмите клавишу [/ - /]. Например, индицируется число -148,12. Нажмите клавишу [/ - /]. На индикаторе будет изображено [148,12].

5.3.6. Если при вводе числа была допущена ошибка, нажмите клавишу очистки регистра X- [C_X] и наберите число сначала. Например, на индикаторе изображено неправильно набранное число 148,12. Нажимаем клавишу [C_X], на индикаторе получаем [0,].

5.3.7. Для ввода числа с порядком вначале введите мантиссу числа, затем нажмите клавишу [E] и введите цифры по-

рядка. Если порядок отрицательный, то после его ввода нажмите клавишу [/ - /].

Например, ввод числа $-148,12 \cdot 10^{15}$ проходит следующим образом:

Нажимаемые клавиши	Индикация
[1] [4] [8] [.] [1] [2]	[148,12]
[/ - /]	[-148,12]
[E]	[-148,12] 00
[1] [5]	[-148,12] 15
[/ - /]	[-148,12] -15

5.3.8. Если в наборе числа порядка допущена ошибка, то повторите ввод числа порядка и его знака (если необходимо). При этом каждая новая цифра вводится в младший разряд порядка, а предыдущая информация сдвигается на одну позицию влево с потерей старшего разряда порядка.

Если клавиша [E] нажимается при нулевом значении мантиссы, то в этом случае мантисса принимает значение "1" и микрокалькулятор подготавливается к приему значения порядка.

5.3.9. Нажатие клавиши [B] автоматически нормализует число, находящееся на индикаторе, и передает копию числа, находящегося в регистре X, в регистр Y.

Например, на индикаторе имеем число $-148,12 \cdot 10^4$.

После нажатия клавиши [B] на индикаторе будет изображено [-1481200,].

Примечание. В микрокалькуляторе предусмотрена блокировка ввода, если уже введено восемь цифр мантиссы. В этом случае нажатие цифровых клавиш не вызывает изменений на индикаторе.

5.4. Некорректные операции и переполнение

5.4.1. К некорректным операциям относятся:

- деление на "0" ;
- возведение числа x в степень y , если $x=0$, а $y \geq 0$;
- извлечение квадратного корня, если $x < 0$;
- нахождение обратной величины $-1/x$, если $x=0$;
- вычисление десятичного логарифма, если $x \leq 0$;
- вычисление натурального логарифма, если $x \leq 0$;
- вычисление обратных тригонометрических функций $arcsin$,

$arccos$, если абсолютная величина $|x| > 1$.

5.4.2. При выполнении некорректной операции на индикаторе высвечивается сигнал ошибки "ЕГТОГ".

Аналогичный сигнал появляется, если в результате вычислений получается величина, которая превышает возможности микрокалькулятора (число больше, чем $\pm 9,9999999 \cdot 10^{99}$ либо меньше, чем $1,0000000 \cdot 10^{-99}$). В последнем случае регистр X обнуляется.

После появления сигнала "ЕГТОГ" можно производить ввод числа и осуществлять вычисления.

Для примера, извлечем квадратный корень из минус 4, а затем введем в регистр X число 25.

Нажимаемые клавиши

4	/-/
F	√
2	5

Индикация

-4
ЕГТОГ
25

5.5. Выполнение одноместных операций

5.5.1. При вычислении логарифмических (ln, lg), степенных ($x^y, e^x, 10^x$), тригонометрических прямых и обратных ($sin, cos, tg, arcsin, arccos, arctg$) функций, а также вычисления корня квадратного, нахождения обратной величины ($1/x$) и вызове числа вводится одно число. Поэтому операции вычисления этих функций называются одноместными. Эти операции выполняются с числом, находящимся в регистре X. Результат одноместной операции записывается в регистр X, при этом содержимое остальных регистров не изменяется.

5.5.2. Ввод аргумента при вычислении прямых тригонометрических функций и вычисление аргумента для обратных тригонометрических функций может осуществляться в радианах, в градусах либо в градусах в зависимости от положения переключателя Г/Р/ГРД (градус-радиан-град).

Для вычисления тригонометрических и обратных тригонометрических функций:

- 1) установите переключатель Г/Р/ГРД в положение, соответствующее задаваемому, либо вычисляемому аргументу ;
- 2) наберите число (аргумент) на клавиатуре ;
- 3) нажмите клавишу **F** ;
- 4) нажмите клавишу вычисляемой функции.

Примеры вычислений	Положение переключателя Г/Р/ГРД	Нажимаемые клавиши	Индикация
$sin 32$	"P"	3 2 F sin	32, 5,5142714 -01
$cos 18^\circ$	"Г"	1 8 F cos	18, 9,5105655 -01
$tg 48,5^\circ$	"Г"	4 8 , 5	48,5

Примеры вычислений	Положение переключателя Г/Р/ГРД	Нажимаемые клавиши	Индикация
$\arcsin 0,975$	"P"	[F] [tg] [0] [-] [9] [7] [5]	I,1302944 0,975
$\arccos 0,2$	"P"	[F] [sin ⁻¹] [0] [.] [2]	I,34672I 0,2
$\text{arctg } 4I$	"Г"	[F] [cos ⁻¹] [4] [I]	I,3694383 4I,
$\sin 32$	ГРД"	[F] [tg ⁻¹] [3] [2]	88,6028I9 32,
		[F] [sin]	4,8I75367 -0I

5.5.3. Для вычисления функций \ln , \lg , e^x , 10^x , x^2 , извлечения квадратного корня из числа, нахождения обратной величины и вызова числа π порядок нажатия клавиш такой же, как и для вычисления тригонометрических функций. При этом переключатель Г/Р/ГРД может находиться в любом положении.

Примеры вычислений	Нажимаемые клавиши	Индикация
$\ln 4I2$	[4] [I] [2] [F] [ln]	4I2, 6,02I0233
$\lg 4I2$	[4] [I] [2] [F] [/g]	2,6I4897I
e^{I2}	[I] [2] [F] [e ^x]	I62754,78
$e^{-0,48}$	[0] [.] [4] [8] [/ -] [F] [e ^x]	6, I878339 -0I
$10^{4,75}$	[4] [.] [7] [5] [F] [10 ^x]	56234, I35
$10^{-I,48}$	[I] [.] [4] [8] [/ -] [F] [10 ^x]	3,3I13III -02
$0,745^2$	[0] [.] [7] [4] [5] [F] [x ²]	5,55025 -0I

Примеры вычислений	Нажимаемые клавиши	Индикация
$\frac{I}{589}$	[5] [8] [9] [F] [I/x]	I,6977928 -03
$\sqrt{563}$	[5] [6] [3] [F] [√]	23,72762I
π	[F] [π]	3, I4I5926

5.6. Выполнение двуместных операций

5.6.1. При вычислении арифметических функций и степенной функции x^y вводят два числа, поэтому операции для их вычисления называются двуместными. Эти операции выполняются с числами, находящимися в регистрах X и Y. Результат операции записывается в регистр X. При этом информация в регистре Y, хранящаяся до выполнения операции, стирается.

5.6.2. Для выполнения двуместных операций необходимо ввести в микрокалькулятор не менее двух чисел. Ввод чисел в микрокалькулятор осуществляется обычным способом. Чтобы отделить первое число от второго, нажмите клавишу [B↑].

5.6.3. Порядок вычисления арифметических операций следующий:

- 1) введите первое число ;
- 2) нажмите клавишу ввода [B↑];
- 3) введите второе число ;
- 4) нажмите клавишу действия.

Для вычисления примера $12 + 3$ нажмите клавиши:

[I] [2]

Первое число

[B↑]

Отделение первого числа от второго

3

Второе число

+

Операция сложения

Результат сложения "15" изображается на индикаторе

Примеры вычислений	Нажимаемые клавиши	Индикация
I2-3	I 2 B+ 3 -	9,
I2x3	I 2 B+ 3 x	36,
I2+3	I 2 B+ 3 +	4,

5.6.4. для возведения числа x в степень y (x^y):

- 1) введите значение показателя степени (число y);
- 2) нажмите клавишу **B+**;
- 3) введите значение основания степени (число x);
- 4) нажмите клавишу **F**, затем **x^y** .

Примеры вычислений	Нажимаемые клавиши	Индикация
2I,7I5,6	I 5 . 6	I5,6
	B+	I5,6
	2 I . 7	2I,7
	F x^y	7,0594552 20
4-0,2	0 . 2 /-/	-0,2
	B+	-2, -0I
	4	4,
	F x^y	7,5785828 -0I

5.6.5. Если на индикаторе высвечивается результат предыдущих вычислений, то набор на клавиатуре нового числа автоматически передвигает информацию из регистра X в регистр Y. Таким образом, результат вычисления предыдущей

операции может участвовать в качестве второго числа при выполнении последующих вычислений. Такие вычисления принято называть цепочечными.

5.6.6. При выполнении цепочных операций порядок ввода чисел и операций с ними аналогичен порядку записи вычислений на бумаге.

Задача I. В электрической цепи параллельно включены четыре сопротивления: $R_1=220$ Ом, $R_2=4$ кОм, $R_3=560$ Ом и $R_4=1,2$ кОм. Необходимо определить общее сопротивление цепи. Оно определяется по формуле

$$R_{\text{общ.}} = \frac{I}{\frac{I}{R_1} + \frac{I}{R_2} + \frac{I}{R_3} + \frac{I}{R_4}} = \frac{I}{\frac{I}{220} + \frac{I}{4000} + \frac{I}{560} + \frac{I}{1200}}$$

С помощью микрокалькулятора общее сопротивление цепи вычисляется следующим образом.

Нажимаемые клавиши	Индикация
2 2 0 F I/x	4,5454545 -03
4 0 0 0 F I/x	2,5 -04
+	4,7954545 -03
5 6 0 F I/x	I,7857I42 -03
+	6,58I1687 -03
I 2 0 0 F I/x +	7,4I4502 -03
F I/x	I34,87082

Результат вычислений

Задача 2. Определите индуктивность колебательного контура (рис. 3), если реактивное сопротивление цепи $X_L = 12 \text{ кОм}$, напряжение источника питания $E = 120 \text{ В}$, частота $f = 50 \text{ Гц}$. Значение индуктивности данной цепи определяется по формуле

$$L = \frac{x_L}{2\pi f} = \frac{12000}{2 \cdot \pi \cdot 50};$$

На микрокалькуляторе задача решается следующим образом:

Нажимаемые клавиши	Индикация
I 2 0 0 0 В	12000,
2 +	6000,
F 9 +	1909,8593
5 0 +	38,197186

Результат вычислений, Гн

Задача 3. Найдите площадь сегмента (рис. 4), если радиус круга $R = 15,7 \text{ см}$, а стрелка сегмента $h = 4,5 \text{ см}$.

Площадь сегмента определяется формулой

$$S_{\text{сегм.}} = \frac{1}{2} R^2 (\alpha - \sin \alpha).$$

Чтобы воспользоваться этой формулой, найдите центральный угол α , через косинус половины центрального угла:

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{R-h}{R},$$

откуда $\alpha = 2 \arccos \frac{R-h}{R},$

Таким образом, площадь сегмента описывается формулой

$$\begin{aligned} S_{\text{сегм.}} &= \frac{1}{2} R^2 \left(2 \arccos \frac{R-h}{R} - \sin 2 \arccos \frac{R-h}{R} \right) = \\ &= \frac{(15,7)^2}{2} \left(2 \arccos \frac{15,7-4,5}{15,7} - \sin 2 \arccos \frac{15,7-4,5}{15,7} \right) \end{aligned}$$

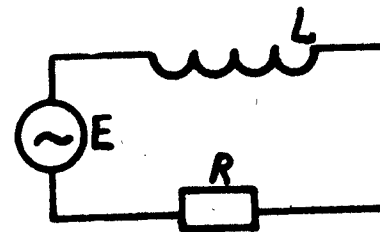


Рис. 3

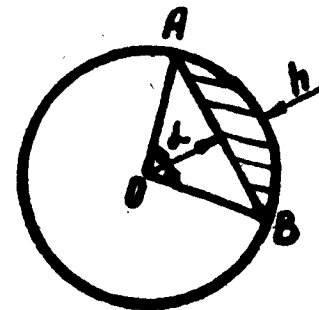


Рис. 4

Вычислите $S_{\text{сергм.}}$ с помощью микрокалькулятора, установив переключатель Г·Р/ГРД в положение "Р":

Нажимаемые клавиши	Индикация
I 5 . 7 B↑	I5,7
4 . 5 -	II,2
I 5 . 7 +	7,1337579 -0I
F cos ⁻¹	7,764927 -0I
2 x	I,5529854
B↑	I,5529854
F sin	9,998414 -0I
-	5,53144 -0I
B↑	5,53144 -0I
I 5 . 7 F x ²	246,49
x	I36,34446
2 +	68,17223

Результат вычислений, см²

Задача 4. Определите максимальную допустимую частоту работы ферритового сердечника К-132 с габаритными размерами: наружный диаметр $D=4$ мм, внутренний диаметр $d=2,5$ мм, ширина $h=1,5$ мм, если допустимый перегрев сердечника $\Delta t=50^\circ$ при максимальной температуре $+70^\circ\text{C}$.

Максимальная частота сердечника может быть найдена по формуле

$$f_{\text{max}} = \frac{P}{\Delta \Phi e \left(H_0 + \sqrt{H_0^2 + \frac{P}{\Delta \Phi e} \cdot 4S} \right)}$$

где P - мощность, которую может рассеять поверхность сердечника, при заданной разности температур Δt .

Мощность P определяется по формуле

$$P = \Delta t \cdot S_{\text{охл.}} \cdot \Delta t$$

где Δt - коэффициент теплоотдачи (Вт/см²·град), который в среднем принимают равным 0,002 ... 0,003 ;

$S_{\text{охл.}}$ - поверхность охлаждения, которая определяется в сантиметрах, исходя из габаритных размеров.

$$S_{\text{охл.}} = \frac{\pi}{100} (D+d) \left[\frac{1}{2} (D-d) + h \right] = \frac{\pi}{100} \cdot 6,5 \cdot 2,25$$

Подставив в формулу значения Δt , $S_{\text{охл.}}$, Δt , определите в ваттах мощность рассеивания

$$P = 0,0025 \cdot \frac{\pi}{100} \cdot 6,5 \cdot 2,25 \cdot 50$$

величину магнитного потока рассеивания $\Delta \Phi$ определите, учитывая условие перематгничивания сердечника из состояния отрицательной магнитной индукции $-B_r$ в состояние положительной магнитной индукции $+B$

$$\Delta \Phi = 2 B_r g_c,$$

где g_c - поперечное сечение сердечника.

Среднюю длину магнитопровода l определите, исходя из наружного и внутреннего диаметров сердечника $l = \frac{\pi}{2} (D+d)$

Постоянную перематгничивания S и напряженность поля

старта Но определите из магнитных характеристик ферритового сердечника.

Значения B_H Но для температуры $+70^\circ\text{C}$ следующие:

$$H_0 = \frac{0,28}{0,49} \text{ А/см}; \quad S = \frac{0,33 \cdot 10^{-6}}{0,49} \text{ А/см}\cdot\text{с}; \quad B_r = 0,125 \text{ Тл},$$

$$\Delta\Phi = 2 \cdot 1250 \left(\frac{4-2,5}{2} \right) \cdot 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ Вб}; \quad \ell = \pi \cdot \frac{D+d}{2 \cdot 10} = \pi \cdot \frac{65}{20} \text{ см},$$

откуда,

$$f_{\text{max}} = \frac{25 \cdot 2,25 \cdot 50 \cdot 20 \cdot 10^2 \cdot 0,49}{1250 \cdot (15)^2 (0,28 + \sqrt{(0,28)^2 + \frac{0,49 \cdot 25 \cdot 2,25 \cdot 50 \cdot 20}{1250 \cdot (15)^2}} \cdot 4 \cdot 0,33 \cdot 10^{-4})}$$

Значение f_{max} с помощью микрокалькулятора определяют следующим образом:

Нажимаемые клавиши	Индикация
0,4 [В] [F] [9] [x] 25 [x] 2,25 [x]	70,685831
50 [x] 20 [x] I250 [+]	56,548665
1,5 [F] [x ²] [+] 4 [x]	100,53096
0,33 [ВП] 4 [-/] [x]	3,3175216 -03
0,28 [F] [x ²] [+] [F] [V]	2,8586276 -01
0,28 [+] 1,5 [F] [x ²] [x] I250 [x]	1591,489
[F] [I/x] 25 [x] 2,25 [x] 50 [x]	1,767213
20 [ВП] 2 [x] 0,4 [x] [F] [9] [x]	4441,4906

Результат вычисления в КГц

5.7. Использование стековой памяти

5.7.1. В стековую память входят четыре регистра X, Y, Z и T, которые организованы по принципу магазинной памяти, ког-

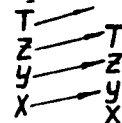
да последовательно записанная информация может быть считана только в последовательности, обратной последовательности записи (последнее записанное число является первым).

5.7.2. После включения микрокалькулятора регистры стека находятся в нулевом состоянии:

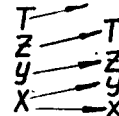
Наименование регистров	Состояние регистров
T	0,
Z	0,
Y	0,
X	0,

Всегда индицируется

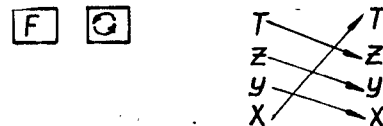
5.7.3. Ввод чисел всегда производится в регистр X. Информация в регистрах стека смещается вверх.

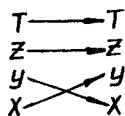


5.7.4. Нажатие клавиши [В] передает копию числа из регистра X в регистр Y, а также содержимое регистра Y в регистр Z и содержимое регистра Z в регистр T. При этом содержимое регистра X сохраняется, а регистра T исчезает. Это передвижение (подъем) информации можно изобразить как:



5.7.5. Нажатие клавиш [F] [Q] [←] приводит к следующему передвижению информации:





Передвижение информации в стеке покажем на примерах.

Нажмите по порядку следующие клавиши:



Информация в регистрах стека распределяется следующим образом:

T	4,
Z	3,
Y	2,
X	1,

Индикация

Нажмите клавишу **B**

T	3,
Z	2,
Y	1,
X	1,

Индикация

Нажмите клавиши **F**

T	1,
Z	3,
Y	2,
X	1,

Индикация

Нажмите клавиши **F**

T	1,
Z	1,
Y	3,
X	2,

Индикация

Нажмите клавишу

До нажатия клавиши	После нажатия клавиши
T	T
Z	Z
Y	Y
X	X

Индикация

Если неправильно занесена информация в регистр X, то нажав клавишу **Cx**, очистите регистр X. При этом информация в остальных регистрах не изменится.

До нажатия клавиши	После нажатия клавиши
T	T
Z	Z
Y	Y
X	X

Индикация

После очистки регистра X занесите новое число, например 375.

До занесения числа	После занесения числа
T	T
Z	Z
Y	Y
X	X

Индикация

5.7.6. При выполнении одноместных операций микрокалькулятор оперирует с числом, находящимся в регистре X, при этом содержимое регистров Y, Z и T сохраняется, а число, находящееся до выполнения операции в регистре X, передается в регистр предыдущего результата (регистр XI). Результат одноместной операции передается в регистр X.

Например, необходимо вычислить корень квадратный числа, находящегося в регистре X, нажав клавиши $\square P \square \sqrt{\square}$.

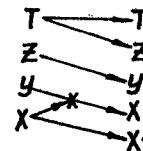
До нажатия клавиш		После нажатия клавиш	
T	I,	T	I,
Z	I,	Z	I,
Y	2,	Y	2,
X	375, Индицируется	X	19,364916

Число 375 находится в регистре XI

5.7.7. Очистка всех регистров стека производится путем нажатия клавиш $\square Cx \square \square V \square \square V \square \square V \square$.

До нажатия клавиш		После нажатия клавиш	
T	I,	T	0,
Z	I,	Z	0,
Y	2,	Y	0,
X	19,364916 Индикация	X	0, Индикация

5.7.8. При выполнении двуместных операций микрокалькулятор оперирует с числами, находящимися в регистрах X и Y. При этом информация в регистрах стека передвигается (опускается) следующим образом:



где * обозначает результат операции.

Перезапись информации в стеке поясним на примере вычисления $34 + 12$. Для большей наглядности вначале очистим все регистры стека, затем введем числа и выполним операцию сложения.

Нажимаемые клавиши	Индикация
$\square Cx \square$	0, <input type="text"/>
$\square V \square$	0, <input type="text"/>
$\square V \square$	0, <input type="text"/>
$\square V \square$	0, <input type="text"/>
$\square 3 \square \square 4 \square$	34, <input type="text"/> Число 34 в регистре X
$\square V \square$	34, <input type="text"/> Число 34 в регистрах X и Y
$\square 1 \square \square 2 \square$	12, <input type="text"/> Число 12 в регистре X

После ввода чисел 34 и 12 информация в стековых регистрах будет расположена следующим образом:

Нажмите клавишу	Индикация
$\square + \square$	46, <input type="text"/> Результат операции в регистре X, в число 12 в регистре XI

Автоматическое передвижение информации в стеке можно использовать при вычислении выражений, содержащих константу, а также при выполнении сложной последовательности арифметических операций (обычно при вычислении со скобками).

Например, необходимо вычислить $16 \cdot 4 =$; $23 \cdot 4 =$

Запишем константу (число 4) в регистры стека; нажав клавиши **4** **↓** **↓** **↓**, затем нажмем клавиши:

I **6**

Регистры стека

T	4,
Z	4,
Y	4,
X	16

Число 16 в регистре X

X

T	4,
Z	4,
Y	4,
X	64,

Результат умножения $16 \cdot 4$

F **↻**

T	64,
Z	4,
Y	4,
X	4,

2 **3**

T	4,
Z	4,
Y	4,
X	23,

X

T	4,
Z	4,
Y	4,
X	92,

Результат умножения $23 \cdot 4$

Например, необходимо вычислить

$$(12 + 3) \times 7 : 3.$$

Порядок вычисления на бумаге следующий:

$$12 + 3 = 15$$

$$15 \times 7 = 105$$

$$105 : 3 = 35$$

С помощью микрокалькулятора эти вычисления выполняются следующим образом:

Нажимаемые клавиши

I **2**
↓
3
+
7
x
3
÷

Индикация

I2,
I2,
3,
I5,
7,
I05,
3,
35,

Результат вычисления

Это выражение можно вычислить другим способом: вначале в регистры стека вводятся четыре числа, затем их опускают и производят над ними действия.

Нажимаемые клавиши

3

Регистры стека

T	0,
Z	0,

Нажимаемые клавиши

Регистры стека

Y 35, Предыдущий
результат
X 3, Число 3
находится
в регистре X

B

T 0,
Z 35,
Y 3,
X 3, Число 3 на-
ходится в
регистрах
X и Y

7

T 0,
Z 35,
Y 3,
X 7, Число 7 на-
ходится в
регистре X

B/

T 35,
Z 3,
Y 7,
X 7,

3

T 35,
Z 3,
Y 7,
X 3,

B/

T 3,
Z 7,
Y 3,
X 3,

I 2

T 3,
Z 7,
Y 3,
X 12,

+

T 3,
Z 3,
Y 7,
X 15,

x

T 3,
Z 3,
Y 3,
X 105,

← →

T 3,
Z 3,
Y 105,
X 3,

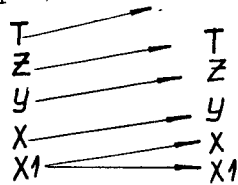
+

T 3,
Z 3,
Y 3,
X 35,

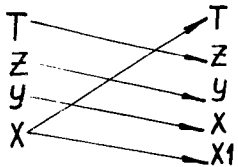
5.8. Использование регистра предыдущего результата

5.8.1. В дополнение к четырем стековым регистрам в микрокалькуляторе имеется еще один регистр, называемый регистром предыдущего результата (XI). Этот регистр сохраняет зна-

чение числа, которое находилось в индикационном регистре X до выполнения операции. Для проверки этого числа нажмите клавиши **F** и **Bx**. При этом произойдет следующее передвижение информации в стеке:



5.8.2. Если результат операции, полученный до проверки числа, необходимого при дальнейших вычислениях, то для его восстановления нажмите клавиши **F** и **Q**. При этом произойдет следующее перемещение информации в стеке:



5.8.3. Чтобы очистить регистр предыдущего результата, необходимо записать в него "0", для этого нажмите клавишу **Cx** и любую операционную клавишу (+, -, x и т. д.).

5.8.4. Наличие регистров стека и регистра предыдущего результата облегчает работу при вычислении сложных выражений, содержащих константу. Покажем использование этих регистров при вычислении выражения $(14 \cdot \sin 2^\circ) - 4 : 4$.

В результате выполнения предыдущих вычислений информация в регистрах стека и в регистре XI распределяется следующим образом:

T	3,
Z	3,
Y	3,
X	35,

Индикация

XI	3,
----	----

При решении указанного примера в зависимости от нажимаемых клавиш происходит следующее распределение информации в регистрах стека:

Нажимаемые клавиши

Регистры стека и регистр XI

I	4
---	---

T	3,
Z	3,
Y	35,
X	14,

Число 14 в регистре X

XI	3,
----	----

B ↓	
-----	--

T	3,
Z	35,
Y	14,
X	14,

Число 14 в регистрах X и Y

XI	3,
----	----

2	
---	--

T	3,
Z	35,
Y	14,
X	2

Число 2 в регистре X

XI	3,
----	----

Установите переключатель Г/Р/ГРД в положение "Г".

Нажмите клавиши.

F Sin

T	3,
Z	35,
Y	14,
X	3,4899495 -02

Значение $\sin 2^\circ$

XI	2,
----	----

Значение аргумента

X

T	3,
Z	3,
Y	35,
X	4,8859293 -01

Произведе-
ние $14 \cdot \sin 2^\circ$

XI	3,4899495 -02
----	---------------

Значение $\sin 2^\circ$

F Bx

T	3,
Z	35,
Y	4,8859293 -01
X	3,4899495 -02

Проверка
значения $\sin 2^\circ$

XI	3,4899495 -02
----	---------------

Значение $\sin 2^\circ$

F C

T	3,4899495 -02
Z	3,
Y	35,
X	4,8859293 -01

Восстановление
результата
произведений
 $14 \cdot \sin 2^\circ$

XI	3,4899495 -02
----	---------------

$\sin 2^\circ$

4

T	3,
Z	35,
Y	4,8859293 -01
X	4,

Число 4 в ре-
гистре X

XI	3,4899495 -02
----	---------------

Значение $\sin 2^\circ$

-

T	3,
Z	3,
Y	35,
X	-3,5114071

Результат
 $(14 \cdot \sin 2^\circ) - 4$

XI	4,
----	----

Число 4 в ре-
гистре XI

F Bx

T	3,
Z	35,
Y	-3,5114071
X	4,

Передача числа
4 из регистра
XI в регистр X

XI 4, Число 4 в регистре XI

+

T	3,
Z	3,
Y	35,
X	-8,7785177 -01

Результат $[(14 \cdot \sin 2^\circ) - 4] : 4$

XI 4, Число 4 в регистре XI

5.9. Использование адресуемых регистров

5.9.1. Для хранения исходных данных и промежуточных результатов в микрокалькуляторах предусмотрена регистровая память, состоящая из 14 адресуемых регистров R60, R61 ... R69, R6a, R6b, R6c, R6d.

5.9.2. Запись числа в адресуемые регистры осуществляется из регистра X после нажатия клавиши $x \rightarrow \Pi$ и одной из клавиш 0 ... 9, a, b, c, d, совпадающих с индексом адресуемого регистра. При этом число, переданное в адресуемый регистр, сохраняется в регистре X.

Например, передача числа Авогадро (приблизительно $6,02 \cdot 10^{23}$) на хранение в регистр R61 производится следующим образом:

Нажимаемые клавиши

6	.	0	2	ВП	2	3
---	---	---	---	----	---	---

Индикация

6,02	23
------	----

Число Авогадро находится в регистре X

$x \rightarrow \Pi$ I

6,02	23
------	----

Копия числа Авогадро находится в регистре R61

5.9.3. С числом, оставшимся в регистре X, можно производить дальнейшие вычисления. Например, возведение числа Авогадро в квадрат.

Нажимаемые клавиши

F x^2

Индикация

3,62404	47
---------	----

5.9.4. Для вызова числа, хранящегося в адресуемом регистре, нажмите клавишу $\Pi \rightarrow x$ и клавишу, соответствующую номеру вызываемого регистра 0, I ... 9, a, b, c, d.

При этом вызов числа осуществляется только в регистр X и не меняет содержимого вызываемого регистра.

Например, необходимо вызвать число Авогадро, находящееся в регистре R61.

Нажимаемые клавиши

$\Pi \rightarrow x$ I

Индикация

6,02	23
------	----

Число Авогадро находится в регистрах X и R61

5.9.5. Для очистки адресуемого регистра занесите цифру 0 в регистр, который необходимо очистить.

Для этого выполните следующие операции:

1) нажмите клавишу Cx ;

2) нажмите клавишу $x \rightarrow \Pi$;

3) нажмите клавишу, соответствующую номеру очищаемого регистра (0, I ... 9, a, b, c, d)

Например, необходимо очистить регистр R61.

Нажимаемые клавиши

Индикация

$\boxed{C\chi}$
 $\boxed{\chi \rightarrow \Pi}$

\boxed{I}

$\boxed{0,}$
 $\boxed{0,}$

Запись 0 в регистр R61

5.9.6. Очистку всех регистров памяти можно произвести, выключив микрокалькулятор.

5.10. Сброс ошибочно нажатой клавиши \boxed{F}

5.10.1. Для сброса ошибочно нажатой клавиши \boxed{F} нажмите клавишу \boxed{CF} .

6. РАБОТА МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА В РЕЖИМЕ "ПРОГРАММИРОВАНИЕ"

6.1. Общие сведения

6.1.1. В режим "Программирование" микрокалькулятор устанавливается после нажатия клавиш \boxed{F} и $\boxed{ПРГ}$.

6.1.2. При нажатии клавиш в режиме "Программирование", двузначный код операций, команд и цифр, присвоенный данной клавише или ее комбинации с клавишами \boxed{F} , \boxed{K} , $\boxed{\chi \rightarrow \Pi}$, $\boxed{\Pi \rightarrow \chi}$ (см. табл. 4) записывается в специальную память программы.

6.1.3. Последовательность вводимых операций и команд, необходимых для решения задач, представляет собой программу.

6.1.4. Специальная программная память состоит из девяти ячеек. Первой ячейке присвоен номер 00, последней - 97.

6.1.5. При записи программы в микрокалькулятор двузначный код (шаг программы) в программной памяти занимает одну ячейку.

КОДЫ ОПЕРАЦИЙ И КОМАНД

Нажимаемые клавиши	Код
$\boxed{0}$	00
\boxed{I}	01
$\boxed{2}$	02
$\boxed{3}$	03
$\boxed{4}$	04
$\boxed{5}$	05
$\boxed{6}$	06
$\boxed{7}$	07
$\boxed{8}$	08
$\boxed{9}$	09
$\boxed{+}$	10
$\boxed{-}$	11
$\boxed{\chi}$	12
$\boxed{+}$	13
$\boxed{\leftarrow}$	14
$\boxed{B\downarrow}$	0E
$\boxed{\cdot}$	0-
$\boxed{/ \rightarrow /}$	0L
$\boxed{B\Pi}$	0C
$\boxed{C\chi}$	0Г

Нажимаемые клавиши	Код
$\boxed{C/\Pi}$	50
$\boxed{B\Pi}$	51
$\boxed{B/0}$	52
$\boxed{\Pi\Pi}$	53
\boxed{F} $\boxed{IO^X}$	15
\boxed{F} $\boxed{/g}$	17
\boxed{F} \boxed{ln}	18
\boxed{F} $\boxed{e^X}$	16
\boxed{F} $\boxed{\sin^{-1}}$	19
\boxed{F} $\boxed{\cos^{-1}}$	I-
\boxed{F} $\boxed{tg^{-1}}$	1L
\boxed{F} $\boxed{\sin}$	1C
\boxed{F} $\boxed{\cos}$	1Г
\boxed{F} \boxed{tg}	1E
\boxed{F} $\boxed{\mathcal{F}}$	20
\boxed{F} $\boxed{\sqrt{\quad}}$	21
\boxed{F} $\boxed{x^2}$	22
\boxed{F} $\boxed{1/x}$	23
\boxed{F} $\boxed{\leftarrow}$	24
\boxed{F} $\boxed{C\chi}$	

Продолжение табл. 4

Нажимаемые клавиши	Код
\boxed{F} $\boxed{x < 0}$	5C
\boxed{F} $\boxed{x = 0}$	5E
\boxed{F} $\boxed{x \geq 0}$	59
\boxed{F} $\boxed{x \neq 0}$	57
\boxed{F} $\boxed{L0}$	5Г
\boxed{F} $\boxed{L1}$	5L
\boxed{F} $\boxed{L2}$	58
\boxed{F} $\boxed{L3}$	5-
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{0}$	40
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{1}$	41
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{2}$	42
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{3}$	43
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{4}$	44
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{5}$	45
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{6}$	46
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{7}$	47
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{8}$	48
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ $\boxed{9}$	49
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ \boxed{a}	4-
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ \boxed{b}	4L

Нажимаемые клавиши	Код
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ \boxed{c}	4C
$\boxed{x \rightarrow \Pi}$ \boxed{d}	4Г
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{0}$	60
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{1}$	61
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{2}$	62
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{3}$	63
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{4}$	64
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{5}$	65
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{6}$	66
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{7}$	67
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{8}$	68
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ $\boxed{9}$	69
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ \boxed{a}	6-
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ \boxed{b}	6L
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ \boxed{c}	6C
$\boxed{\Pi \rightarrow x}$ \boxed{d}	6Г
\boxed{K} $\boxed{\text{НОП}}$	54
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{0}$	80
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{1}$	81
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{2}$	82

Продолжение табл. 4

Нажимаемые клавиши	Код
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{3}$	83
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{4}$	84
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{5}$	85
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{6}$	86
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{7}$	87
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{8}$	88
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ $\boxed{9}$	89
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ \boxed{a}	8-
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ \boxed{b}	8L
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ \boxed{c}	8C
\boxed{K} $\boxed{\text{БП}}$ \boxed{d}	8Г
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{0}$	-0
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{1}$	-1
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{2}$	-2
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{3}$	-3
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{4}$	-4
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{5}$	-5
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{6}$	-6
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{7}$	-7
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{8}$	-8

Нажимаемые клавиши	Код
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ $\boxed{9}$	-9
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ \boxed{a}	--
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ \boxed{b}	-L
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ \boxed{c}	-C
\boxed{K} $\boxed{\text{ПП}}$ \boxed{d}	-Г
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{0}$	E0
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{1}$	E1
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{2}$	E2
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{3}$	E3
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{4}$	E4
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{5}$	E5
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{6}$	E6
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{7}$	E7
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{8}$	E8
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ $\boxed{9}$	E9
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ \boxed{a}	E-
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ \boxed{b}	EL
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ \boxed{c}	EC
\boxed{K} $\boxed{x=0}$ \boxed{d}	EГ
\boxed{K} $\boxed{x < 0}$ $\boxed{0}$	E0

Продолжение табл. 4

Нажимаемые клавиши	Код
К x<0 I	CI
К x<0 2	Ц2
К x<0 3	Ц3
К x<0 4	Ц4
К x<0 5	Ц5
К x<0 6	Ц6
К x<0 7	Ц7
К x<0 8	Ц8
К x<0 9	Ц9
К x<0 а	Ц-
К x<0 в	ЦL
К x<0 с	ЦC
К x<0 d	ЦГ
К x≥0 0	90
К x≥0 I	9I
К x≥0 2	92
К x≥0 3	93
К x≥0 4	94
К x≥0 5	95
К x≥0 6	96

Нажимаемые клавиши	Код
К x≥0 7	97
К x≥0 8	98
К x≥0 9	99
К x≥0 а	9-
К x≥0 в	9L
К x≥0 с	9C
К x≥0 d	9Г
К x≠0 0	70
К x≠0 I	7I
К x≠0 2	72
К x≠0 3	73
К x≠0 4	74
К x≠0 5	75
К x≠0 6	76
К x≠0 7	77
К x≠0 8	78
К x≠0 9	79
К x≠0 а	7-
К x≠0 в	7L
К x≠0 с	7C

Продолжение табл. 4

Клавиши	Код
К x≠0 d	7Г
К x→П 0	L0
К x→П I	LI
К x→П 2	L2
К x→П 3	L3
К x→П 4	L4
К x→П 5	L5
К x→П 6	L6
К x→П 7	L7
К x→П 8	L8
К x→П 9	L9
К x→П а	L-
К x→П в	LL
К x→П с	LC
К x→П d	LГ

Клавиши	Код
К П→x 0	Г0
К П→x I	ГI
К П→x 2	Г2
К П→x 3	Г3
К П→x 4	Г4
К П→x 5	Г5
К П→x 6	Г6
К П→x 7	Г7
К П→x 8	Г8
К П→x 9	Г9
К П→x а	Г-
К П→x в	ГL
К П→x с	ГC
К П→x d	ГГ

6.1.6. Местонахождение кода в программной памяти определяется адресом (двузначным числом от 00 до 97).

6.1.7. Для управления последовательностью записи и для выполнения команд в микрокалькуляторе имеется счетчик адреса. Этот счетчик может быть установлен на любой начальный адрес (от 00 до 97)

6.1.8. При введении команды в программную память увеличивается содержимое счетчика на единицу. Таким образом последовательность выполнения команд программы соответствует последовательности нажатий клавиш при программировании. Однако этот метод приемлем для решения лишь не очень сложных задач.

6.1.9. Для того, чтобы последовательности выполнения команд отличались от последовательности записи команд в программе, чтобы отдельные части повторялись, чтобы изменение последовательности исполнения происходило в зависимости от промежуточных результатов вычислений, в микрокалькуляторе имеются команды, с помощью которых изменяется содержимое счетчика адреса. Эти команды называются командами переходов.

6.1.10. Изменение содержимого счетчика адреса происходит по адресу перехода, записанному либо в программной памяти, либо в адресуемых регистрах, либо в пятиразрядном стеке возврата - специальной области памяти (см. подраздел 6.3).

6.1.11. Если адрес перехода записан в адресуемом регистре, то такая адресация называется косвенной. Косвенная адресация используется также при обращении к адресуемому регистрам. В этом случае в программе вместо прямого указания номера адресуемого регистра записывается косвенный номер, т. е. номер того адресуемого регистра, в котором хранится номер вызываемого. При этом номер адресуемого регистра не

просто хранится, а изменяется определенным образом (см. п. 6.3.5).

6.1.12. В режиме "Программирование" индикатор используется для отображения кодов трех последовательных команд из программной памяти и текущего состояния счетчика команд, т. е. адреса, по которому будет записана следующая команда.

Например, на индикаторе отображено

02	01	0E	06
----	----	----	----

В этом случае двузначные коды операций на индикаторе означают:

- 1) код 06 - текущее состояние счетчика адреса;
- 2) коды 0E, 01, 02 - три последовательные команды, расположенные соответственно по адресам 03, 04, 05.

6.2. Этапы вычислений по программам

Вычисления по программам производятся в следующем порядке:

- 1) программирование задачи;
- 2) ввод программы в память и редактирование программы;
- 3) отладка программы;
- 4) занесение исходных данных и выполнение программы.

6.2.1.1. Программирование простых задач рассмотрим на примере площади круга. Программирование сложных задач будет рассмотрено в подразделе 6.3.

Для вычисления площади круга воспользуемся формулой

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

где d - диаметр круга.

При составлении программы предположим, что заданное значение диаметра d предварительно записано в адресуемом регистре RG2. Для вычисления площади круга необходимо вызвать в регистр X значение диаметра d , нажав клавиши

$\boxed{П \rightarrow X}$ и $\boxed{2}$, а затем последовательно нажать клавиши:

\boxed{F} $\boxed{x^2}$ \boxed{B} \boxed{F} $\boxed{\pi}$ \boxed{x} $\boxed{4}$ $\boxed{\div}$

Указанная последовательность нажатия клавиш и представляет собой программу решения данной задачи.

Эту задачу можно решать вручную, последовательно нажимая необходимые клавиши, или автоматически, записав программу в память в режиме "Программирование"

Для удобства работы с программой ее обычно оформляют в виде таблицы, где указывают адрес команды в программной памяти, клавиши, которые необходимо нажать и коды операций, которые соответствуют этим клавишам.

Программа вычисления площади круга S приведена в табл. 5.

Таблица 5

Адрес команды	Нажатая клавиша	Код операции	Содержание операции
00	$\boxed{П \rightarrow X}$ $\boxed{2}$	62	Вызов значения диаметра d из регистра RG2
01	\boxed{F} $\boxed{x^2}$	22	Вычисление значения d^2
02	\boxed{B}	0E	Засылка значения d^2 в регистр Y
03	\boxed{F} $\boxed{\pi}$	20	Вызов константы π
04	\boxed{x}	12	Вычисление πd^2
05	$\boxed{4}$	04	Занесение числа 4 в регистр X
06	$\boxed{\div}$	13	Вычисление $S = \frac{\pi d^2}{4}$
07	$\boxed{C/P}$	50	Останов для индикации результата

Примечание. По адресу 07 в программе записана команда останова для индикации содержимого регистра при автоматическом вычислении площади круга S по программе. Если этой команды не будет в программе, то выполняется все 98 шагов программы.

6.2.1.2. Для составления разветвляющихся программ и многократного прохождения отдельных частей программ (подпрограмм) используются команды переходов (прямые и косвенные), команды организации циклов. После команд переходов (прямых) и команд организации циклов в составляемой программе должен стоять адрес перехода. Адрес перехода для косвенной команды содержится в самой команде (см. подраздел 6.3).

6.2.1.3. При составлении программы адрес перехода записывается двумя цифрами. Причем, если адрес перехода входит в команду косвенного перехода, то он должен быть записан в тот адресуемый регистр, индекс которого будет входить в команду косвенного перехода (см. подраздел 6.3).

6.2.1.4. Наличие в микрокалькуляторе стека возврата предусматривает создание в микрокалькуляторе подпрограмм внутри программ. Глубина подпрограмм определяется разрядностью стека и равна пяти. Регистр стека работает по системе: первым зашел, последним вышел (см. пп. 6.3.3, 6.3.4, 6.3.7).

6.2.1.5. Для автоматической остановки и индикации результата вычислений программа обязательно должна содержать команду останова - $\boxed{C/P}$.

6.2.2. Ввод программы в память и редактирование программы

6.2.2.1. Программа решения задачи может начинаться с адреса 00 или с любого произвольного адреса.

Для занесения программы с нулевого адреса необходимо в режиме "Автоматическая работа" нажать клавишу очистки программного счетчика **В/0** и перейти в режим "Программирование", нажав клавиши **F**, **ПРГ**. На индикаторе в этом случае индицируется адрес счетчика 00, с которого будет вводиться программа. Вводят программу, нажимая клавиши, записанные в программе. Операция, вводимая с помощью клавиш, контролируется по индикатору:

Нажимаемые клавиши	Индикация	Описание
В/0		Содержимое регистра X до нажатия клавиши
F ПРГ	00	Адрес счетчика установлен на 00
П←X 2	62 01	Запись кода вызова информации из регистра R62 в регистр X
F X²	22 62 02	Запись кода возведения в квадрат числа, находящегося в регистре X
В↑	0E 22 62 03	Запись кода передачи информации из регистра X в регистр Y

Для занесения программы с произвольного адреса необходимо установить этот адрес на счетчике адресов команд. Для это-

го в режиме "Автоматическая работа" нажмите клавишу **БП**, а затем цифровые клавиши, которые обеспечат переход на требуемый адрес. После перехода в режим "Программирование" на счетчике адресов команд установится адрес, с которого должна вводиться программа. Ввод программы в программную память производится нажатием соответствующих клавиш.

Нажимаемые клавиши	Индикация	Описание
БП 0 2		Содержимое регистра X до нажатия клавиш
F ПРГ	22 62 02	Счетчик устанавливается на адрес 02, а индикатор покажет информацию, записанную по предыдущим адресам

6.2.2.2. Если при вводе программы допущена ошибка, то для ее исправления необходимо перейти на адрес, по которому записана ошибочная команда. Для этого можно воспользоваться клавишами **ШГ** или **ШГ**, если адрес ошибочной команды находится недалеко от текущего. При каждом нажатии этих клавиш содержимое счетчика адресов команд соответственно увеличивается или уменьшается на единицу. Причем, если ошибка допущена в адресе перехода, то для ее исправления необходимо сдвинуть информацию на два шага и повторить ввод команды и следующий за ней адрес перехода. При большой разнице адресов ошибочной и текущей команд нужно воспользоваться командой безусловного перехода. Для этого необходимо перейти в режим "Автоматическая работа", нажать клавишу **БП**, а затем цифровые клавиши, которые обеспечат переход на нужный адрес. После установки режима "Программирование" на индикаторе появится адрес ошибочной команды. Исправьте ошибку

нажав клавишу требуемой операции либо команды.

6.2.2.3. Если необходимо исключить какую-либо команду из программы, перейдите на адрес исключаемой команды, а затем нажмите клавиши **К** и **НОП**. В программную память запишется команда "Нет операции", по которой при вычислении ничего не выполняется.

6.2.3. Отладка программы

6.2.3.1. Отладка программы производится в режиме "Автоматическая работа". Для перехода в этот режим нажмите клавиши **Р** и **АВТ**. Наберите на клавиатуре исходные данные для работы программы, если это необходимо, занесите их в регистр памяти. Нажмите клавишу **В/О**, если программа начинается с адреса 00, или клавишу **БП**, если программа начинается с произвольного адреса. Затем нажмите цифровые клавиши, которые обеспечат пуск программы с требуемого адреса.

6.2.3.2. При нажатии клавиши **ПП** в режиме "Автоматическая работа" происходит выполнение программы решения задачи по отдельной команде. Нажимайте клавишу **ПП** и анализируйте выполнение каждого шага программы. Обнаруженные ошибки исправьте, как указано в пп. 6.2.2.2, 6.2.2.3. При пошаговом просмотре выполнения программы следует учитывать, что выполнение команды перехода и установка адреса перехода осуществляется за один шаг программы.

6.2.4. Занесение исходных данных и выполнение программы

6.2.4.1. Наберите на клавиатуре исходные данные для решения задачи и, если необходимо, занесите их в регистры памяти. Нажмите клавишу **В/О**, если программа начинается с адреса 00, или клавишу **БП**, если программа начинается с произвольного адреса. Затем нажмите клавиши, которые обеспечат пуск программы с требуемого адреса.

6.2.4.2. Нажмите клавишу пуска программы **С/П**. Подсвет индикатора свидетельствует о выполнении программы. Время выполнения программы зависит от ее длины и характера вычислений.

После выполнения программы прочитайте результат на индикаторе.

6.2.4.3. В случае закливания, т. е. бесконечного повторения некоторого участка программы, необходимо остановить ее, нажав клавиши **С/П**, а затем проверить программу и устранить причину закливания.

6.2.4.4. Для проведения многократных вычислений по отлаженной программе запишите в память новые исходные данные и повторите пуск программы с требуемого адреса.

ВНИМАНИЕ! При выключении питания все регистры микрокалькулятора, в том числе и входящие в состав программной памяти, обнуляются. Поэтому для сохранения программы на определенное время питание микрокалькулятора нельзя отключать. В противном случае придется вводить программу снова.

Например, вычислите площадь круга, если его диаметр D равен 4; 5; 1,8 см.

Для вычисления площади круга по программе выполните следующие операции:

- 1) перейдите в режим программирования на адрес 00, нажав клавиши **В/0** , **F** , **ПРТ** ;
 - 2) введите программу (табл. 5) ;
 - 3) перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши **F** , **АВТ** ;
 - 4) введите в регистр R62 число 4, нажав клавиши **4** **x←П** **2** ;
 - 5) пустите программу на счет с адреса 00, нажав клавиши **В/0** , **С/П** ;
 - 6) прочтите результат на индикаторе: **I2,56637** см².
- Для вычисления площади круга диаметром 5 и 1,8 см выполните следующее:

Нажимаемые клавиши					Индикация	
5	x←П	2	В/0	С/П	I9,634953	
1	.	8	x←П	2	В/0	С/П
					2,54469	

6.3. Команды переходов

6.3.1. Команда безусловного перехода реализуется клавишей **БП** . Эта команда прерывает естественный порядок выполнения команд программы и осуществляет переход к выполнению команды, указанной в адресе (табл. 6).

Таблица 6

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
...
I1	БП	51
I2	4 2	42

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
...
42	+	I0
...

В этом фрагменте программы по адресу I1 записана команда безусловного перехода (БП). По адресу I2 записан адрес перехода. При исполнении программы в режиме "Автоматическая работа" переход осуществляется на адрес 42, т. е. к выполнению операции сложения.

6.3.2. Команды перехода по условию ($x > 0$, $x < 0$, $x = 0$, $x \neq 0$) реализуется клавишей **F** и клавишей условия **x > 0** , **x < 0** , **x = 0** , **x ≠ 0** . С помощью этих команд проверяют содержимое регистра X на выполнение заданного условия. Если условие не выполняется, то следующей по программе будет исполнена команда, адрес которой указан непосредственно за командой условного перехода. Если условие выполняется, то следующей по программе будет исполнена команда, записанная в программе после адреса перехода. При этом адрес перехода не принимается (табл. 7).

Таблица 7

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
...
I4	F x²	22
I5	F x=0	5E
I6	3 8	38
I7	+	I0
...
38	4	04
39	-	I1
...

В этом фрагменте по адресу I5 записана команда перехода по условию $x=0$. Эта команда проверяет содержимое регистра X на выполнение условия. Если содержимое регистра $X=0$, то осуществляется переход на адрес I7 (выполнение операции сложения), если не равно, то осуществляется переход к выполнению команды, записанной в программе по Э8 адресу.

6.3.3. Команда перехода на подпрограмму реализуется клавишей [III]. С помощью этой команды реализуется переход на подпрограмму по адресу, указанному непосредственно после команды перехода и запоминается адрес следующей команды в стеке возврата (табл. 8).

Таблица 8

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
...
I7	[III]	53
I8	[9] [0]	90
I9	[B↑]	0E
...
89	[-]	II
90	[2]	02
9I	[B/0]	52

В этом фрагменте по адресу I7 записана команда перехода на подпрограмму. При выполнении этой команды происходит переход к выполнению шагов подпрограммы, записанной с адреса 90, и запоминается адрес основной программы I9 в стеке возврата.

6.3.4. Команда возврата из подпрограммы реализуется клавишей [B/0]. С помощью этой команды из стека возврата произ-

водится вызов адреса, записанного по команде перехода на подпрограмму [III], и осуществляется переход по этому адресу к выполнению шагов основной программы.

В предыдущем фрагменте эта команда записана по адресу 9I. По этой команде происходит вызов из регистра стека возврата адреса I9 и возврат к исполнению шагов программы, записанных с этого адреса.

6.3.5. Команда косвенного безусловного перехода по модифицированному адресу реализуется клавишами [K], [BII] и клавишей адресуемого регистра ([0] либо [I] ... [9], [a], [B], [c], [d]). При исполнении этой команды производится модификация адреса, хранящегося в адресуемом регистре, индекс которого входит в команду, и переход к исполнению команды, записанной по новому (модифицированному) адресу. Модификация адреса происходит в зависимости от номера регистра, входящего в команду. Если команда содержит номер одного из регистров R60, R61, R62, R63, то при исполнении команды из содержимого регистра (адреса перехода) вычитается единица, если номер одного из регистров R64, R65, R66, то к содержимому этих регистров прибавляется единица, если номер одного из регистров R67, R68, R69, R6a, R6b, R6c, R6d, то содержимое этих регистров не изменяется.

Покажем модификацию адреса, хранящегося в адресуемых регистрах, при выполнении команд [K], [BII], [3]; [K], [BII], [6]; [K], [BII], [a].

Нажмите клавиши [B/0], [F], [ПРГ] и введите в память микрокалькулятора программу, приведенную в табл. 9.

Таблица 9

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	4	04
01	В	0В
02	К БП 3	83
03	Ф V	2I
04	2	02
05	+	10
06	К БП 4	84
07	+	10
08	3	03
09	x	I2
10	К БП a	8-
11	-	11
12	С/П	50

Используя свойства адресуемых регистров, входящих в команды косвенных безусловных переходов, можно выполнить различную комбинацию операций в зависимости от чисел, записанных в адресуемых регистрах R63, R64, R6a, и начального адреса выполнения программы.

Для выполнения вычислений $(4 + 2) \cdot 3$ необходимо осуществить переходы по адресам, указанным стрелками в табл. 9, в регистры R63, R64, R6a записать числа 5, 7, I2 соответственно, и произвести пуск программы с адреса 00.

Для этого перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши **Ф**, **АВТ** и выполните следующие операции:

1) нажмите клавиши:

- 5** **x→П** **3** - запись числа 5 в регистр R63 ;
- 7** **x→П** **4** - запись числа 7 в регистр R64 ;
- I 2** **x→П** **a** - запись числа I2 в регистр R6a ;
- В/0** - подготовка счета по программе с адреса 00.

2) проконтролируйте содержимое адресуемых регистров R63, R64, R6a до выполнения программы:

Нажимаемые клавиши	Индикация
П→x 3	5, <input type="text"/> Содержимое регистра R63
П→x 4	7, <input type="text"/> Содержимое регистра R64
П→x a	I2, <input type="text"/> Содержимое регистра R6a

3) пустите программу на счет в потактовом режиме, нажав клавишу **III**. Одно нажатие клавиши **III** соответствует одному выполненному шагу программы ;

4) проконтролируйте по индикатору результат выполнения каждого шага программы ;

5) если после выполнения очередного такта программы необходимо проверить адрес следующей выполняемой команды, перейдите в режим "Программирование", нажав клавиши **Ф**, **ПРТ**, и прочтите показание счетчика следующей команды, затем перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши **Ф**, **АВТ** и пустите программу на счет, нажав клавишу **III** (потактовое прохождение программы) либо клавишу **С/П** (автоматическое выполнение вычислений по программе) ;

6) проконтролируйте содержимое регистров после выполнения программы:

Нажимаемые клавиши	Индикация	
$\boxed{P \rightarrow X}$ $\boxed{3}$	$\boxed{00000004,}$	Модифицированный адрес в регистре R63
$\boxed{P \rightarrow X}$ $\boxed{4}$	$\boxed{00000008,}$	Модифицированный адрес в регистре R64
$\boxed{P \rightarrow X}$ \boxed{a}	$\boxed{00000012,}$	Модифицированный адрес в регистре R6a

7) контроль содержимого адресуемых регистров можно произвести и после выполнения такта программы, но для того, чтобы последовательность операций не нарушилась, восстановите результат потактовой операции, занеся его в регистр X.

6.3.6. Команды косвенных переходов по условию реализуются клавишей \boxed{K} , клавишей условия ($\boxed{x=0}$ либо $\boxed{x \neq 0}$, $\boxed{x > 0}$, $\boxed{x < 0}$ и клавишей адресуемого регистра ($\boxed{0}$ либо $\boxed{1} \dots \boxed{9}$, \boxed{a} , \boxed{b} , \boxed{c} , \boxed{d}). С помощью этой команды проверяют содержимое регистра X на выполнение заданного условия.

Если условие не выполняется, то происходит модификация адреса, хранящегося в адресуемом регистре, индекс которого входит в команду (см. п. 6.3.5), и осуществляется переход к выполнению команды, записанной по модифицированному адресу.

Если условие выполняется, то осуществляется переход к выполнению следующей команды. При этом адрес, записанный в адресуемом регистре, не модифицируется.

Составим программу решения уравнения $y = -9x^2 + e^{2x}$ для $x > 0$ и, если в результате вычисления получится $y > 0$, то к его значению прибавьте $\sin x$, если $y < 0$, то к его значению прибавьте $\operatorname{tg} x$ (табл. 10). Для реализации этих условий в программу введе-

Таблица 10

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	\boxed{I}	0I
01	$\boxed{9}$	09
02	$\boxed{x \rightarrow P}$ \boxed{b}	4L
03	$\boxed{9}$	09
04	$\boxed{P \rightarrow X}$ \boxed{I}	6I
05	\boxed{F} $\boxed{x^2}$	22
06	\boxed{x}	I2
07	$\boxed{x \rightarrow P}$ $\boxed{2}$	42
08	$\boxed{P \rightarrow X}$ \boxed{I}	6I
09	$\boxed{2}$	02
10	\boxed{x}	I2
11	\boxed{F} $\boxed{e^x}$	I6
12	$\boxed{P \rightarrow X}$ $\boxed{2}$	62
13	$\boxed{-}$	II
14	\boxed{K} $\boxed{x < 0}$ \boxed{b}	CL
15	$\boxed{P \rightarrow X}$ \boxed{I}	6I
16	\boxed{F} $\boxed{\operatorname{tg}}$	IE
17	$\boxed{+}$	IO
18	$\boxed{C/P}$	50
19	$\boxed{P \rightarrow X}$ \boxed{I}	6I
20	\boxed{F} $\boxed{\sin}$	IC
21	$\boxed{+}$	IO
22	$\boxed{C/P}$	50

на команда косвенного перехода по условию $\boxed{K} \boxed{x < 0} \boxed{B}$.

Исходные данные (значение x) предлагается записывать в регистр $RG1$ в режиме "Автоматическая работа". Вычисление $y = -9x^2 + e^{2x}$ записано в программе по адресам 03-13, адрес перехода, входящий в команду $\boxed{K} \boxed{x < 0} \boxed{B}$, записан по адресам 00-02, вычисление $tg x$ и $sin x$ записано по адресам 15-16, 19-20 соответственно.

При выполнении программы наличие команды косвенного перехода по адресу 14 приводит к тому, что осуществляется анализ результата вычисления $y = -9x^2 + e^{2x}$. Если в результате анализа окажется, что $y > 0$, то осуществляется переход на адрес 19, если $y < 0$, то выполняется последовательность команд, записанных в программе с адреса 15. Переходы в программе отмечены стрелками.

Например, необходимо найти значение функции y для $x=1, 2, 3, 4$. Для этого выполните следующие операции:

- 1) перейти в режим "Программирование", нажав клавиши $\boxed{E/O} \boxed{F}$, $\boxed{ПРГ}$ и занесите программу (табл. 10);
- 2) перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши $\boxed{F} \boxed{АВТ}$;
- 3) установите переключатель Г/Р/ТРД в положение "Р";
- 4) занесите в регистр $RG1$ значение $x=1$, нажав клавиши $\boxed{I} \boxed{x \rightarrow П} \boxed{Г}$;
- 5) установите начало счета программы с адреса 00, нажав клавишу $\boxed{B/O}$;
- 6) пустите программу на счет, нажав клавишу $\boxed{C/П}$.

На индикаторе должно быть $\boxed{-5,35365-02}$ (значение y при $x=1$).

Затем выполните следующие операции:

	Нажимаемые клавиши	Индикация	
2	$\boxed{x \rightarrow П} \boxed{I} \boxed{B/O} \boxed{C/П}$	$\boxed{19,507444}$	Значение y при $x=2$
3	$\boxed{x \rightarrow П} \boxed{I} \boxed{B/O} \boxed{C/П}$	$\boxed{322,56986}$	Значение y при $x=3$
4	$\boxed{x \rightarrow П} \boxed{I} \boxed{B/O} \boxed{C/П}$	$\boxed{2836,2007}$	Значение y при $x=4$

6.3.7. Команда косвенного перехода на подпрограмму реализуется клавишами \boxed{K} , \boxed{III} и клавишей адресуемого регистра ($\boxed{0}$ либо $\boxed{I} \dots \boxed{9}$, \boxed{a} , \boxed{b} , \boxed{c} , \boxed{d}). С помощью этой команды производится модификация адреса, хранящегося в адресуемом регистре, индекс которого входит в команду (см. п. 6.3.5), запись следующей команды в стек возврата и переход к исполнению команды, записанной по модифицированному адресу.

Составим программу (табл. II) решения квадратного уравнения с произвольным значением коэффициентов $ax^2 + bx + c = 0$, в котором корни квадратного уравнения определяются по формулам

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}; \quad x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Значения коэффициентов "а" предполагается записывать в регистр RGa , "b" - в регистр RGb , "с" - в регистр RGc в режиме "Автоматическая работа", а результат вычисления корня X_1 - в регистр $RG1$, корня X_2 - в регистр $RG2$ в процессе выполнения программы.

Вычисление дискриминанта $D = b^2 - 4ac$ оформим в виде подпрограммы (адреса 19-27), обращение к которой будет осуществляться с помощью команды $\boxed{K} \boxed{III} \boxed{7}$. Исполнение этой команды приводит к тому, что в регистре стека возврата запоми-

Таблица II

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код	Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	I	0I	19	П→x a	6-
01	9	09	20	П→x c	6C
02	x→П 7	47	21	x	I2
03	K III 7	-7	22	4	04
04	+	10	23	x	I2
05	П→x a	6-	24	П→x B	6L
06	+	I3	25	F x ²	22
07	2	02	26	←→	I4
08	+	I3	27	-	II
09	x→П I	4I	28	F √	2I
10	K III 7	-7	29	П→x B	6L
11	←→	I4	30	/-/	0L
12	-	II	31	B/O	52
13	П→x a	6-			
14	+	I3			
15	2	02			
16	+	I3			
17	x→П 2	42			
18	C/П	50			

нается адрес команды, (04 при первом исполнении и II - при втором) и переход на I9 адрес, с которого записано вычисление дискриминанта. Адрес перехода в программе записан по адресам 00-02.

Примечание. Если значение дискриминанта при решении уравнения будет меньше 0, то корни X_1 и X_2 будут мнимыми и на индикаторе микрокалькулятора будет индицироваться "ЕГТОГ".

Например, необходимо определить корни квадратного уравнения $3x^2 + 2x - 1 = 0$

Для этого выполните следующие операции:

- 1) перейдите в режим "Программирование", нажав клавиши **B/O**, **F**, **ПРГ**, и занесите программу (табл. II), если программа до этого не была занесена;
- 2) перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши **F**, **АВТ**;
- 3) занесите в регистры памяти значения коэффициентов "а", "в" и "с":

Нажимаемые клавиши	Индикация
3 x→П a	3, <input type="text"/>
2 x→П B	2, <input type="text"/>
I /-/ x→П c	-1, <input type="text"/>

4) установите начало счета программы с адреса 00, нажав клавишу **B/O**;

5) пустите программу на счет, нажав клавишу **C/П**, и прочтите значение X_2 на индикаторе **-1,** . Нажмите клавиши **П→x**, **I** и прочтите значение X_1 на индикаторе **3,333333 -0 I**.

6.3.8. Команда косвенной записи в регистр, реализуется клавишами **К**, **х→П** и клавишей адресуемого регистра (**0** - **d**). С помощью этой команды производится модификация содержимого адресуемого регистра, индекс которого входит в команду (см. п. 6.3.5), и запись содержимого регистра X в регистр, соответствующий полученному модифицированному коду.

В табл. I2 приведены модифицированные коды, которые могут получиться при выполнении команды косвенной записи, и номера регистров, в которые записывается информация регистра X по данному модифицированному коду.

Таблица I2

Модифицированный код	Регистр, соответствующий коду
00000000,	R60
00000001,	R61
00000002,	R62
00000003,	R63
00000004,	R64
00000005,	R65
00000006,	R66
00000007,	R67
00000008,	R68
00000009,	R69
00000010,	R6a
00000011,	R6b
00000012,	R6c
00000013,	R6d

Действия команды косвенной записи в режиме "Автомати-

ческая работа" можно проиллюстрировать следующими примерами:

Нажимаемые клавиши	Индикация
I 4	I4, [] Запись числа I4 в регистр X
х→П 0	I4, [] Запись числа I4 в регистр R60
К х→П 0	I4, [] Модификация кода в регистре R60 и запись числа I4 в регистр R6d
П→х 0	000000I3, [] Проверка содержимого регистра R60
П→х d	I4, [] Проверка содержимого регистра R6d
5	5, [] Запись числа 5 в регистр X
К х→П 0	5, [] Модификация кода в регистре R60 и запись числа 5 в регистр R6c
П→х 0	000000I2, [] Проверка содержимого регистра R60
П→х c	5, [] Проверка содержимого регистра R6c

6.3.9. Команда косвенной индикации вызова реализуется клавишами **К** **П→х** и клавишей адресуемого регистра.

С помощью этой команды производится модификация содержимого адресуемого регистра (п. 6.3.5) и вызов в регистр X содержимого того регистра, который соответствует модифицированному коду (табл. I2).

Действие этой команды проиллюстрируем следующим образом:

Нажимаемые клавиши

Индикация

Запись числа 4 в регистр R64

Запись числа 10 в регистр R65

Запись числа 20 в регистр R66

Запись числа 30 в регистр R67

Модификация числа, находящегося в регистре R64 ($4+I=00000005$), и вызов содержимого регистра R65 в регистр X

Вызов модифицированного числа из регистра R64 в регистр X

Модификация числа, находящегося в регистре R64 ($00000005 + I = 00000006$) и вызов содержимого регистра R66 в регистр X

Вызов модифицированного кода регистра R64 в регистр X

Например, для решения выражения $\sum_{i=1}^4 (2tg \frac{X_i}{3} + 4)$ для $X_i = 1, 2, 3, 4$ можно использовать команду косвенной индикации вызова.

В этом выражении число циклов вычисления i и максимальное значение X равны 4. Для записи этих значений используем регистр R63. Циклы вычислений организуем с помощью клавиш

. При каждом исполнении этой команды из содержимого регистра R63 вычитается 1, затем содержимое этого

регистра вызывается в регистр X, где оно с помощью команды условного перехода по $x=0$ проверяется на нуль. Если содержимое регистра $X \neq 0$, то осуществляется переход к выполнению вычислений $2tg \frac{X_i}{3} + 4$ и накоплению результатов вычислений в регистре R65. Если содержимое регистра X равно нулю, то осуществляется переход к выполнению команды вызова содержимого из регистра R65 в регистр X и останову вычислений.

Программа вычисления выражения $\sum_{i=1}^4 (2tg \frac{X_i}{3} + 4)$ приведена в табл. 13.

В программе команда находится до команды вызова значения X_i , поэтому исходные данные должны вводиться в регистр R63 в виде $X_i + I$. Вычисления по программе схематически изображены на рис. 5.

Чтобы вычислить выражение $\sum_{i=1}^4 (2tg \frac{X_i}{3} + 4)$, выполните следующие операции:

- 1) очистите регистр R65, нажав клавиши , , , если до этого регистр R65 использовался ;
- 2) перейдите в режим "Программирование", нажав клавиши , , ;
- 3) введите программу (табл. 13) ;
- 4) перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши , ;
- 5) подготовьте счет программы с нулевого адреса, нажав клавишу ;
- 6) введите исходные данные, нажав клавишу ;
- 7) установите переключатель Г/Р/ТРД в положение "Р" ;
- 8) пустите программу на счет, нажав клавишу .

На индикаторе должно индицироваться .

Если необходимо повторить счет, то очистите регистр

БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ

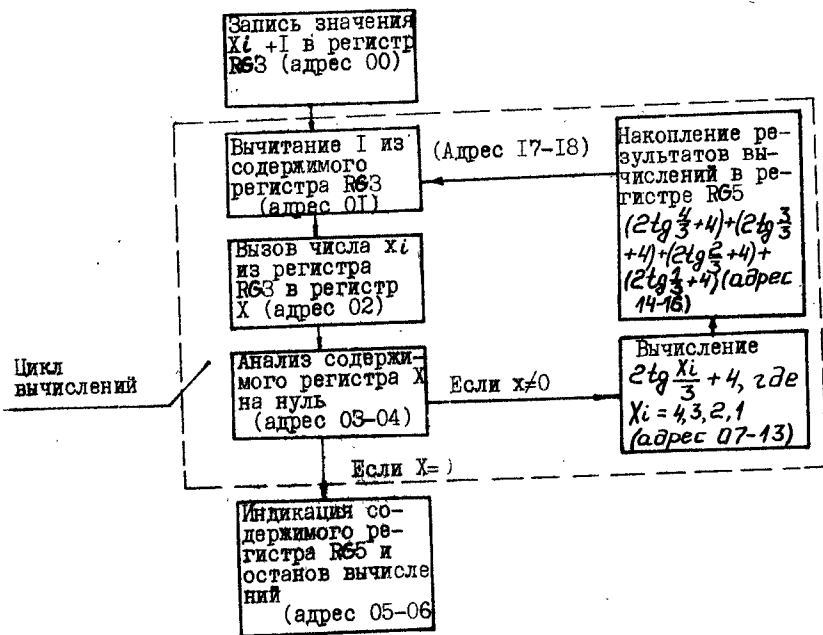


Рис. 5.

Таблица 13

Адрес	Клавиши	Код
00	$x \rightarrow \Pi$ 3	43
01	K $\Pi \rightarrow x$ 3	13
02	$\Pi \rightarrow x$ 3	63
03	F $x=0$	5E
04	0 7	07
05	$\Pi \rightarrow x$ 5	65
06	C/П	50
07	3	03
08	+	13
09	F tg	1E
10	2	02
11	x	12
12	4	04
13	+	10
14	$\Pi \rightarrow x$ 5	65
15	+	10
16	$x \rightarrow \Pi$ 5	45
17	БП	5I
18	0 I	0I

R65, нажав клавиши **Сх** **х→П** **5**, введите исходные данные $X_i=5$, затем нажмите клавиши **В/О**, **С/П**

6.3.10. Команды организации циклов реализуются клавишами **F**, **L0** (либо **L1**, **L2**, **L3**) При нажатии клавиши **L0** (**L1**, **L2**, **L3**) происходит обращение к регистру R60 (R61, R62, R63). При каждом обращении к регистру из содержимого этого регистра вычитается единица и производится анализ его содержимого на ноль. Если содержимое регистра не равно нулю, то осуществляется переход к выполнению команды, записанной по адресу перехода, следующему за командой цикла, если равно нулю, то выполняется команда, записанная в программе за адресом перехода.

Составим программу решения примера $\sum_{i=1}^4 (2tg \frac{X_i}{3} + 4)$ для $X_i = 1, 2, 3, 4$, используя клавиши **F** **L0**. Исходные данные (число циклов i и максимальное число X_i) запишем в регистр R60. Для накопления результатов вычислений $2tg \frac{X_i}{3} + 4$ используем регистр R65. Программа вычисления примера приведена в табл. I4, схема вычислений показана на рис. 6.

При выполнении последнего цикла вычислений, когда выполняется команда **F** **L0**, из содержимого регистра R60 (цифры I) вычитается единица и анализируется результат вычитания на ноль. Так как результат вычитания I-I равен нулю, то осуществляется переход к выполнению команды останова. Однако, если потребитель пожелает проверить содержимое регистра R60, нажав клавиши **П→х** **L0**, то он увидит на индикаторе **00000001**.

Для вычисления примера выполните следующие операции:

1) перейдите в режим "Программирование" на адрес 00, нажав клавиши **В/О**, **F**, **ПРГ**;

2) введите программу (табл. I4);

БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ

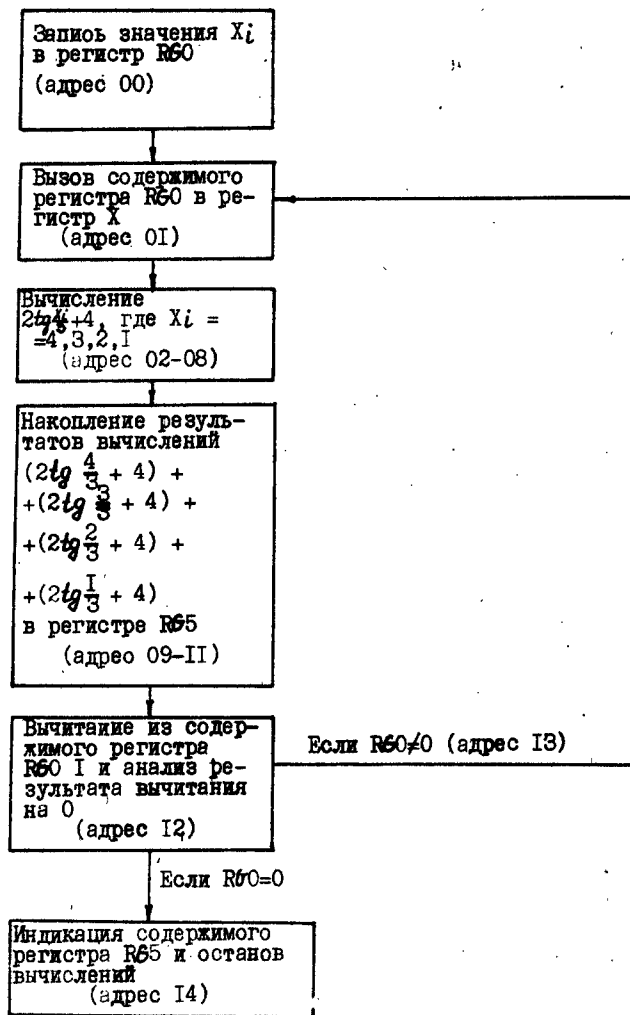


Рис. 6.

Таблица I4

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	$\boxed{x \rightarrow П}$ $\boxed{0}$	40
01	$\boxed{П \rightarrow x}$ $\boxed{0}$	60
02	$\boxed{3}$	03
03	$\boxed{+}$	I3
04	\boxed{P} \boxed{tg}	IE
05	$\boxed{2}$	02
06	\boxed{x}	I2
07	$\boxed{4}$	04
08	$\boxed{+}$	I0
09	$\boxed{П \rightarrow x}$ $\boxed{5}$	65
I0	$\boxed{+}$	I0
II	$\boxed{x \rightarrow П}$ $\boxed{5}$	45
I2	\boxed{P} \boxed{LO}	5Г
I3	$\boxed{0}$ \boxed{I}	0I
I4	$\boxed{C/П}$	50

- 3) перейдите в режим "Автоматическая работа", нажав клавиши \boxed{F} \boxed{ABT} ;
- 4) очистите регистр R05, нажав клавиши \boxed{Cx} , $\boxed{x \rightarrow I}$, $\boxed{5}$;
- 5) введите исходные данные (число 4), нажав клавишу $\boxed{4}$;
- 6) установите переключатель Г/Р/ГРД в положение "Р" ;
- 7) подготовьте счет по программе с адреса 00, нажав клавишу $\boxed{B/O}$;
- 8) пустите программу на счет, нажав клавишу $\boxed{C/П}$;
- 9) прочтите результат на индикаторе $\boxed{29,644467}$.

7. ПРИМЕРЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПО ПРОГРАММАМ

7.1. Нахождение сложного процента

Требуется найти один из четырех взаимосвязанных параметров (n, i, H, K) по трем известным с помощью следующих формул:

$$n = \frac{\ln(K/H)}{\ln(1+i/100)}$$

$$i = [(K/H)^{1/n} - 1] \times 100,$$

$$H = K(1+i/100)^{-n},$$

$$K = H(1+i/100)^n$$

- где n - число периодов времени ;
 i - размер процента за период времени ;
 H - начальная величина накопления ;
 K - конечная величина накопления.

Распределим исходные данные по регистрам памяти:

- RG2 - n ;
- RG3 - i ;
- RG4 - H ;
- RG5 - K .

Вычисление часто встречающейся величины $I + i/100$ оформим в виде подпрограммы, которую запишем с адреса 46.

Программу вычисления параметра n запишем с адреса 00.

После вычисления по программе величины $(I + i/100)$ находим натуральный логарифм от этой величины и результат заносим в регистр памяти RG6, который используется для хранения промежуточных результатов.

Из регистра RG5 вызываем значение параметра K , а из регистра RG4 - значение параметра H и после вычисления $\ln(K/H)$ вызываем из регистра памяти RG6 значение $\ln(I + i/100)$. После деления этих величин получаем значение параметра n .

Программу вычисления параметра i запишем по адресам I2-28, параметра H - по адресам 29-37, параметра K - по адресам 38-45. Инструкция работы с программой приведена в табл. 15, программа - в табл. 16. Рассмотрим эту задачу для конкретного случая.

Предположим, что в некоторую отрасль промышленности первоначально было вложено 270 млн. руб. При этом запланировано 12% годовой прироста, из которой 7,5% будет отчисляться на расширение производства.

Требуется узнать, чему будет равна общая сумма вклада в отрасль через 6 лет.

Здесь:

- $n = 6$;
- $i = 7,5$;
- $H = 270$;
- $K = ?$

ИНСТРУКЦИЯ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

Операции	Нажимаемые клавиши
1. Включите микрокалькулятор	
2. Перейдите в режим "Программирование"	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="ПРГ"/>
3. Занесите программу	<input type="button" value="□"/> <input type="button" value="□"/>
4. Перейдите в режим "Автоматическая работа"	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="АВТ"/>
5. Занесите исходные данные в регистры памяти п - в RG2	<input type="button" value="x→П"/> <input type="button" value="2"/>
i - в RG3	<input type="button" value="x→П"/> <input type="button" value="3"/>
H - в RG4	<input type="button" value="x→П"/> <input type="button" value="4"/>
K - в RG5	<input type="button" value="x→П"/> <input type="button" value="5"/>
6. По трем параметрам, занесенным в регистры памяти в качестве исходных данных, вычислите четвертый неизвестный: п	<input type="button" value="В/О"/> <input type="button" value="С/П"/>
i	<input type="button" value="ВП"/> <input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="С/П"/>
H	<input type="button" value="ВП"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="9"/> <input type="button" value="С/П"/>
K	<input type="button" value="ВП"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="8"/> <input type="button" value="С/П"/>

Таблица 16

ПРОГРАММА

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	<input type="button" value="ПП"/>	53
01	<input type="button" value="4"/> <input type="button" value="6"/>	46
02	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="ln"/>	18
03	<input type="button" value="x→П"/> <input type="button" value="6"/>	46

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
04	<input type="button" value="П→x"/> <input type="button" value="5"/>	65
05	<input type="button" value="П→x"/> <input type="button" value="4"/>	64
06	<input type="button" value="+"/> <input type="button" value="I3"/>	I3
07	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="ln"/>	18
08	<input type="button" value="П→x"/> <input type="button" value="6"/>	66

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
09	[+]	I3
10	[x→П] [2]	42
11	[C/П]	50
12	[П→x] [5]	65
13	[B↑]	0E
14	[П→x] [4]	64
15	[+]	I3
16	[B↑]	0E
17	[П→x] [2]	62
18	[F] [I/X]	23
19	[←→]	I4
20	[F] [xY]	24
21	[I]	0I
22	[-]	II
23	[I]	0I
24	[0]	00
25	[0]	00
26	[X]	I2
27	[x→П] [3]	43
28	[C/П]	50
29	[III]	53
30	[4] [6]	46
31	[F] [xY]	24
32	[F] [I/X]	23

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
33	[B↑]	0E
34	[П→x] [5]	65
35	[X]	I2
36	[x→П] [4]	44
37	[C/П]	50
38	[III]	53
39	[4] [6]	46
40	[F] [xY]	24
41	[B↑]	0E
42	[П→x] [4]	64
43	[X]	I2
44	[x→П] [5]	45
45	[C/П]	50
46	[П→x] [3]	63
47	[I]	0I
48	[0]	00
49	[0]	00
50	[+]	I3
51	[I]	0I
52	[+]	I0
53	[B↑]	0E
54	[П→x] [2]	62
55	[←→]	I4
56	[B/O]	52

В соответствии с инструкцией работы с программой выполняем операции, указанные в ш. 1-4 табл. 15. Затем вводим известные величины n, l, N соответственно в регистры памяти RG2, RG3 и RG4.

Для выхода на адрес, с которого начинается вычисление параметра K , выполняем операцию безусловного перехода, нажав клавиши [B↑], [3], [8] и пускаем программу на счет, нажав клавишу [C/П].

На индикаторе читаем результат: 416,6914 млн. руб.

7.2. Вычисление суммы /S/ или произведения /P/ числовой последовательности

Вычисления производятся по следующим формулам:

$$S = \sum_{i=1}^n i; \quad P = \prod_{i=1}^n i$$

Инструкция работы с программой приведена в табл. 18, программа - в табл. 19.

7.3. Вычисление математического ожидания статистического набора величин

Вычисления производятся по формуле

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Инструкция работы с программой приведена в табл. 17 программа - в табл. 20.

ИНСТРУКЦИЯ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ.

Операции	Нажимаемые клавиши
1. Включите микрокалькулятор	
2. Перейдите в режим "Программирование"	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="ПРГ"/>
3. Занесите программу	<input type="text"/> ... <input type="text"/>
4. Очистите программный счетчик	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="АВТ"/> <input type="button" value="В/0"/>
5. Наберите число X_i	<input type="text"/> ... <input type="text"/>
6. Вычислите среднее число X	<input type="button" value="С/П"/>
7. Повторите операции, указанные в пп. 5, 6 при работе с очередным членом последовательности	
8. Контроль $\sum_{i=1}^n X_i$	<input type="button" value="П→X"/> <input type="button" value="2"/>
9. Контроль $-n$	<input type="button" value="П→X"/> <input type="button" value="3"/>

7.4. "Баллистическая" задача о метании тела под углом к горизонту

Вычисления расстояния, пролетаемого телом, производятся по формуле

$$S = \frac{U^2 \cdot \sin \alpha}{g},$$

где U - скорость тела, м/с ;

α - угол метания в градусах ;

g - ускорение свободного падения (9,81 м/с²) ;

S - расстояние, м.

Инструкция работы с программой приведена в табл. 21, программа - в табл. 22.

ИНСТРУКЦИЯ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

Операция	Нажимаемые клавиши
1. Включите микрокалькулятор	
2. Перейдите в режим "Программирование"	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="ПРГ"/>
3. Занесите программу	<input type="text"/> ... <input type="text"/>
4. Очистите программный счетчик	<input type="button" value="F"/> <input type="button" value="АВТ"/> <input type="button" value="В/0"/>
5. Наберите на клавиатуре значение n	<input type="text"/> ... <input type="text"/>
6. Вычислите величины S или P	<input type="button" value="С/П"/>
7. Для вычисления суммы с новым значением n выполните операции, указанные в п. 5,6	

Таблица 19

ПРОГРАММА

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	<input type="button" value="X→П"/> <input type="button" value="2"/>	42
01	<input type="button" value="I"/>	01
02	<input type="text"/>	11
03	<input type="button" value="X→П"/> <input type="button" value="3"/>	43
04	<input type="button" value="P"/> <input type="button" value="X≠0"/>	57
05	<input type="button" value="I"/> <input type="button" value="3"/>	13
06	<input type="button" value="B↑"/>	0E
07	<input type="button" value="П→X"/> <input type="button" value="2"/>	62
08	<input type="button" value="+"/> или <input type="button" value="X"/>	10(12)

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
09	<input type="button" value="X→П"/> <input type="button" value="2"/>	42
10	<input type="button" value="П→X"/> <input type="button" value="3"/>	63
11	<input type="button" value="B↓"/>	51
12	<input type="button" value="0"/> <input type="button" value="I"/>	01
13	<input type="button" value="П→X"/> <input type="button" value="2"/>	62
14	<input type="button" value="С/П"/>	50
15	<input type="button" value="B↓"/>	51
16	<input type="button" value="0"/> <input type="button" value="0"/>	00
17		

Таблица 20

ПРОГРАММА

Адрес	Нажимаемые клавиши	Код
00	$x \rightarrow \Pi$ 2	42
01	I	01
02	$x \rightarrow \Pi$ 3	43
03	$\Pi \rightarrow x$ 2	62
04	С/П	50
05	В	0E
06	$\Pi \rightarrow x$ 2	62
07	+	10
08	$x \rightarrow \Pi$ 2	42
09	$\Pi \rightarrow x$ 3	63
10	I	01
11	+	10
12	$x \rightarrow \Pi$ 3	43
13	В	0E
14	$\Pi \rightarrow x$ 2	62
15	\leftrightarrow	14
16	+	13
17	С/П	50
18	БП	51
19	0 5	05

Таблица 21

ИНСТРУКЦИЯ РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ

Операции	Нажимаемые клавиши
1. Включите микрокалькулятор	
2. Перейдите в режим "Программирование"	F ПРГ
3. Занесите программу	□ ... □
4. Очистите программный счетчик	F АВТ В/О
5. Установите переключатель Г/Р/ГРД в положение "Г", наберите на клавиатуре значение α	□ ... □
6. Выполните операцию ввода	В
7. Наберите на клавиатуре значение скорости в м/с	□ ... □
8. Вычислите расстояние S в метрах	С/П
9. Для вычисления расстояния с новым значением α и U выполните инструкцию, начиная с п. 5	

ПРОГРАММА

Таблица 22

Адрес	Клавиши	Код
00	<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> X ²	22
01	<input type="checkbox"/> ←	14
02	<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> sin	11
03	<input type="checkbox"/> X	12
04	<input type="checkbox"/> 9	09
05	<input type="checkbox"/> .	0-
06	<input type="checkbox"/> B	08
07	<input type="checkbox"/> I	01
08	<input type="checkbox"/> +	13
09	<input type="checkbox"/> C/π	50
10	<input type="checkbox"/> БП	51
11	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 0	00

8. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА

8.1. Техническое обслуживание микрокалькулятора должно производиться специалистом, ознакомившимся с настоящим техническим описанием и инструкцией по эксплуатации.

8.2. Правильность работы микрокалькулятора следует проверить по тесту контроля функционирования микрокалькулятора, приведенному в приложении.

9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

9.1. Микрокалькуляторы могут транспортироваться в транспортной таре любым видом транспорта на любые расстояния в условиях, не превышающих нижеперечисленное:

температура окружающей среды от минус 50 до +50°C ;
относительной влажности воздуха 95% при температуре 30°C ;

атмосферном давлении от 86 до 106 кПа (645-795 мм рт.ст.),
ударных нагрузках с ускорением 147 м/с² (15g) и длительностью импульса 5-10 мс.

Тара, в которой производится транспортирование микрокалькуляторов, должна быть защищена от прямого воздействия атмосферных осадков, солнечной радиации и механических повреждений.

9.2. Микрокалькулятор должен храниться в сухом отапливаемом помещении в упаковке изготовителя при температуре воздуха от 1 до 40°C, при относительной влажности воздуха не более 90% и при отсутствии в воздухе кислотных, щелочных и других агрессивных примесей.

Срок хранения - не более 1 года.

ТЕСТ КОНТРОЛЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА

№ теста	Положение переключателя ПРГРД	Нажимаемые клавиши	Индикация											
			I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0			0,											
I		F 7	3, I	4	I	5	9	2	6					
2		F ln	I, I	4	4	7	2	9	8					
3		F /9	5, 8	7	0	2	9	8	5	-	0	2		
4		F 10 ^x	I, I	4	4	7	2	9	8					
5		F x ^y	I,											
6	"Г"	F sin	I, 7	4	5	2	4	0	5	-	0	2		
7		F cos	9, 9	9	9	9	9	9	6	-	0	I		
8		F tg	I, 7	4	5	5	0	6	3	-	0	2		
9		F tg ⁻¹	9, 9	9	9	9	9	9	2	-	0	I		
10	"P"	F cos ²	4, 4	7	2	I	3	6	I	-	0	4		
11		F sin ²	4, 4	7	2	I	3	6	3	-	0	4		
12	"ГРД"	F sin	7, 0	2	4	8	I	6	I	-	0	6		
13		F cos ²	9	9, 9	9	9	5	5	2					
14		Cx	0,											
15		x→II 4	0,											
16		I 4	I	4										
17		x→II 0	I	4,										
18		B/O	I	4,										
19		F ПРТ									0	0		
20		K x→II 0	L	0							0	I		
21		F L0	5	Г		L	0				0	2		
22		I 3	I	3		5	Г		L	0	0	3		
23		F LI	5	L		I	3		5	Г	0	4		

№ теста	Положение переключателя ПРГРД	Нажимаемые клавиши	Индикация											
			I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24		0 9	0	9		5	L		I	3		0	5	
25		I	0	I		0	9		5	L		0	6	
26		7	0	7		0	I		0	9		0	7	
27		x→II 3	4	3		0	7		0	I		0	8	
28		K БП 3	8	3		4	3		0	7		0	9	
29		II→x d	6	Г		8	3		4	3		I	0	
30		+	I	3		6	Г		8	3		I	I	
31		БП	5	I		I	3		6	Г		I	2	
32		0 3	0	3		5	I		I	3		I	3	
33		II→x 0	6	0		0	3		5	I		I	4	
34		БП	5	I		6	0		0	3		I	5	
35		0 0	0	0		5	I		6	0		I	6	
36		x	I	2		0	0		5	I		I	7	
37		II→x 7	6	7		I	2		0	0		I	8	
38		+	I	0		6	7		I	2		I	9	
39		F L2	5	8		I	0		6	7		2	0	
40		2 5	2	5		5	8		I	0		2	I	
41		F L3	5	-		2	5		5	8		2	2	
42		2 5	2	5		5	-		2	5		2	3	
43		БП	5	I		2	5		5	-		2	4	
44		2 7	2	7		5	I		2	5		2	5	
45		БП	5	I		2	7		5	I		2	6	
46		2 I	2	I		5	I		2	7		2	7	

№ теста	Положение переключателя ГИРРА	Нажимаемые клавиши	Индикация											
			I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47		К $x \rightarrow \Pi$ 4	L	4		2	I		5	I		2	8	
48		F $x < 0$	5	Г		L	4		2	I		2	9	
49		3 I	3	I		5	Г		L	4		3	0	
50		К НОП	5	4		3	I		5	Г		3	I	
51		F $x = 0$	5	Е		5	4		3	I		3	2	
52		3 5	3	5		5	Е		5	4		3	3	
53		БП	5	I		3	5		5	Е		3	4	
54		3 9	3	9		5	I		3	5		3	5	
55		III	5	3		3	9		5	I		3	6	
56		5 4	5	4		5	3		3	9		3	7	
57		F $x > 0$	5	9		5	4		5	3		3	8	
58		3 3	3	3		5	9		5	4		3	9	
59		II \rightarrow x 9	6	9		3	3		5	9		4	0	
60		-	I	I		6	9		3	3		4	I	
61		F $x \neq 0$	5	7		I	I		6	9		4	2	
62		6 0	6	0		5	7		I	I		4	3	
63		.	0	4		6	0		5	7		4	4	
64		7	0	7		0	4		6	0		4	5	
65		$x \rightarrow \Pi$ 6	4	6		0	7		0	4		4	6	
66		\leftrightarrow	I	4		4	6		0	7		4	7	
67		К $x > 0$ 6	9	6		I	4		4	6		4	8	
68		К $x = 0$ 6	Е	6		9	6		I	4		4	9	
69		К $x < 0$ 6	7	6		Е	6		9	6		5	0	

№ теста	Положение переключателя ГИРРА	Нажимаемые клавиши	Индикация											
			I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
70		К $x < 0$ 6	L	6		7	6		Е	6		5	I	
71		F x^2	2	2		L	6		7	6		5	2	
72		БП	5	I		2	2		L	6		5	3	
73		5 7	5	7		5	I		2	2		5	4	
74		F $\sqrt{\quad}$	2	I		5	7		5	I		5	5	
75		F I/x	2	3		2	I		5	7		5	6	
76		B/O	5	2		2	3		2	I		5	7	
77		6	0	6		5	2		2	3		5	8	
78		2	0	2		0	6		5	2		5	9	
79		$x \rightarrow \Pi$ B	4	L		0	2		0	6		6	0	
80		К III B	-	L		4	L		0	2		6	I	
81		C/II	5	0		-	L		4	L		6	2	
82		F Bx	0			5	0		-	L		6	3	
83		F e^x	I	6		0			5	0		6	4	
84		B/O	5	2		I	6		0			6	5	
85		F АВТ	I	4,										
86		B/O	I	4,										
87		C/II	6, I	8	7	8	4	8				-	0 5	
88		F \odot	6	2,										
89		F \odot	9	3,	9	0	2	6	5	I				
90		F \odot	4	7,										
91		II \rightarrow x I	I	0,	4	2	8	5	7	I				
92		II \rightarrow x 2	-	9	9	9	9	9	9	9				

