

Михаил Степанищев,
Юлия Солнцева

Новая жизнь «Электроники»

Современной молодежи, для которой компьютер так же естественен и привычен, как для более старшего поколения, например, телевизор, вряд ли знаком термин «программируемый калькулятор». Но многие наверняка помнят, как впервые появились эти устройства, как копилась деньги на их приобретение, какой восторг вызвала возможность задать этой машинке программу и получить результат... Сколько радости дарила возможность творчества в области программирования... Как выходили новые, все более совершенные модели... МК-61... МК-52... Программируемые микрокалькуляторы (ПМК) в нашей стране стали первыми персональными вычислительными машинами. Хотя их возможности были весьма ограниченными, использовались они практически повсеместно.

Существует большой класс задач, для решения которых оптимальным средством стала вычислительная машина с возможностями ПМК. Это задачи с небольшим количеством входных числовых параметров. Современным пользователям трудно представить, что на калькуляторе можно было решать дифференциальные и алгебраические уравнения, обращать матрицы, проводить спектральный анализ и выполнять множество других вычислений. Научные сотрудники обрабатывали на калькуляторах данные экспериментов. Инженеры рассчитывали усилительные каскады и несущие элементы. Студенты с их помощью выполняли лабораторные и курсовые работы. Школьники решали задачи по физике и математике. Для калькуляторов создавались даже игровые программы, причем в немалом количестве. Все это оказалось возможным благодаря мощной и гибкой системе команд, заложенной в ПМК.

Может быть, отчасти именно как дань тем восторженным ощущениям по поводу первых ПМК инженеры новосибирского НПП «Семико» разработали и весной этого года запустили в производство изделие, продолжающее линейку МК. "Электроника МК-152" является развитием серии программируемых калькуляторов. (Подробности см. по адресу <http://mk.semico.ru>) Казалось бы, начинать производство подобных устройств в век сверхмощных компьютеров и КПК совершенно бесперспективно и бессмысленно, но... как показывает опыт, они находят своего покупателя.

Идея создания новой модели портативной ЭВМ возникла в связи с производственной необходимостью в надежном, дешевом и удобном вычислительном устройстве. Потребовалось заменить «глючные» и дорогие компьютеры, которые «зависают», ломаются и устаревают, на что-либо более удобное в использовании и доступное.

Круг потребителей весьма широк — от рабочих до академиков разных специальностей: техники, инженеры, научные сотрудники, преподаватели, студенты, школьники, индивидуальные производители и т.д. Особенно востребованным это устройство может быть в удаленных от столицы районах, где еще не развита сеть дистрибуторов «продвинутого» оборудования и где цена на технику имеет огромное значение. (Стоимость «Электроники МК-152» составляет около 6 тыс. руб. и, учитывая невысокий уровень доходов в «глубинке», можно предположить, что этот фактор немаловажен.)

К достоинствам машин такого класса относится готовность к вычислениям сразу после включения питания, простая и понятная система команд, обзримые и хорошо документированные аппаратные и программные средства. Калькуляторы не требуют загрузки операционной системы, управляющая программа отлажена и одинакова во всех экземплярах. Вирусами они также не заражаются. Программы просты, не требуют особых затрат труда на разработку и совершенно бесплатны. Их может создавать человек, практически незнакомого с программированием, но хорошо знающего свою сферу деятельности.

Основное назначение новинки — автоматизация в малых и средних лабораторных и промышленных технологических установках. Второе достоинство — значительное упрощение и ускорение численных расчетов. Это может быть полезно для научных работников, инженеров и студентов (ведь результат расчета на ЭВМ получить гораздо проще и быстрее, чем на компьютере). Третье — возможность использовать ЭВМ для обучения информатике в школах и программированию в институтах. Четвертая возможная сфера применения — техническое творчество. Даже такая небольшая программа, как метроном, уже может заменить отдельное изделие. Написать аналогичную утилиту на компьютере или КПК можно, конечно, но есть альтернатива. В этой маленькой ЭВМ есть таймеры, часы реального времени и возможность управлять внешними объектами. Оставлять ее включенной в отсутствие человека вполне допустимо. Поэтому здесь возможности ограничены только фантазией. Техническая документация на ЭВМ доступна всем желающим — разумеется, бесплатно.

"Электроника МК-152" обладает расширенной системой команд, совместимой с калькуляторами БЗ-34, МК-61, МК-52. Большинство существующих программ ПМК могут выполняться на ЭВМ без каких-либо изменений — это дает возможность использовать уже имеющуюся базу готовых программ. (Инженерами и научными сотрудниками в Советском Союзе было создано огромное количество подобных программ. Справочники и техническая литература в то время выпускались миллионными тиражами, и они до сих пор имеются во многих библиотеках.)

В общем клавишные ЭВМ — это особый тип вычислительных машин, специализированный для решения задач определенного класса. Если проводить аналогии с транспортом, то легковой автомобиль не является маленьким грузовиком или большим велосипедом. МК-152, в свою очередь, ликвидирует разрыв между высокопроизводительным профессиональным инструментом и ручным трудом в сфере автоматизации умственной деятельности.

С одной стороны, можно рассматривать наследника советских ПМК — самый крупный по размерам калькулятор — как курьез, с другой стороны, как известно, предложение рождается под влиянием спроса, ведь «если звезды зажигают, значит, это кому-то нужно»...

Конструктивные параметры

Габаритные размеры ЭВМ — 250x180x75 мм.

Масса — 0,9 кг.

Максимальная потребляемая мощность ЭВМ без внешних устройств — не более 5 Вт.

Разрешение графического экрана — 128x64.

Условные функциональные обозначения органов управления выполнены в соответствии с ГОСТ 24097-86.

Краткие технические характеристики

Система счисления — десятичная.

Способ представления десятичных чисел — с естественной и плавающей запятой.

Разрядность чисел с естественной запятой — 12 десятичных разрядов.

Количество одновременно отображаемых десятичных разрядов чисел с естественной запятой — 8 разрядов.

Разрядность мантиссы чисел с плавающей запятой — 12 десятичных разрядов.

Количество одновременно отображаемых десятичных разрядов мантиссы чисел с плавающей запятой — 8 разрядов.

Разрядность порядка чисел с плавающей запятой — два десятичных разряда.

Диапазоны представляемых чисел:

- с естественной запятой — от -99999999 до -1, число 0, от 1 до 99999999;
- с плавающей запятой — от $-9,999999 \cdot 10^{99}$ до -10^{-99} и от 10^{-99} до $9,999999 \cdot 10^{99}$;

- байтовые значения — целые числа от 0 до 255.

Количество основных команд — 241.

Типы команд — безадресные, одноадресные.

Длина одной команды — от 1 до 3 байт.

Методы адресации — регистровый, прямой, косвенный, косвенно-автоинкрементный, косвенно-автодекрементный.

Архитектура арифметическо-логического устройства — стековая.

Число регистров стека — 4.

Число регистров предыдущего результата — 1.

Число регистров памяти:

- для хранения десятичных чисел — 1000;
- для хранения байтовых значений — 7168.

Емкость электронного блокнота, десятичных чисел — 65 536.

Объем внутреннего электронного диска — 524 288 байт.

Емкость памяти программ — 10 000 байт.

Количество уровней вложения подпрограмм — 64.

Среднее время выполнения команд:

- арифметических — 0,5 мс;
- извлечения квадратного корня — 2 мс;
- "нет операции" — 50 мкс.

Параметры ввода-вывода

Последовательный интерфейс Стык С2 (RS-232C) с возможностью многоточечного подключения по ГОСТ 18145-81.

Параллельный интерфейс с возможностью выбора режима работы:

- - статический режим, непосредственное управление сигналами порта;
- - режим совместимости (Centronics), диаграммы обмена соответствуют ИПП-М (SPP);
- - режим двунаправленного обмена, диаграммы обмена соответствуют IEEE 1284-1994 (EPP).

Примеры программ для ПК

Решение квадратного уравнения

Программа для решения квадратного уравнения на ПК так же традиционна, как вывод "Hello, World" в учебниках по Си. И это неспроста. Нахождение корней алгебраических уравнений — типичная задача обработки числовых данных, не требующая больших вычислительных ресурсов.

Вспомним математику. Корни x_1 и x_2 квадратного уравнения:

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

определяются по формулам:

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

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Напишем программу, которая решает это уравнение. Такую простую программу можно набрать в ЭВМ прямо из головы, глядя только на формулы.

Положим $RA=a$, $RB=b$, $RC=c$. Это означает, что перед запуском программы в перечисленные регистры следует занести нужные коэффициенты. Регистр RD используем для хранения дискриминанта:

$$D=b^2-4ac.$$

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
0x	ИПВ	F x ²	4	ИПА		ИПС	x	-	П D	ИПВ
1x	/- /	ИПD	F √	+	2	ИПА	x		ИПВ	/- /
2x	ИПD	F √	-	2	ИПА	x	:	С/П		

Программа занимает 28 байт. Здесь и далее для перемещаемых программ небольшого размера будут приведены адреса в пределах одной страницы, т.е. 100 шагов. В ЭВМ программы старых калькуляторов могут быть загружены в любую страницу памяти, но будем предполагать, что программа записана в нулевую страницу — с адреса 0000. Это позволит переходить на начало программы нажатием клавиши "В/О".

В адресах 00-08 вычисляется дискриминант. В 09-17 находится первый корень, в 18-26 — второй. После останова по адресу 27 в регистрах стека X и Y будут корни уравнения. Если уравнение не имеет действительных корней, то после попытки нахождения квадратного корня из отрицательного числа по адресу 12 возникнет ошибка и будет выведено сообщение "ERROR". Для повторения расчета следует занести в память новые коэффициенты и нажать клавиши "В/О", "С/П".

Для решения школьных задач эта программа вполне пригодна. Она одинаково выполняется как на старых калькуляторах, так и ЭВМ. Хотя результат расчета по одной и той же программе на них может отличаться вследствие различной погрешности при вычислениях.

После незначительных и очевидных сокращений можно получить следующую программу длиной 24 байта. Имея некоторый опыт ее также несложно составить в уме и ввести в ЭВМ без предварительной записи на бумаге.

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
0x	ИПВ	F x ²	4	ИПА	ИПС	x	x	-	F √	ПД
1x	ИПВ	-	2	ИПА	x	ПЗ	:	ИПВ	ИПД	+
2x	/-/	ИПЗ	:	С/П						

При этом не следует рассматривать сокращение размера программы как особую цель. Глубокая оптимизация программ в калькуляторах была зачастую вынужденной мерой, в ЭВМ же ресурсов куда больше. Программа, если она разрабатывается для решения конкретной задачи, должна быть оптимальна не только по размеру и быстродействию, но и по трудозатратам.

Вычисление площади хвои

В биологии при определении первичной продуктивности требуется значение площади ассимиляционного аппарата растения, которая для хвойных пород деревьев обычно определяется расчетным путем [2, 3].

Площадь хвои сосны обыкновенной можно определить по формуле Тирена [1] (цитируется по [2]):

$$S = 0,9 * \pi / 2 * (1,137 A + B) * L,$$

- где S — площадь,
 A — ширина хвои,
 B — толщина хвои,
 L — длина хвои.

Программа может выглядеть так:

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
0x	9	F π	*	2	О	:	П1	1	,	1
1x	3	7	П2	С/П	П3	F О	<->	ИП2	*	+
2x	ИПЗ	*	ИП1	*	БП	13				

Эта программа занимает 26 байт. Константы вычисляются и записываются в регистры R1 и R2 при первом запуске. Порядок работы следующий:

1. Нажать В/О, С/П. После останова на индикаторе X=1,137.
2. Ввести значения A ↑ B ↑ L. Под ↑ имеется в виду операция занесения числа в стек клавишей "В↑".
3. Нажать С/П. После останова в RX значение S.
4. Повторить с п. 2 для следующего набора значений A, B, L.

При желании можно составить и более короткую программу:

ИП2; *; +; *; ИП1; *; С/П; БП; 00.

Не имеет смысла даже записывать ее в таблицу, поскольку она занимает всего 9 байт. Несмотря на это, пользоваться ей почти так же:

1. Перед первым запуском занести в регистры значения R1=1,4137; R2=1,137.
2. Ввести значения L ↑ B ↑ A. Нажать С/П.
3. После останова в X значение S.
4. Повторить с п.2 для следующего набора значений A, B, L.

Литература:

1. Tiren L. Om barrytans hos tabebestand über die Grosse der Nadelflache einiger Kieferbestande. — Medd. Statens Skogssforskningsinst, 1927, N 2-3.
2. Карманова И.В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. М.: Наука, 1976, 223 с.
3. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. М.: Наука, 1967, 100 с.: илл.

Применение ЭВМ при изучении информатики

Программы ЭВМ невелики по размеру, поэтому их легко как составить, так и проверить. Возможность написать и отладить действующую программу на одном занятии позволяет выстроить процесс обучения разумным образом.

Аквариум.

Мальчик решил почистить аквариум. Начал с переселения рыб в банку. В аквариуме проживало 40 рыбок. Первую рыбку он поймал быстро, затратив 5 с, и еще 2 с потратил на переключивание в банку. Но чем меньше становилось в воде рыбок, тем труднее было их поймать. На каждую следующую рыбку он затрачивал времени больше на 5%, чем на предыдущую. Сколько минут времени он затратит на переселение рыбок?

Информатика. 7–9 класс Базовый курс. Практикум-задачник по моделированию. Под ред. Н.В. Макаровой. Спб.: Питер, 2005. —176 с.: илл. С. 89.

Школьникам эту задачу положено решать в Excel, заполнив 40 строк таблицы нужными формулами. Желающие могут самостоятельно попробовать решить эту задачу в электронной таблице, благо многие умеют ими пользоваться, и сделать должные выводы.

Решим ее на ЭВМ. Программа для решения задачи занимает 17 байт.

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
0x	ИП1	В↑	ИП2	*	П1	<->	ИП3	+	ИП4	+
1x	П4	FLO	00	6	0	:	С/П			

Перед запуском нужно записать исходные значения в регистры памяти: R0=40; R1=5; R2=1,05; R3=2; R4=0 и нажать В/О, С/П. Через 0,5 с на индикаторе появится результат — 11,399981 мин. Если есть необходимость пересчитать доли минуты в секунды, нажмем "К Г→М" и получим приблизительно 11 мин 24 с.

Для нахождения результата при других начальных значениях, что нередко требуется делать в других задачах учебника, достаточно изменить заносимые в регистры величины и повторить расчет. Например, ловля 60 рыбок из задачи займет примерно 31 мин 28 с. А составление и ввод этой программы с исходными значениями требует менее одной минуты.

Программу можно составить множеством других способов. К примеру, вынести расчет времени на переключивание рыбок в банку за пределы цикла, что более правильно. При этом не будет нужно и обнуление регистра R4 перед запуском.

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
0x	ИП0	ИП3	*	П4	ИП2	ИП1	*	П1	FBx	ИП4
1x	+	FLO	03	6	0	:	С/П			

Можно обойтись и без циклических вычислений. Для этого следует воспользоваться известной формулой суммы геометрической прогрессии [2]:

$$\sum_{j=0}^n a_j = a_0 \times \frac{1 - r^{n+1}}{1 - r}$$

где: a_0 первый член;

r — знаменатель прогрессии.

	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
0x	ИП0	ИП2	F x ^Y	1	-	ИП2	1	-	:	ИП1
1x	*	ИП0	ИП3	*	+	6	0	:	С/П	

Способ выполнения и результат расчета по обеим программам аналогичен предыдущему. Можно привести еще десятки подобных программ, дающих в итоге правильный результат.

Возможность выбора допустимых альтернативных программных решений, каждое из которых более или менее оптимально — это ценное качество ЭВМ при обучении программированию. Решение на ЭВМ позволяет определить не только формальную правильность ответа, но и самостоятельность при выполнении задачи. Кроме того, оценить выбор алгоритма решения и индивидуальный стиль каждого учащегося. Следует упомянуть, что выполненные на ЭВМ методические наработки могут быть опубликованы и использованы на протяжении многих лет.