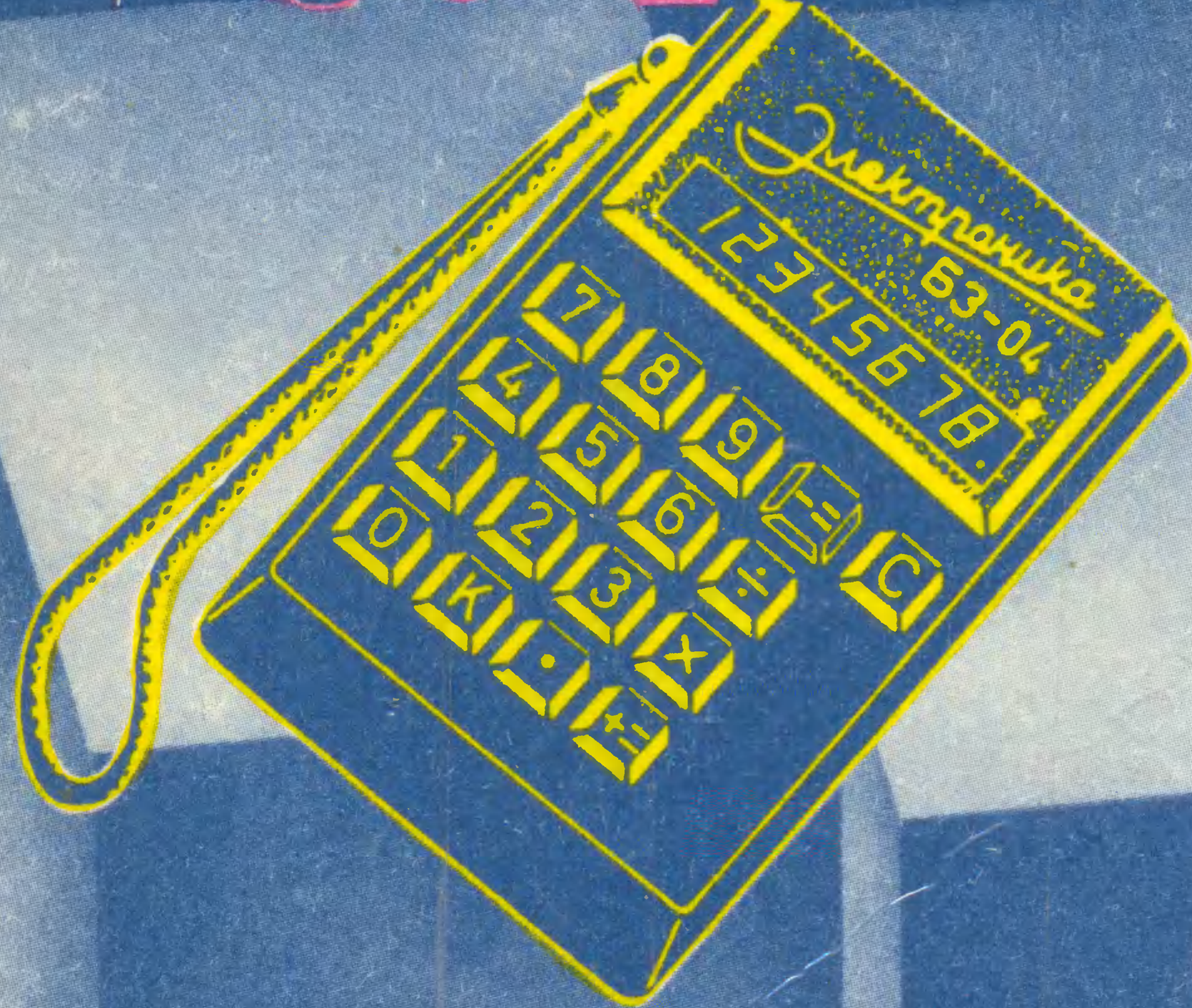
Т. Б. Романовский

МИКРО-КАЛЬКУЛЯТОРЫ В РАССКАЗАХ И ИГРАХ



Т. Б. Романовский

МИКРО-КАЛЬКУЛЯТОРЫ В РАССКАЗАХ И ИГРАХ

Минск
Издательство «Университетское»
1987

ББК 32.974
Р 69

УДК 681.321:621.382.049.77

Рецензент

Э. П. Шилтерс, кандидат физико-математических наук

Романовский Т. Б.

Р69 Микрокалькуляторы в рассказах и играх.— Мн.: изд-во «Университетское», 1987.— 192 с.: ил.

В форме коротких рассказов со многими иллюстрациями излагается история карманных ЭВМ. В первой части представлены достижения СССР и других социалистических стран в области создания микрокалькуляторов, во второй части — занимательные задачи и игры, имеющие познавательный и обучающий характер.

Первое издание вышло в 1984 году, второе — в 1987 году в Риге.

Предназначена массовому читателю, который хотел бы приобщиться к компьютерной грамотности и помочь это сделать другим.

$Р\frac{2405000000-070}{М\ 317(03)-87}$ БЗ 60—87 ББК 32.974

© Издательство «Зинатне», 1984
© Издательство «Университетское», 1987.

ПРЕДИСЛОВИЕ

После выхода в свет первого издания этой книги в 1984 году в нашей стране приняты энергичные меры по распространению компьютерной грамотности. С 1985/86 учебного года в советских школах введен новый учебный предмет «Основы информатики и вычислительной техники». Впервые в мире в масштабах целой страны утвердился единый язык записи алгоритмов. В ближайшем будущем это позволит широко, целенаправленно и эффективно внедрить разнообразную микропроцессорную технику во все области деятельности человека.

Введение единого языка записи алгоритмов существенно меняет методику обучения программированию. После приобретения знаний и навыков составления алгоритмов необходимо освоить перевод алгоритмов на язык программирования конкретной ЭВМ, доступной пользователю. В связи с этим теряют смысл споры о том, какому языку программирования следует обучать. Названные изменения учтены в представляемом читателю издании.

Первая часть книги дополнена новыми сведениями о создании микрокалькуляторов и педагогических достижениях в области внедрения

микрокалькуляторов в школе, особенно в ГДР и ЧССР. Вторая часть — «Игры» — существенно переработана. Выделены три типа игр для простейшего микрокалькулятора: числовословесные игры, игры по конструированию чисел и игры с численным экспериментированием.

Особое внимание обращается на то, что большинство простейших и инженерных микрокалькуляторов являются частично программируемыми устройствами. Возможность программирования простейших микрокалькуляторов в так называемом режиме константы делает игры с численным экспериментированием очень динамичными. Игры представляют интерес для индивидуального обучения, коллективного обучения в школе с применением максикалькулятора.

Игры с имитацией работы ЭВМ по алгоритмам с использованием бумаги, карандаша и микрокалькулятора переработаны с учетом применения алгоритмических команд, которые введены в школьный курс информатики. Чтобы к пользованию единой записью алгоритмов могли приобщаться начинающие, дается дополнительный параграф для знакомства с алгоритмическими командами. Для легкого приобретения навыков чтения алгоритмов приводятся новые алгоритмы по делению с остатком и календарные алгоритмы.

Существенно переработаны игры для программируемых микрокалькуляторов. В данном издании соответствующий параграф называется «Программируемые игры», поскольку все игры сопровождаются алгоритмами, записанными на школьном алгоритмическом языке. Это позволит перевести указанные алгоритмы на язык программирования персональных и

бытовых советских и зарубежных компьютеров. Каждый алгоритм сопровождается переводом на входной язык советских программируемых микрокалькуляторов.

Многие игры можно провести на различных уровнях трудности. Например, игра «Дуэль пчелы с оводом» запрограммирована как на уровне со случайным ответом, так и с победной стратегией. Показано, как используется в играх генератор случайных чисел. Кроме новых игр и занимательных задач дается программа для тестирования, с помощью которой можно выяснить свои психологические характеристики. Параграф «Программируемые игры» будет интересен всем, кто желает приобрести навыки программирования в переводе алгоритмов на язык конкретной ЭВМ.

Программируемые микрокалькуляторы пока остаются наиболее массовой микроЭВМ личного пользования. При помощи программируемых микрокалькуляторов можно автоматизировать обработку любых небольших числовых алгоритмов. Кроме того, немаловажно, что входной язык советских программируемых микрокалькуляторов содержит элементы одного из самых современных и мощных языков программирования ФОРТ (FORTH). Научившись переводить команды присваивания, ветвления и повторения на входной язык программируемого микрокалькулятора, обучающийся не только убеждается в реальности автоматизации умственного труда, но также приобретает навыки программирования как перевода алгоритма на язык конкретного процессора вообще.

Написанию этой книги советами и ценными замечаниями содействовали доцент Ю. Афанасьев (Тарту, СССР), А. Авоян (Ере-

ван, СССР), профессор В. Валш (ГДР), профессор Т. Варга и учитель С. Эндре (Венгрия), профессора А. Винандс и Х. Майснер (ФРГ), доцент П. Кветонь (ЧССР), директор Калькуляторного информационного центра М. Сьюдам (США), фирмы: Технический центр электроники НРБ в Москве (Болгария), «Метримпекс» (Венгрия), народное предприятие «Микроэлектроник» (ГДР), «Элтра» и «Элво» (Польша), «Оргтехника» и ЦНИИ «Электроника» (СССР). Автор выражает благодарность этим специалистам и организациям за оказанную помощь, а также рецензенту Шилтерсу Э. П. за ряд критических замечаний и советов по улучшению книги.

Т. Б. Романовский

РАССКАЗЫ

СУДЬБА ПЕРВЫХ КЛАВИШНЫХ ЭВМ

60-х годах, когда действовали уже ЭВМ второго поколения, миллионы людей продолжали вычислять с помощью счетов, механических арифмометров, таблиц и логарифмических линеек. Этими средствами проверяли даже правильность работы самих ЭВМ. Инженеры решили по подобию ЭВМ создать простейший электронный вычислитель. И в 1964 году в нашей стране появились электронные клавишные вычислительные машины (ЭКВМ). Но ЭКВМ содержали в сотни раз больше деталей, чем их механические предшественники. А чем больше деталей, тем ненадежнее устройство: увеличивается вероятность выхода его из строя. Кроме того, ЭКВМ были еще громоздки и дорогостоящи. Не удивительно, что электроника четверть века не могла вытеснить механические средства счета.

Еще не оформились конструкции первых ЭКВМ, как в электронике начался бурный процесс миниатюризации. Электроника стала осваивать схемы, детали которых измерялись тысячными долями миллиметра. Их назвали большими интегральными схемами (БИС). На площади в несколько десятков квадратных миллиметров в поверхностном слое кристалла кремния разместились тысячи транзисторов, диодов, резисторов и емкостей. Одна БИС — целый блок ЭВМ, предназначенный, например, для выполнения арифметических действий или для фор-

мирования десятичных чисел в виде электрических сигналов. Это означало, что из нескольких БИС можно создать ЭВМ. Возникла реальная возможность для производства миниатюрной ЭВМ. Препятствием явилась необходимость изготовления элементов памяти для ЭВМ из феррита. Тогда вспомнили, что из двух транзисторов можно построить электронный ключ — так называемый триггер. Как любой выключатель, триггер может находиться только в одном из двух устойчивых состояний — токопроводящем или токонепроводящем. С помощью четырех триггеров можно создать ячейку для записи, хранения или считывания одной цифры. Если нулем (0) обозначить выключенное состояние, а единицей (1) — включенное состояние, то 0111 в ячейке из четырех триггеров означает число 7. Микрокалькуляторы обычно работают с восьмизначными десятичными числами. Значит, для их хранения необходимы 32 триггера. Информацию, которую несет ячейка из четырех или 32 триггеров, можно рассматривать не только как числа, но и как слова. Следовательно, в блоке из 3200 триггеров можно хранить текст, состоящий из 100 восьмизначных слов, что достаточно для создания миниатюрной ЭВМ.

В 1971 году в нашей стране уже были созданы БИС, выполняющие роль функциональных блоков ЭВМ. Появились первые ЭКВМ на основе четырех БИС, которые были названы микрокалькуляторами (МК). Арифметические действия МК выполнял за сотые доли секунды. Механические и электромеханические арифмометры уже не могли конкурировать с ним. Микрокалькулятор стал вестником четвертого поколения ЭВМ, а электронная вычислительная техника — предметом широкого потребления.

МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР И ИЗОБРЕТЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРА

Первые БИС были узкоспециализированы: для управления светофором, для электронных весов, для цифрового вольтметра. Для того чтобы, например, автоматизировать работу стиральной машины, надо было конструировать новую БИС. Но создание новой БИС — очень дорогостоящее дело. Оно окупается только при производстве 10 или даже 100 тыс. БИС. Поэтому

в начале 70-х годов БИС внедрялись только в устройства, на которые имелся спрос в количестве не менее 100 тыс. штук.

В отличие от БИС электронные вычислительные машины универсальны. Одну и ту же ЭВМ может использовать математик для решения уравнений, физик — для управления экспериментом и экономист — для сбора и обработки статистических данных. В каждом случае меняется только программа, по которой работает ЭВМ.

Нельзя ли создать по такому же принципу универсальную БИС, которую можно было бы использовать и для светофора, и для микрокалькулятора, и для стиральной машины? Наряду с другими таким вопросом задался молодой американский инженер М. Хофф. В 1969 году японская фирма «Бусиком» заказала фирме «Интел» (США) целую серию БИС, предназначенных для программируемого настольного калькулятора. Заказ был слишком сложным, его решение требовало больших трудовложений и тем самым обещало малую прибыль. Тогда было решено сузить круг специализированных БИС, создав комплекс из четырех БИС, который можно программировать. Ведь все БИС предназначены для обработки информации, которая представляется в виде электрических сигналов. Программируемая БИС может выполнять функции любой узкоспециализированной БИС, все зависит только от программы, заложенной в ее внешнюю память.

В вычислительной технике часть ЭВМ, работающая по приказам внешней программы, называется процессором. По аналогии с процессором ЭВМ БИС, работающая по программе, записанной во внешней памяти, была названа микропроцессором. Важно отметить, что эта память часто размещается в той же БИС. Микропроцессорная БИС универсальна. Ее можно использовать для создания различных типов микрокалькуляторов, кассовых аппаратов, электронных весов и т. п. Первым таким микропроцессором был «Интел 4004» (США) — программируемая БИС размером 3×4 мм^2, содержащая 2300 транзисторов. Сообщение об этом микропроцессоре появилось в ноябре 1971 года.

К началу 70-х годов идея микропроцессора буквально «витала» в воздухе, над ней ломали голову инженеры многих коллективов. Так, в первом номере журнала «Электронная промышленность» за 1971 год читаем:

«Применение специально разработанных для ЭКВМ БИС потребовало изменения традиционного подхода к логическому проектированию... На первый план выдвигаются требования создания функциональных БИС... Учитывались требования определенной универсальности БИС, позволяющей использовать отдельные микросхемы при построении других моделей машин, отличающихся по своим функциональным возможностям». Идеи больших научных и технических открытий одновременно рождаются у нескольких людей или целых коллективов. Так было с изобретением радио, телевидения, реактивных двигателей, а в настоящее время — с созданием программируемой БИС.

Для создания микропроцессора был необходим очень высокий уровень технологии производства БИС. Поэтому долгое время они производились только в двух странах: СССР и США. Рождение и развитие микроэлектроники, БИС и микропроцессора многим обязаны освоению космоса. При создании электронных приборов для космических летательных аппаратов важнейшими критериями являются малые размеры и надежность.

Освоение технологии производства микропроцессорных БИС ускорило создание четвертого поколения ЭВМ, первенцем которого стал микрокалькулятор. Микропроцессор играет в данный момент революционизирующую роль в развитии техники. Микропроцессор можно использовать в любой задаче автоматизации, будь то регулировка зажигания в моторах, управление станком или промышленным роботом.

СТРАСТИ В МИРЕ БИЗНЕСА

В конце 1971 года в США фирма «Тексас инструментс» также сообщила о создании универсальной БИС, которую можно программировать для управления работой МК, кассовых аппаратов и измерительных приборов. Буквально через несколько месяцев еще ряд фирм («Раген присижн», «Хьюлетт — Паккард» (США), «Санио» (Япония) сообщили о создании своих МК. В западном мире началась острая борьба за рынок сбыта. В подобной ситуации 20 лет назад, когда был изобретен транзисторный радиоприемник, мировой рынок

захватили японцы. Они добились этого благодаря дешевой рабочей силе в своей стране. Чтобы история не повторилась, США монополизировали производство микросхем. В частности, они создали дочерние фирмы на Антильских островах вблизи США, где еще была дешевая рабочая сила. БИС — самая дорогая деталь МК, поэтому США вначале специализировались на производстве и продаже только БИС. Фирма «Интел» пустила в оборот свой микропроцессор «Интел 4004», а фирма «Тексас инструментс» стала продавать свою программируемую БИС «TMS 1802 NC». Такие организационные мероприятия позволили этим фирмам получить громадную прибыль. В течение нескольких лет фирма «Интел» превратилась из едва ли не мастерской с несколькими сотрудниками в одну из крупнейших электронных фирм. Другим странам западного мира пришлось довольствоваться лишь возможностью клепать пластмассовые корпуса для МК.

Естественно, что японцы не хотели мириться с таким положением дел. В 1974 году сотрудники фирмы «Тексас инструментс» Дж. Килбий, Дж. Меримен и Дж. Вантасел получили основной патент США на производство однокристального МК. В этом же году они подали свой МК для патентования в Японии, осознав, что там карманные ЭВМ будут производиться в большом количестве. И действительно, за четыре года в Японии было изготовлено 75 млн МК. Только тогда и был выдан японский патент. Все кончилось международным судом. Япония выплатила фирме «Тексас инструментс» компенсацию, сумма которой держится в секрете. Как бы то ни было, Япония захватила на сегодняшний день большую часть рынка МК.

Необузданная конкуренция скоро привела к перепроизводству МК. Если в 1972 году МК стоил в четыре раза дороже механического арифмометра, то в 1974 году простейшие МК были уже в 10 раз дешевле его. Фирмы, производящие арифмометры и логарифмические линейки, либо перешли на производство МК, либо прекратили деятельность в области ручной счетной техники. Интересно, что в 1974 году было продано рекордное число логарифмических линеек. Потом количество приобретаемых логарифмических линеек быстро и необратимо стало падать. Борьба за рынок сбыта не кончилась. Для овладения западноевропейским рынком американские фирмы в 1978 — 1979 годах свои МК в Европе продавали по сни-

женным ценам. В результате даже такая известная фирма, как «Аристо», в 1979 году свернула производство МК. Почти невероятно, но в ФРГ нет собственных фирм по производству МК.

Деятельность по созданию карманных электронных вычислителей принесла славу многим молодым инженерам. Упомянутый М. Хофф прославился созданием микропроцессора, а англичанин К. Синклер — первым МК действительно карманного размера. Его модель 1972 года массой 71 г имела размеры 140×51×6 мм. Позже он стал владельцем крупной фирмы, производящей самую дешевую в западном мире домашнюю ЭВМ.

ПЕРВЫЙ СОВЕТСКИЙ КАРМАННЫЙ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР

Первые советские настольные МК, которые появились в 1971 году, быстро завоевали популярность. ЭКВМ на основе БИС работали тихо, потребляли мало энергии, вычисляли быстро и безошибочно. Себестоимость микросхем быстро снижалась, и можно было думать о создании МК карманного размера, цена которого была бы доступна широкому потребителю.

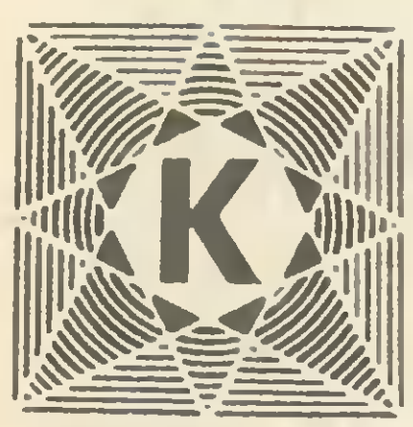
В августе 1973 года электронная промышленность нашей страны поставила задачу за один год создать электронный карманный вычислитель на микропроцессорной БИС и с жидкокристаллическим индикатором. Над этой сложнейшей задачей работала группа из 27 человек. Предстояла огромная работа: изготовить чертежи, схемы и шаблоны, состоящие из 144 тыс. точек, разместить микропроцессор с 3400 элементами в кристалле размером 5×5 мм.

Через пять месяцев работы были готовы первые образцы МК, а через девять месяцев, за три месяца до установленного срока, электронный карманный вычислитель под названием «Электроника Б3-04» (рис. 1) был сдан государственной комиссии. Уже в начале 1974 года электронный гном поступил в продажу. Это была большая трудовая победа, показавшая возможности нашей электронной промышленности. Через год появились новые, более совершенные модели карманных МК. За несколько лет было освоено 25 моделей карманных ЭКВМ, вклю-

1. Первый советский карманный МК «Электроника Б3-04» был создан в конце 1973 года. Его размеры 118×78×20 мм, масса 200 г

чая программируемые. Планомерное развитие производства позволило в 1979-м — 1980-е и в последующие годы снизить цены на МК. Отдельные модели стали дешевле в 10 раз.

ТРИ ПОКОЛЕНИЯ СОВЕТСКИХ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ В КАРТИНКАХ



ак было сказано, мозг МК размещен в большой интегральной схеме. Наибольшая часть схемы отведена под постоянную память (ПЗУ — постоянное запоминающее устройство), в которой хранятся программы. Совсем маленькую долю в кристалле занимает оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), которое состоит минимум из двух регистров (X и Y) для хранения чисел и операционного регистра (O), в котором можно записать название арифметических программ «+», «—», «×», «÷». Важной частью БИС является микропроцессор, который умеет выполнить команды, составляющие программы.

Все, что можно сделать с помощью МК,—это вызвать какую-нибудь программу. Клавишей [C] вызывается программа гашения оперативной памяти, нажатием клавиши [√] — программа вычисления квадратного корня.

Отсюда следует принцип работы с МК. Чтобы вызванной программе было на что воздействовать, в регистр X (или в оба регистра X, Y) надо записать числа:

Ввод числа	Вызов программы	Показание индикатора
[2] [5]	[√‾]	5

Ввод делимого	Ввод названия программы	Ввод делителя	Вызов программы	Показание индикатора
[2] [2] [1]	[÷]	[1] [7]	[=]	13

Программа вызывается также нажатием любой цифровой клавиши, при этом программа из цифр образует десятичное число.

В зависимости от богатства библиотеки программ в ПЗУ микрокалькулятора их делят на три группы: простейшие, инженерные и программируемые. Но даже в группе простейших МК сегодня говорят уже о трех поколениях.

Библиотека стандартных программ простейших МК кроме программ арифметических действий содержит программы «С», «/—/» (изменения знака числа), «√ », «1/X» (вычисления обратной величины), «%» и программы действий с памятью «СП» (сброс памяти), «ИП» или «П→X» (индикация памяти), «П+» (суммирование в памяти).

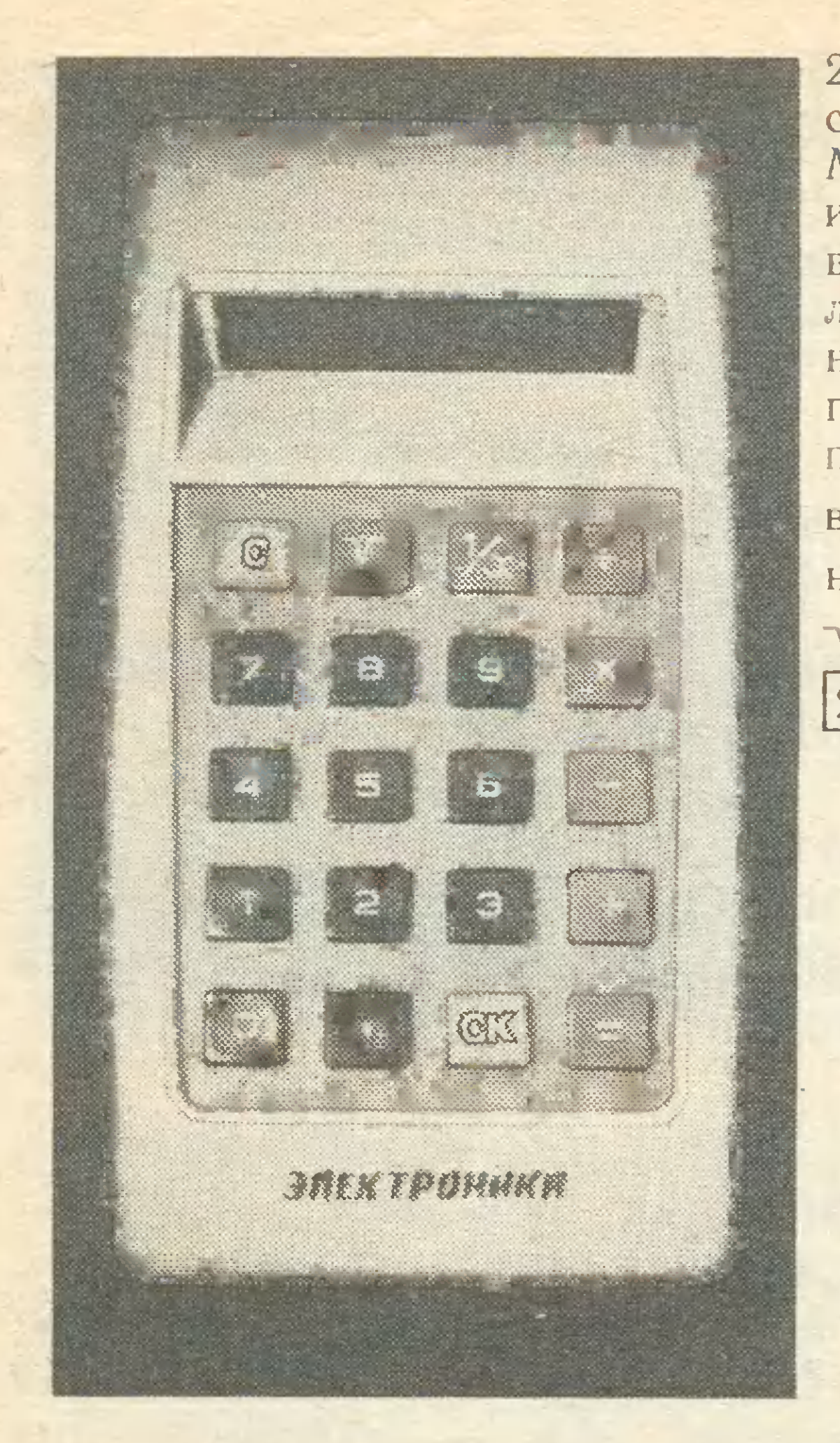
К первому поколению МК относится модель «Электроника Б3-14» (рис. 2). Индикаторы МК первого поколения изготовлялись из зеленых вакуумных лампочек или из красных светоизлучающих диодов. Эти индикаторы потребляли большую мощность. Одним комплектом батареек можно было обеспечить непрерывную работу МК в течение всего нескольких часов.

Среди МК первого поколения большую популярность приобрела модель Ленинградского объединения «Светлана» «Электроника С3-33» (рис. 3).

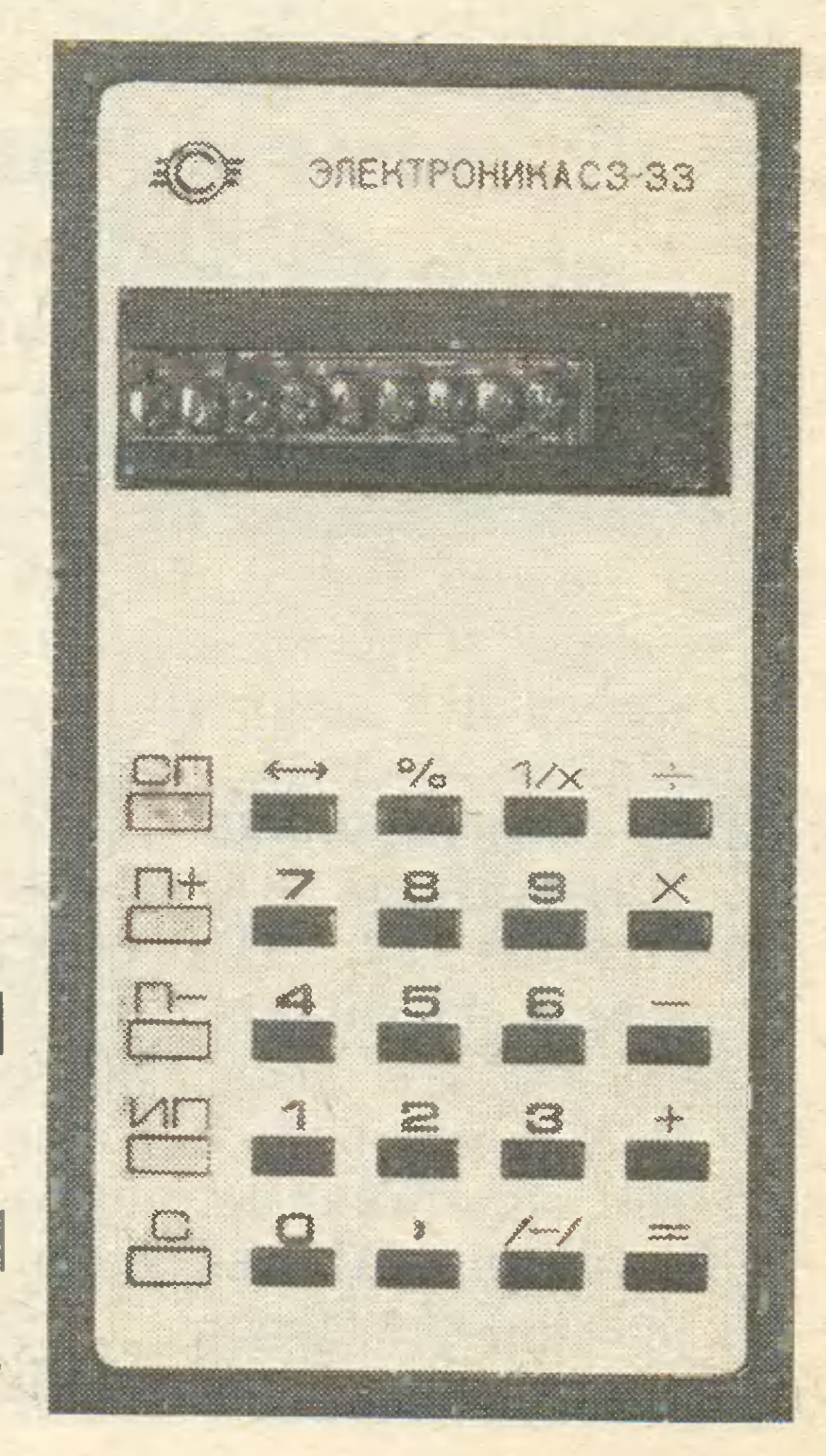
Индикаторы МК второго поколения начиная с модели «Б3-30» (рис. 4) работали уже на жидких кристаллах, а цифры на индикаторе изображались в черном цвете. Время работы этих МК возросло до 2000 ч («МК-62»).

В МК третьего поколения (рис. 5, 6) были внедрены новые экономичные микропроцессоры. Количество деталей внутри МК уменьшилось от нескольких десятков до нескольких штук.

Простейшие МК удобны, когда надо перемножить,

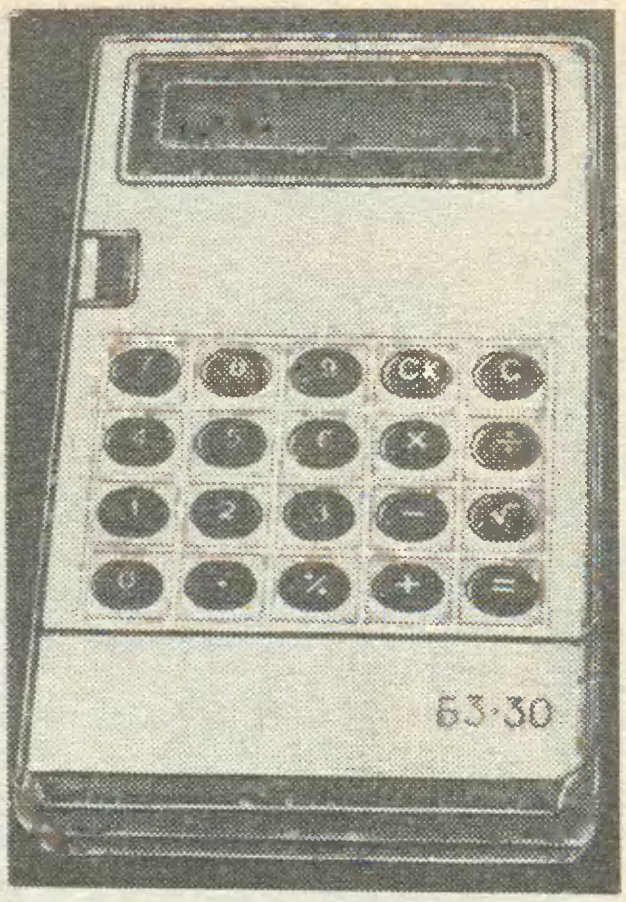


2. В 1976 году началось крупносерийное производство простейшего МК «Электроника Б3-14». Для извлечения квадратного корня и вычисления значения обратной величины в МК используется так называемая обратная польская запись: сначала набирается число, а потом указывается операция. Клавишу [=] при этом нажимать не надо. Например, для вычисления $\sqrt{2809}$ надо нажать клавиши [2][8][0][9][√]. Размеры этой модели 156×84×36 мм, масса 300 г



3. Ленинградское объединение «Светлана» одним из первых в нашей стране создало МК «Электроника С3-33» с клавишей для изменения знака числа [/—/], для обмена местами чисел [↔] и с регистром памяти с соответствующими клавишными операциями [СП] (сброс числа в регистре памяти), [П+] (суммирование в памяти), [П—] (вычитание в памяти), [ИП] (извлечение содержания памяти). Размеры этого МК 160×90×40 мм, масса 200 г

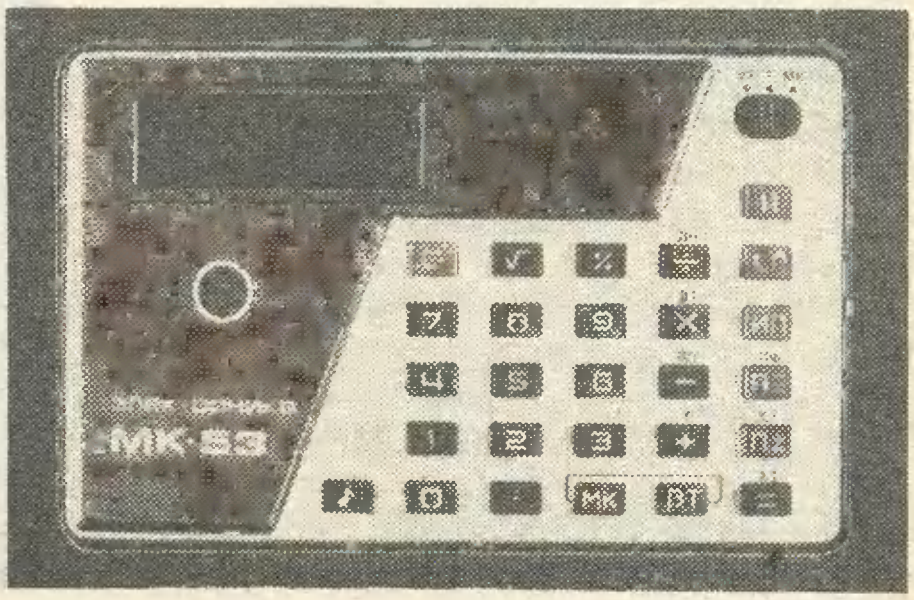
4. Микрокалькуляторы второго поколения «Электроника Б3-30» и «Б3-39» отличаются малыми размерами (110×66×10 мм) и малой массой — 65 г, а «Б3-39» — также большим временем непрерывной работы: 800 ч от одного комплекта элементов питания



суммировать, вычесть или делить два числа. Но уже при вычислении значения выражения со смешанными действиями приходится пользоваться памятью. Если на простейшем МК решается задача 3+4×5= так, как она написана, то получится неверный результат: 35. Эти МК не учитывают старшинство выполняемых действий. При нажатии клавиши [×] в приведенной задаче из ПЗУ вызывается программа «+», которая записана в операционном регистре, а после нажатия клавиши [=] — программа «×». Для получения правильного результата, чтобы сначала выполнялось умножение и потом суммирование, надо преобразовать задачу или пользоваться памятью:

[4] [×] [5] [+] [3] [=] — на индикаторе 23,

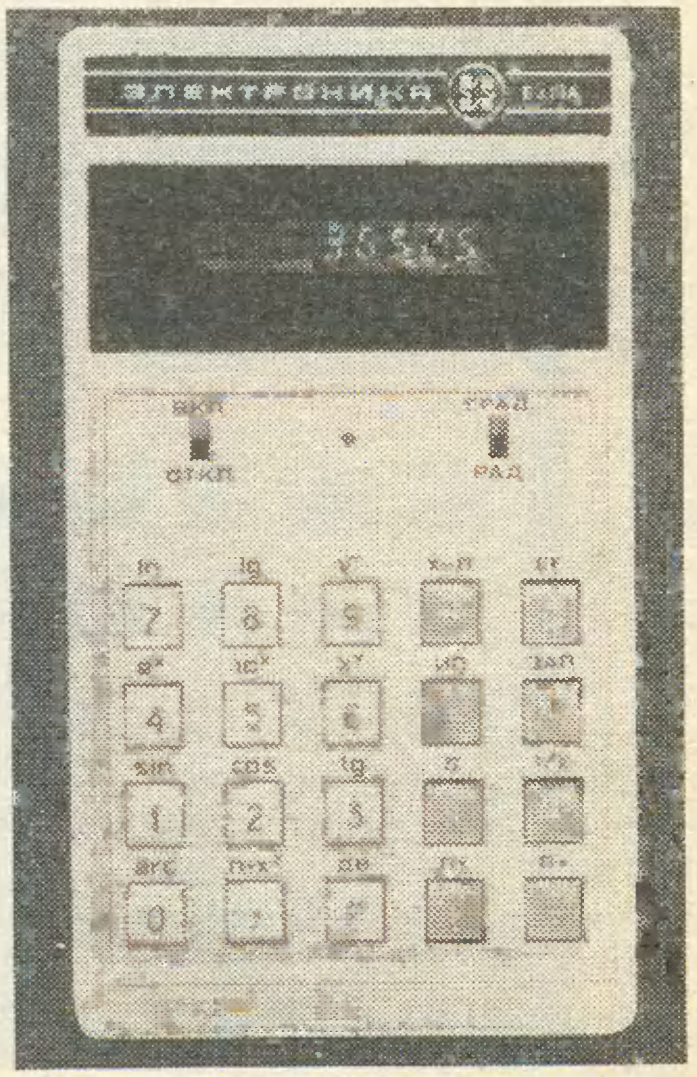
[СП] [3] [П+] [4] [×] [5] [=] [П+] [ИП] — на индикаторе 23.



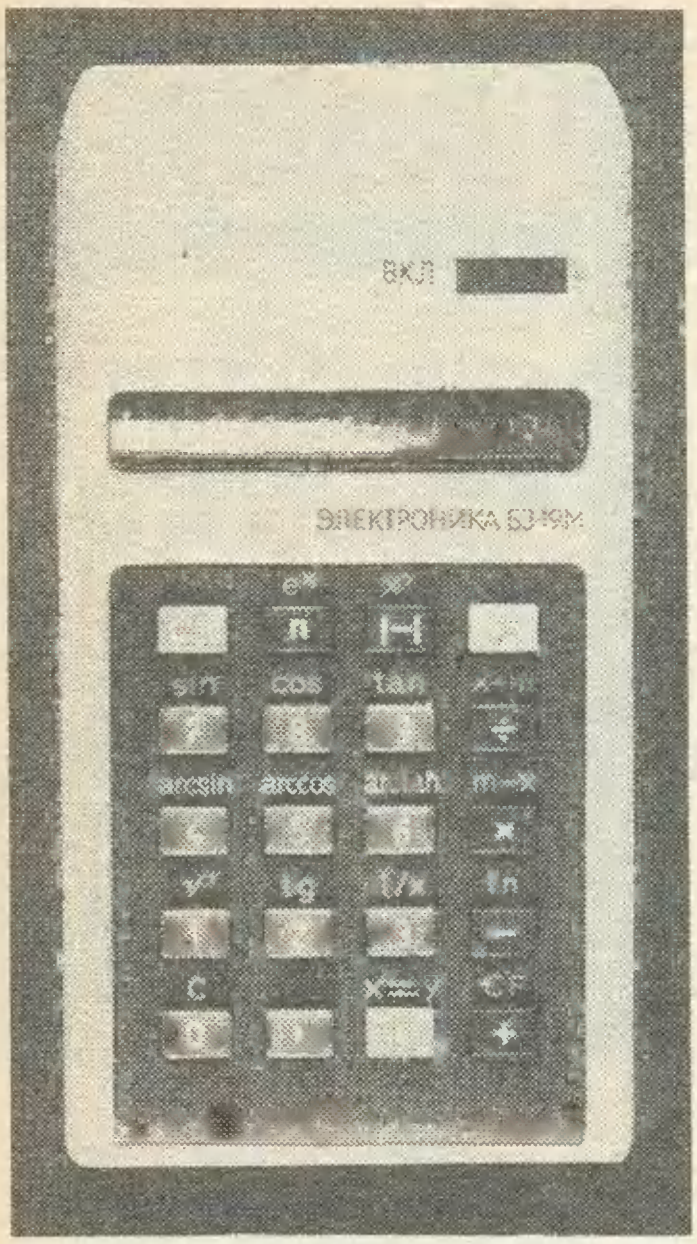
5. Первенец третьего поколения «Электроника МК-53», который одновременно является календарем, часами, секундомером и будильником, от одной батарейки для часов работает бесперебойно более 10 000 ч

6. Микрокалькулятор третьего поколения «Электроника МК-60». Время работы этого МК не ограничено, поскольку он питается от света. Пять солнечных элементов размещены под верхним окошком. Масса «МК-60» не превышает 60 г

Как видно из названия инженерного микрокалькулятора, его библиотека стандартных программ расширена с учетом нужд инженеров. Инженерный МК «Б3-18» (рис. 7) отличался от простейшего только расширенной



7. В 1976 году был освоен выпуск инженерного МК «Электроника Б3-18». В 1979 году его заменил «Б3-37» с теми же клавишными операциями. Каждая клавиша МК «Б3-18» имеет два назначения, например надпись «1/X» совмещена с клавишей деления. Если нажать клавишу [F], то при нажатии, любой другой клавиши будет выполнена операция, написанная над клавишей. Для вычисления sin 30° набирают значение угла 30, а затем нажимают клавиши [F], [sin]. Клавишу [=] нажимать не надо. Размеры этого МК 160×90×40 мм, масса 360 г



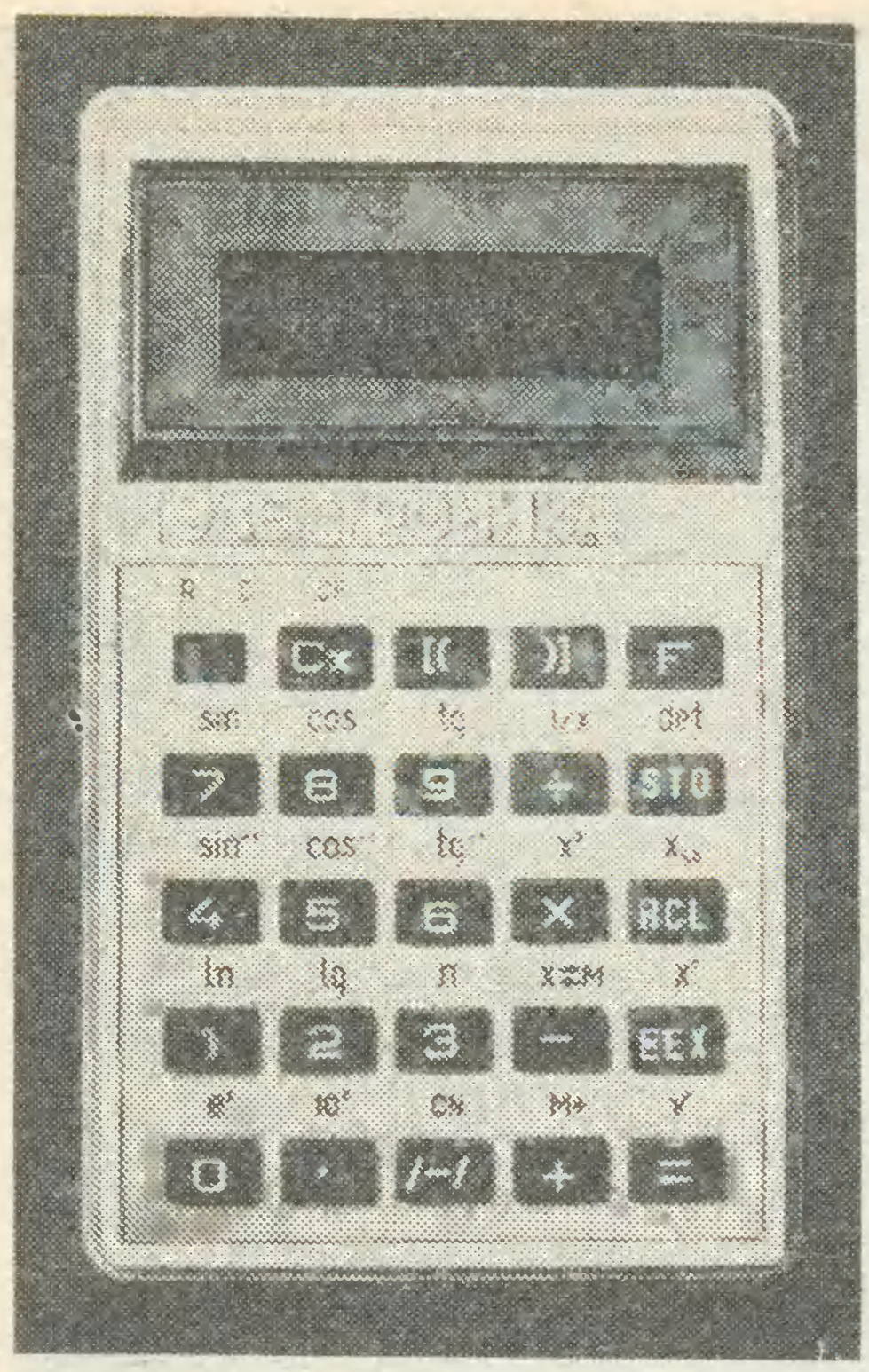
8. На МК модели «Электроника Б3-19М» отсутствует клавиша [=], но имеется другая — [↑], служащая для ввода чисел в рабочие регистры. Это позволяет провести бесскобочные вычисления смешанных арифметических выражений. Например, для вычисления 4×5+3×6 пользуются следующими клавишными операциями: 4 [↑] 5 [×] 3 [↑] 6 [×][+]. Размеры этого МК 165×86×40 мм, масса 300 г

9. Ленинградское объединение «Светлана» в 1977 году создало один из наиболее совершенных МК «Электроника С3-15», который автоматически учитывает старшинство выполняемых действий, т. е. при нажатии клавиш 3 [+] 4 [×] 5 [=] действительно получится 23. Микрокалькулятор имеет три регистра памяти, может производить вычисления с комплексными числами. Его размеры 170×90×40 мм, масса 400 г

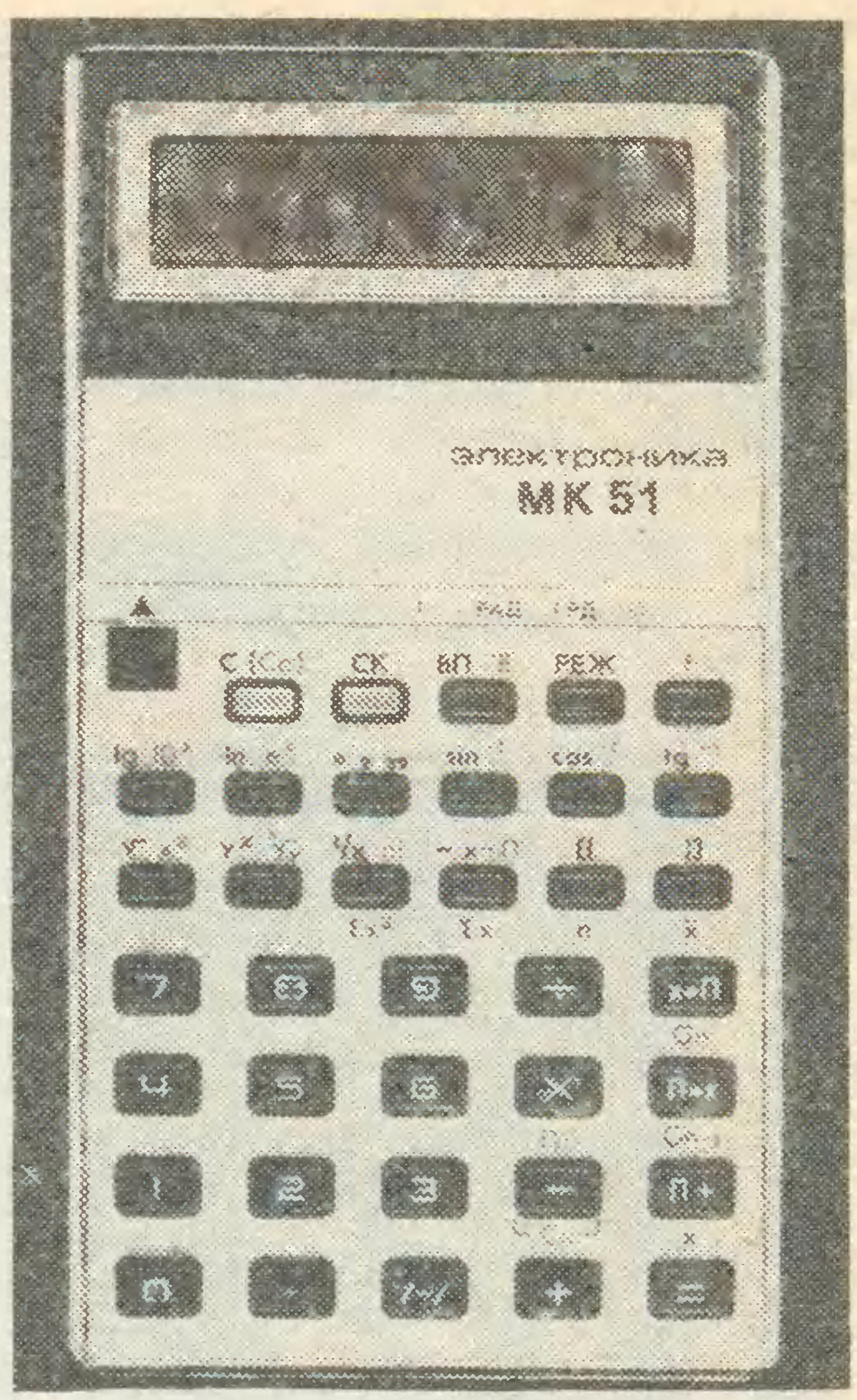
библиотекой программ для вычисления значений тригонометрических, логарифмических и степенных функций.

В 1977 году в сотрудничестве с ГДР был создан МК «Б3-19М» (рис. 8).

Дорогой, но необыкновенно высококачественный МК «Электроника С3-15» (рис. 9) до сих пор занимает веду-



10. В 1980 году был освоен выпуск инженерного МК «Электроника Б3-32» с дополнительными клавишными операциями для автоматического решения квадратных уравнений и системы линейных уравнений. Этот МК является карманным вариантом школьного МК «МКШ-2»



11. Инженерный МК третьего поколения «Электроника МК-51» позволяет автоматизировать обработку статистических данных. На табло МК сообщает о различных режимах работы, а также о переходе ко второму назначению клавишных операций

щие позиции среди других моделей. Начиная с этого МК во всех последующих моделях инженерных МК был расширен диапазон значений чисел от 10^{-99} до 10^{99}.

Наряду с моделью «Электроника С3-15» появились более дешевые инженерные МК «Б3-35», «Б3-36» (демонстрационный вариант этого МК см. на рис. 25), «Б3-32» (рис. 10). В этих моделях можно указать на старшинство выполняемой операции с помощью скобок. Например, для правильного вычисления $3+4\times5=$ следует нажать клавиши [3][+][(][4][×][5][)][=]. В этих МК появились уже новые стандартные программы для вычисления факториала $n!$, перевода радианов в градусы и градусов в радианы («Б3-35», «Б3-36»).

Микрокалькуляторы нового поколения «Б3-38» и

«МК-51» (рис. 11) уже существенно отличались от прежних тем, что с их помощью можно автоматизировать статистические расчеты, например обработку лабораторных работ по физике. В индикаторах стали использовать жидкие кристаллы. На более информативном индикаторе можно получить сведения о занятости памяти, режиме работы, об использовании клавиши совмещенной функции, угловой мере (радианы, градусы).

В 1985 году появился МК третьего поколения «Электроника МК-71» (рис. 12), который совмещает в себе лучшие качества моделей «МК-51» и «С3-15». Библиотека стандартных программ содержит программы для арифметических действий с простыми дробями, перевода времени из десятичной системы в шестидесятеричную и наоборот.

К сожалению, многими остается незамеченным, что инженерные МК можно программировать для табулирования линейных и степенных функций. Например, программы функций $y=3{,}6\cdot x$ и $y=x^3$ вводятся соответственно следующим образом:

3,6 [×] 3,6 [=] и 1 [F][y^x] 3 [=] («Б3-35», «Б3-36», ...)

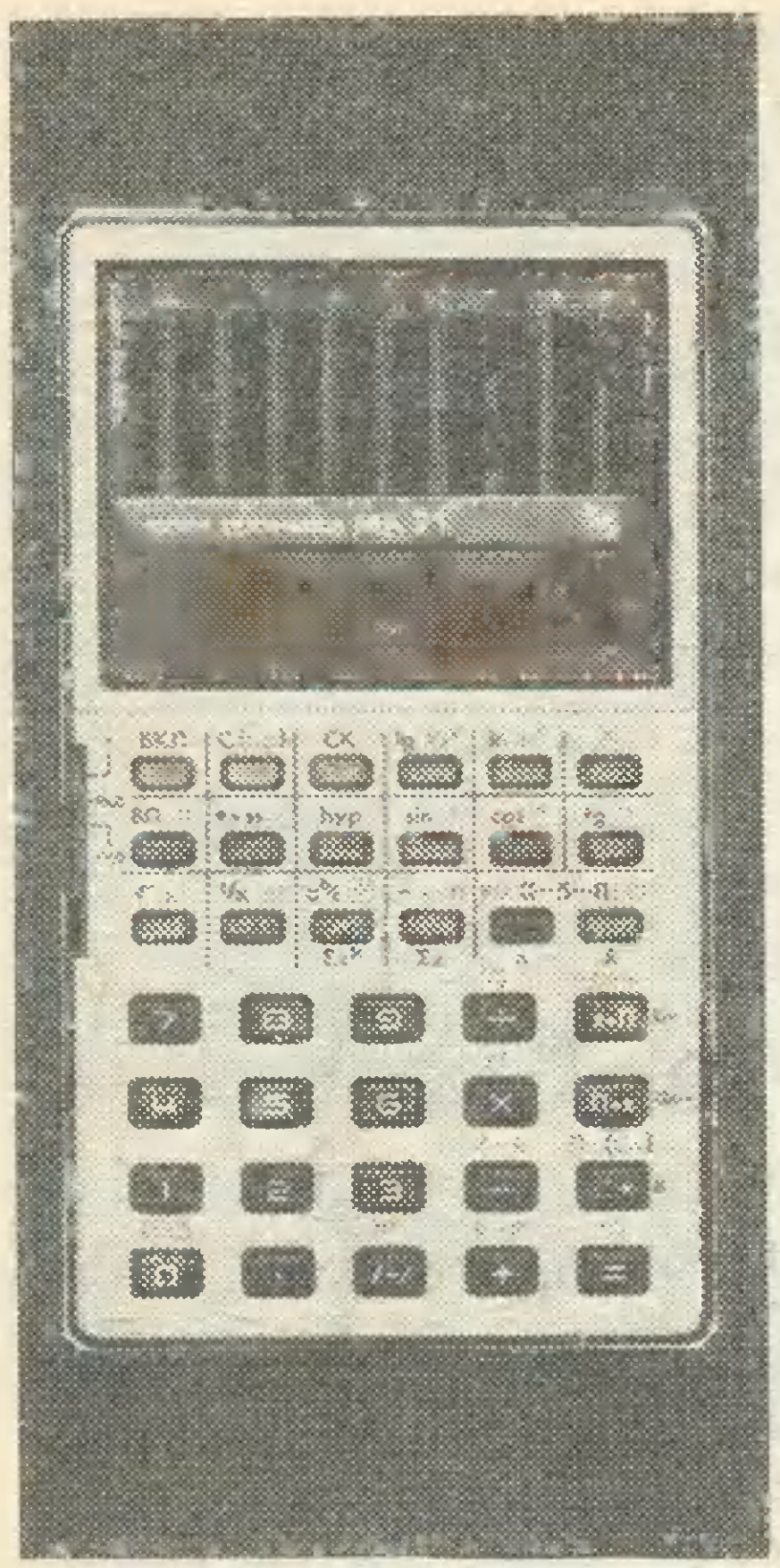
3,6 [×][×][=] и 3 [y^x][y^x] 1 [=] («Б3-38», «МК-51», «МК-71»).

Теперь остается набрать только значение аргумента и нажатием клавиши [=] вызвать введенную программу. Например, если введена программа $y=3{,}6\cdot x$, которая имеет смысл перевода скорости из м/с в км/ч, то получаем:

10 [=] — на индикаторе 36 ,

343 [=] — на индикаторе 1234,8 (скорость звука в км/ч).

Аналогичным образом можно ввести программы $y=x+k$, $y=x-k$, $y=x:k$, где k — некоторая числовая константа. Когда МК запрограммирован на вычисление значений какой-нибудь из приведенных функций, говорят, что МК находится в режиме константы. Индикаторы МК «Б3-38», «МК-51», «МК-71» сообщают об этом буквой К. В режиме константы нельзя пользоваться программой гашения «С», поскольку она гасит не только набранное значение аргумента, но также название вызываемой программы и константу.



12. Инженерный МК «Электроника МК-71» с питанием от батарей солнечных элементов, работает как при дневном освещении, так и от лампы накаливания и флуоресцентной лампы. Этот МК автоматически учитывает старшинство выполняемых действий

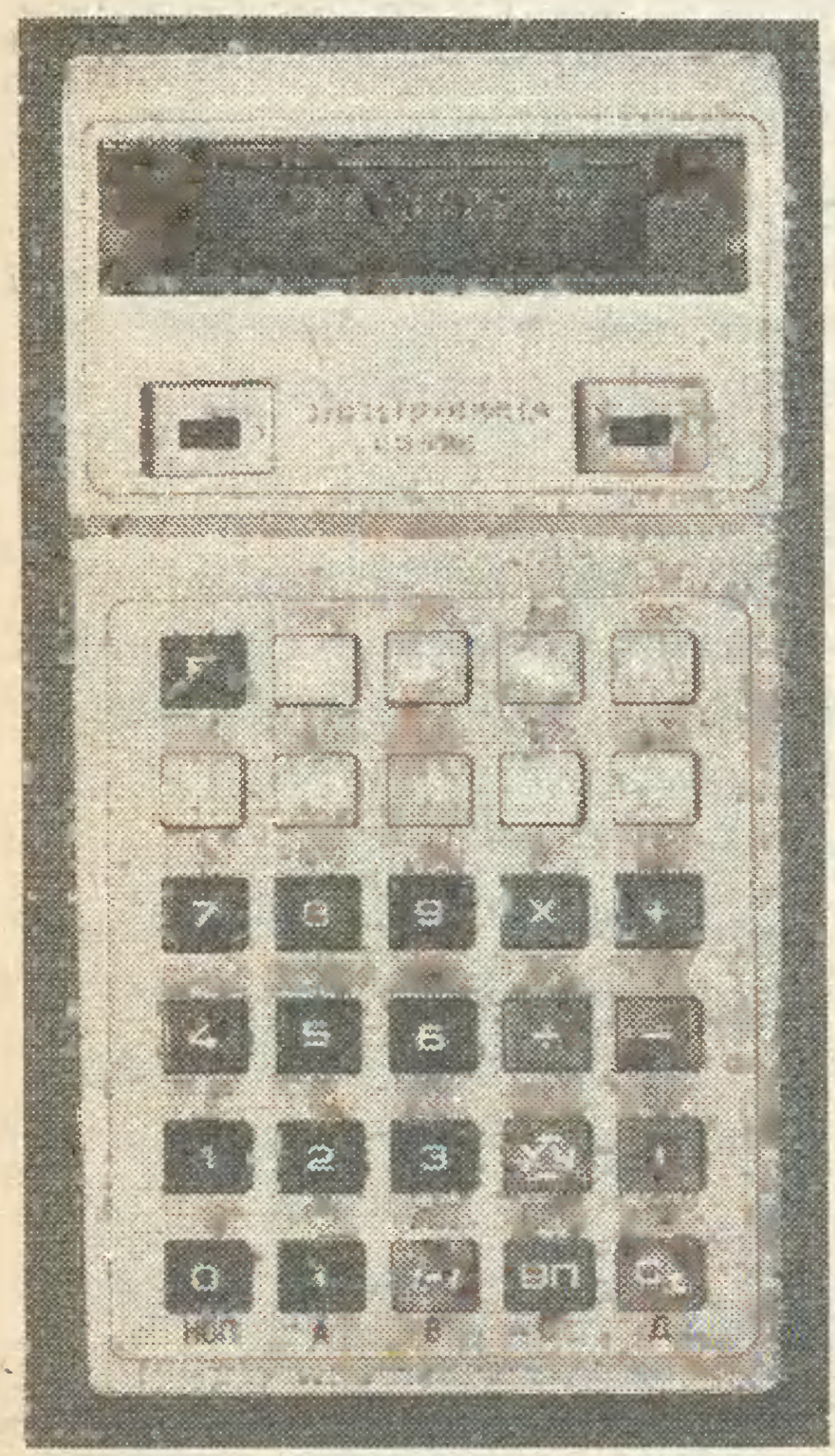
13. В 1977 году был создан первый советский программируемый МК «Электроника Б3-21» с 14 регистрами для хранения чисел и 60 ячейками памяти для запоминания клавишных операций. Его размеры 180×90×40 мм, масса 390 г

В начале 1978 года в продаже появились первые программируемые микрокалькуляторы «Электроника Б3-21» (рис. 13). Эта модель вскоре была отмечена Знаком качества. Программируемые МК в своем ПЗУ имеют в основном те же программы, что и инженерные МК. Но программируемые МК имеют более 10 регистров памяти для хранения чисел и программную память, в которой можно записать от нескольких десятков до сотни названий стандартных программ. Вспомним, что в памяти инженерного МК можно было записать только одно название программы и одну константу. Это означает,

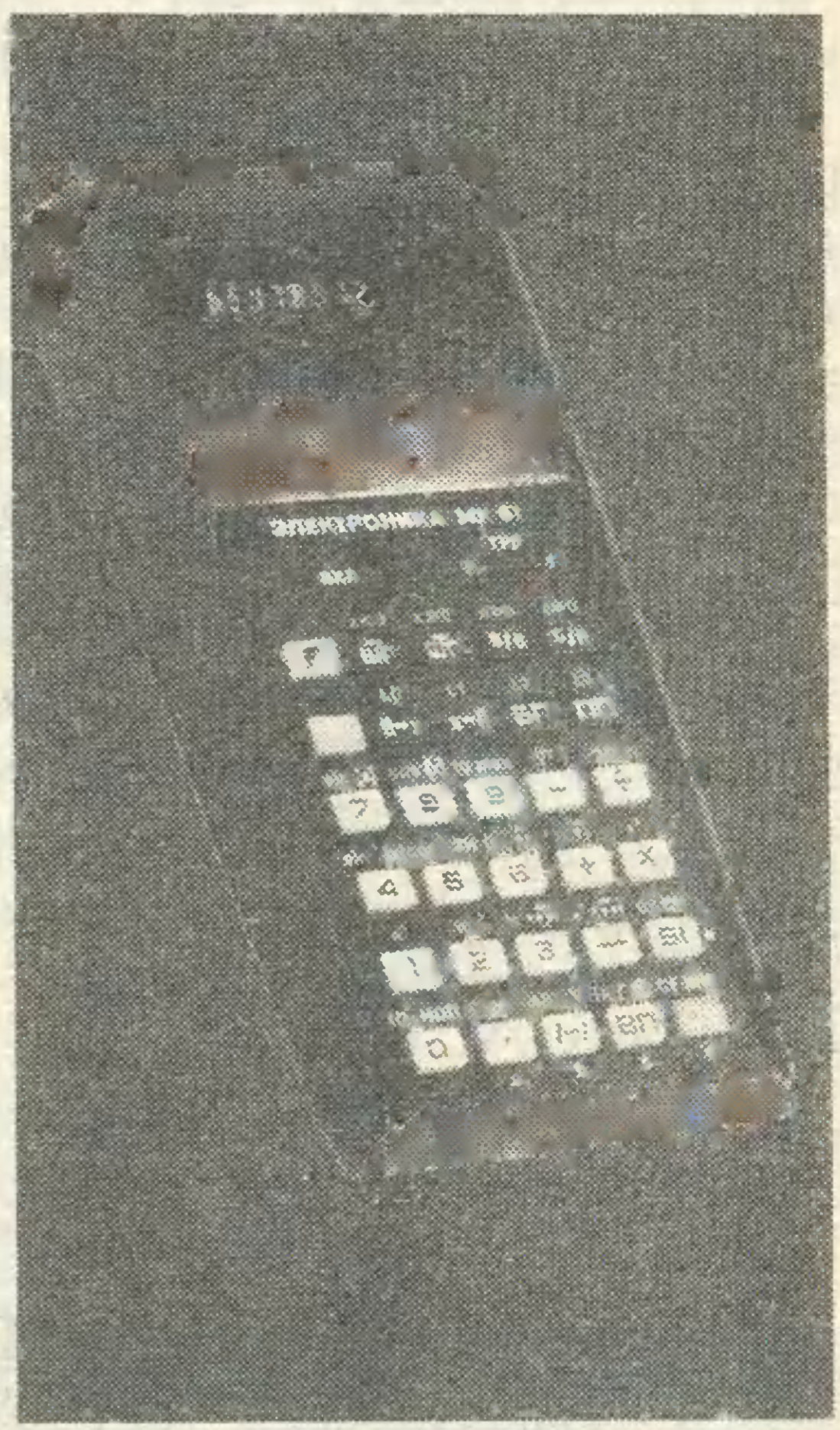
что пользователь программируемого МК может составить новые весьма сложные программы.

Создано новое семейство программируемых калькуляторов, первенцем которого стал «Б3-34» (рис. 14). На его основе была создана карманная модель «МК-54», а также настольный вариант «МК-56».

Дальнейшее развитие программируемые микрокалькуляторы получили в модели «Электроника МК-61» (рис. 15), которая имеет расширенную библиотеку стандартных программ. Можно сказать, что для «МК-61» характерны функции языков программирования ЭВМ. Присутствие программ выделения целой части числа,



14. Программируемые МК «Электроника Б3-34» и «Электроника МК-54» запоминают программу из 98 клавишных операций. В 14 регистрах памяти можно хранить не только числа, но и адреса выполняемых команд и других регистров. Размеры МК «Б3-34» 180×90×40 мм, масса 390 г



15. Программируемый МК «Электроника МК-61» имеет 15 регистров памяти для хранения чисел и 105 адресов для хранения названий стандартных программ и названий команд управления. Оформление корпуса этого МК выполнено в лучших традициях дизайна. Его размеры 167×78×36 мм, масса 250 г

определения абсолютного значения и знака числа, получения случайных чисел позволяет на этом МК сделать все вычисления, которые проводятся на больших ЭВМ. Поэтому «МК-61» является удобным для обучения программированию начинающих.

Круг пользователей программируемых МК еще более расширился после появления «МК-52», в котором предусмотрена возможность занесения и хранения программ в модулях памяти, в так называемых перепрограммируемых постоянных запоминающих устройствах (ППЗУ). Эти программы сохраняются и после выключения МК. Кроме того, завод представит пользователю модули с готовыми программами. Нажатием одной-двух клавиш можно будет вызвать любую программу.

В программируемом МК имеются три режима работы: режим прямых вычислений (как на инженерном МК), режим программирования и режим автоматического счета. Но даже в режиме прямых вычислений программируемый МК отличается от простейшего или инженерного входным языком. На рис. 13—15 видно, что на этих МК отсутствует клавиша [=], но вместо нее имеется клавиша [↑] ([В↑]). Если в инженерном МК при нажатии клавиши арифметического действия в операционном регистре записывается название программы, а вызов программы осуществляется нажатием клавиши [=], то в программируемых МК нажатием клавиш [+], [−], [×], [÷] прямо вызывается соответствующая программа. Это означает, что до нажатия клавиши арифметического действия в регистрах X и Y должны быть записаны уже числа. Это осуществляется с помощью клавиши [↑] ([В↑]):

Набор делимого	Ввод делимого в регистр Y	Ввод делителя в регистр X	Вызов программы	Показание индикатора
[2] [2] [1]	[↑]	[1] [7]	[÷]	13

Такая организация входного языка ускоряет работу микрокалькулятора и позволяет обойтись без скобок при вычислении весьма сложных выражений. Прежде рассмотренную арифметическую задачу 3+4×5 можно решить так:

3 [↑] 4 [↑] 5 [×] [+] — на индикаторе 23.

В честь польского логика Яна Лукасевича такое представление арифметических выражений называется обратной польской записью.

Если в программируемом МК нажать клавиши [F], [ПРГ] (программирование), то при нажатии любой клавиши не происходит вызов программы, а в программной памяти записывается название вызываемой программы. Поскольку на цифровом индикаторе нельзя отобразить буквы, то название программ кодируется. Например, при нажатии клавиши [+] в программируемом режиме на индикаторе появляется число 10 — это и является кодированным названием программы суммирования. Емкость программной памяти характеризуется количеством адресов, в которых можно записать названия программ. Так, в программной памяти «Б3-34», «МК-54», «МК-56» имеются 98 адресов, а в «МК-61» — 105 адресов.

Чтобы убедиться в некоторых преимуществах программируемых МК, рассмотрим пример.

Примем, что надо табулировать функцию $y=4{,}9\cdot t^2$ (расстояние в метрах свободно падающего тела в зависимости от времени) в интервале от 0 до 2 с шагом 0,1.

Для облегчения расчетов константу 4,9 можно записать в регистр памяти RC, что достигается нажатием клавиш:

4,9 [П][С] или 4,9 [X→П][С] («МК-54», «МК-61»).

Табулирование функции теперь состоит в наборе значения аргумента и вызове программ ПЗУ:

0,1 [F][x^2][ИП][С][×] — на индикаторе 0,049 (м),

0,2 [F][x^2][ИП][С][×] — на индикаторе 0,196 (м),

...

2 [F][x^2][ИП][С][×] — на индикаторе 19,6 (м).

На моделях «МК-54», «МК-61» вместо ИП надо нажать клавишу [П→X]. Видим, что для табулирования функции повторно приходится нажимать одни и те же клавиши 5×20=100 раз.

Дополним повторно вызываемые программы ПЗУ двумя командами «Стоп» и «Безусловный переход на начало программы» и запишем это в оперативной памяти. Сначала переведем МК в режим программирования:

[F ПРГ] — на индикаторе [00].

Этим МК сообщает, что название первой вызываемой программы ПЗУ будет записано по нулевому адресу.

Напишем название программы «Возвести число в квадрат»:

[F x^2] — на индикаторе [22 01].

Так как на семисегментном индикаторе нельзя изобразить буквы, то на нем появляется упрощенное кодовое название (22) программы

«Возвести число в квадрат». Продолжаем писать названия следующих вызываемых программ ПЗУ:

[ИП С] — на индикаторе [6С 22 02],

[×] — на индикаторе [12 6С 22 03],

[С/П] — на индикаторе [50 12 6С 04],

[БП] — на индикаторе [51 50 12 05],

[0] [0] — на индикаторе [00 51 50 06].

Отсюда видим, что клавишным названиям «ИП С», «×», «С/П», «БП», «00» соответствуют кодовые названия 6С, 12, 50, 51, 00. На индикаторе видны три последних названия программ ПЗУ. После занесения программы можно вернуться в режим автоматического счета:

[F АВТ] — на индикаторе [0]

или какое-нибудь число, которое было на индикаторе перед переходом в режим программирования. Клавишей [В/О] следует возвратить счетчик адресов на начало программы.

Теперь можно перейти к автоматическому табулированию. Оно состоит в наборе значения аргумента и пуска программы:

0,1 [С/П] — на индикаторе 0,049 ,

0,2 [С/П] — на индикаторе 0,196,

...

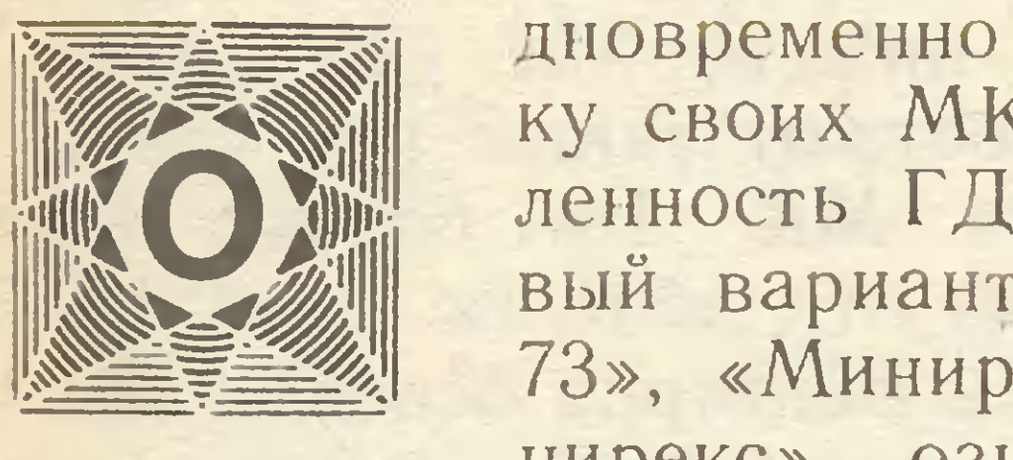
2 [С/П] — на индикаторе 19,6.

В режиме автоматического счета МК работает следующим образом. После пуска программы нажатием клавиши [С/П] управляющее устройство читает название программы, которая записана по нулевому адресу (возведение числа в квадрат), находит ее в ПЗУ и выполняет. Значение счетчика адресов увеличивается на единицу, и управляющее устройство читает название программы по первому адресу (вызов числа из регистра RC), выполняет соответствующую команду и читает название программы по второму адресу (умножение). После выполнения умножения управляющее устройство по третьему адресу читает команду «Стоп». Управляющее устройство прекращает работу, на индикаторе виден результат. Когда набрано следующее значение аргумента и нажата клавиша [С/П], управляющее устройство встречается с командой БП 00 (записать в счетчик адресов нуль). После выполнения этой команды повторяется уже описанная работа МК.

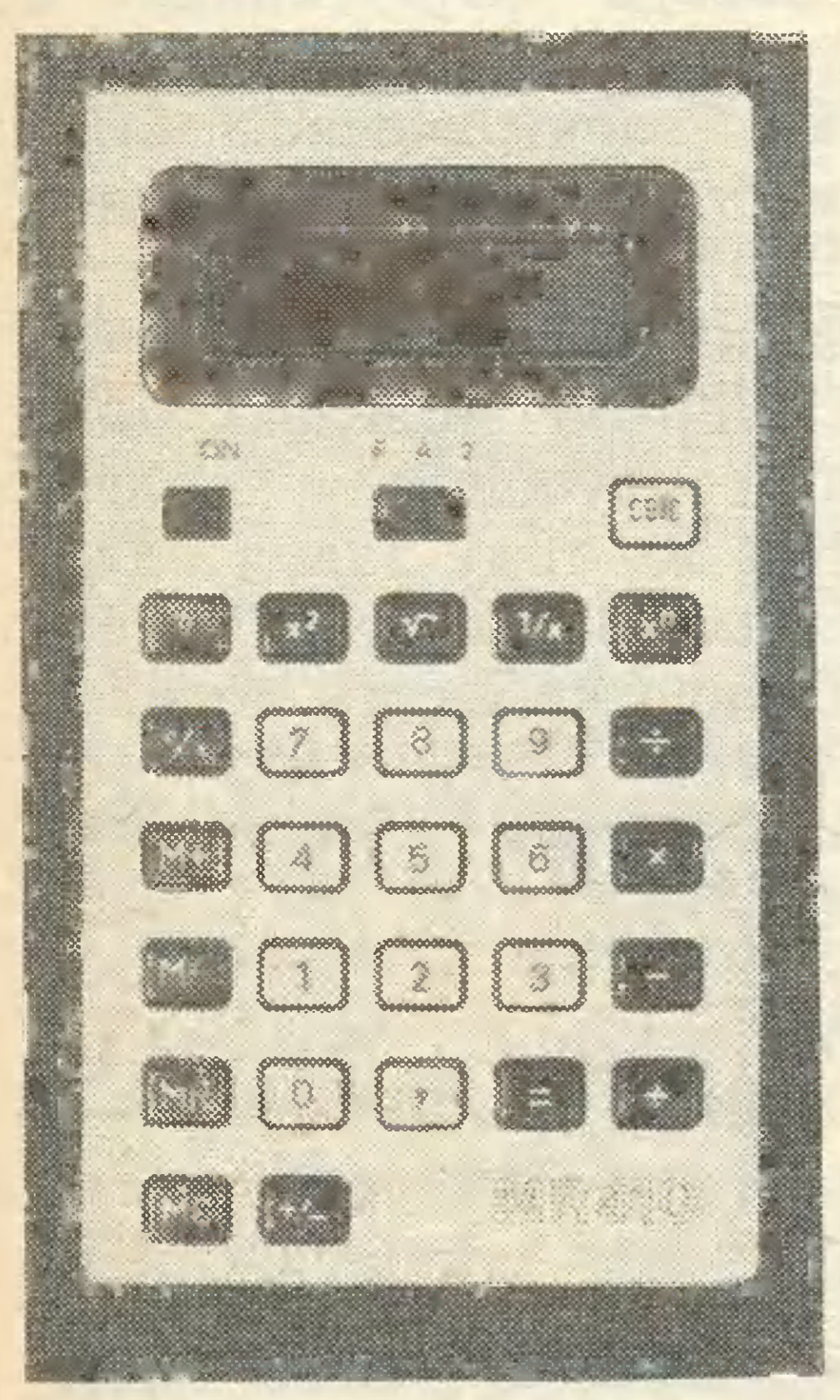
Уже на этом простом примере видим, что использование программной памяти позволяет сэкономить 100—

—20=80 нажатий клавиш. Кроме того, возрастает надежность полученных результатов. Поэтому программируемый МК нашел широкий круг пользователей среди медиков, социологов, экономистов, инженеров, ученых, студентов, астрономов-любителей.

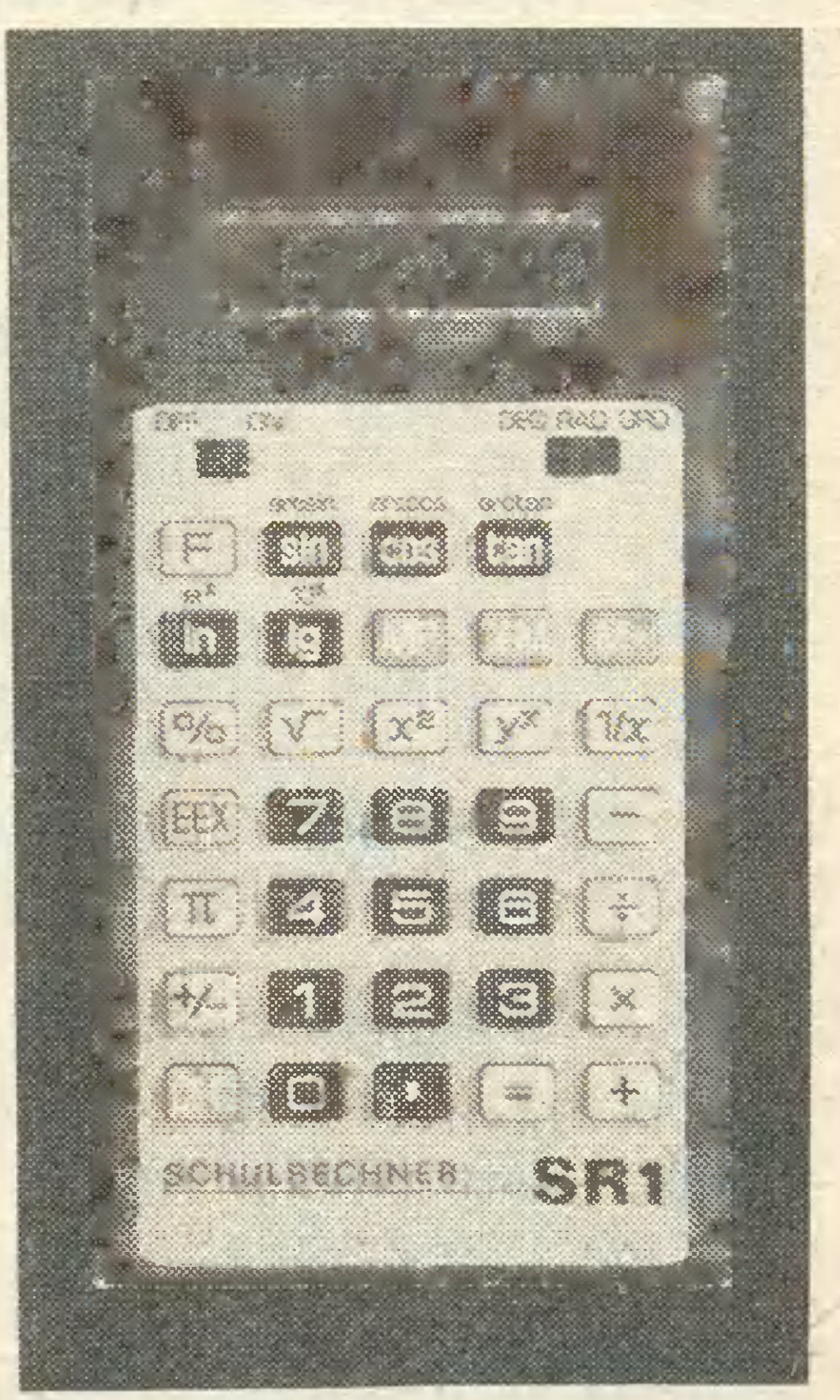
МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ ДРУГИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАН



Одновременно с СССР в 1973 году разработку своих МК начала электронная промышленность ГДР. Каждый год появлялся новый вариант простейшего МК: «Минирекс 73», «Минирекс 74», «Минирекс 75» («минирекс» означает «маленький король»). В 1976 году в ГДР начали осваивать серию «Конкрет». Инженерный МК «Конкрет 600» был разработан совместно с СССР (см. рис. 8). Потом была создана серия тонких карманных МК серии MR (микровычислитель) (рис. 16). Уже вторая модель этой серии «MR-411» поло-



16. Простейший МК «MR-410» (ГДР)



17. Школьный МК «SR 1» (ГДР)

жила начало МК, которые выполняют также функции других электронных информационных приборов: календаря, часов, будильника, секундомера. Такие разработки в ГДР стали традицией. Вскоре появились МК с часами «MR-511» и настольный «MR-4110», а в 1982 году в ГДР можно было уже купить целый информационный центр карманного размера «TRR-81», который кроме МК, часов и календаря содержал радиоприемник.

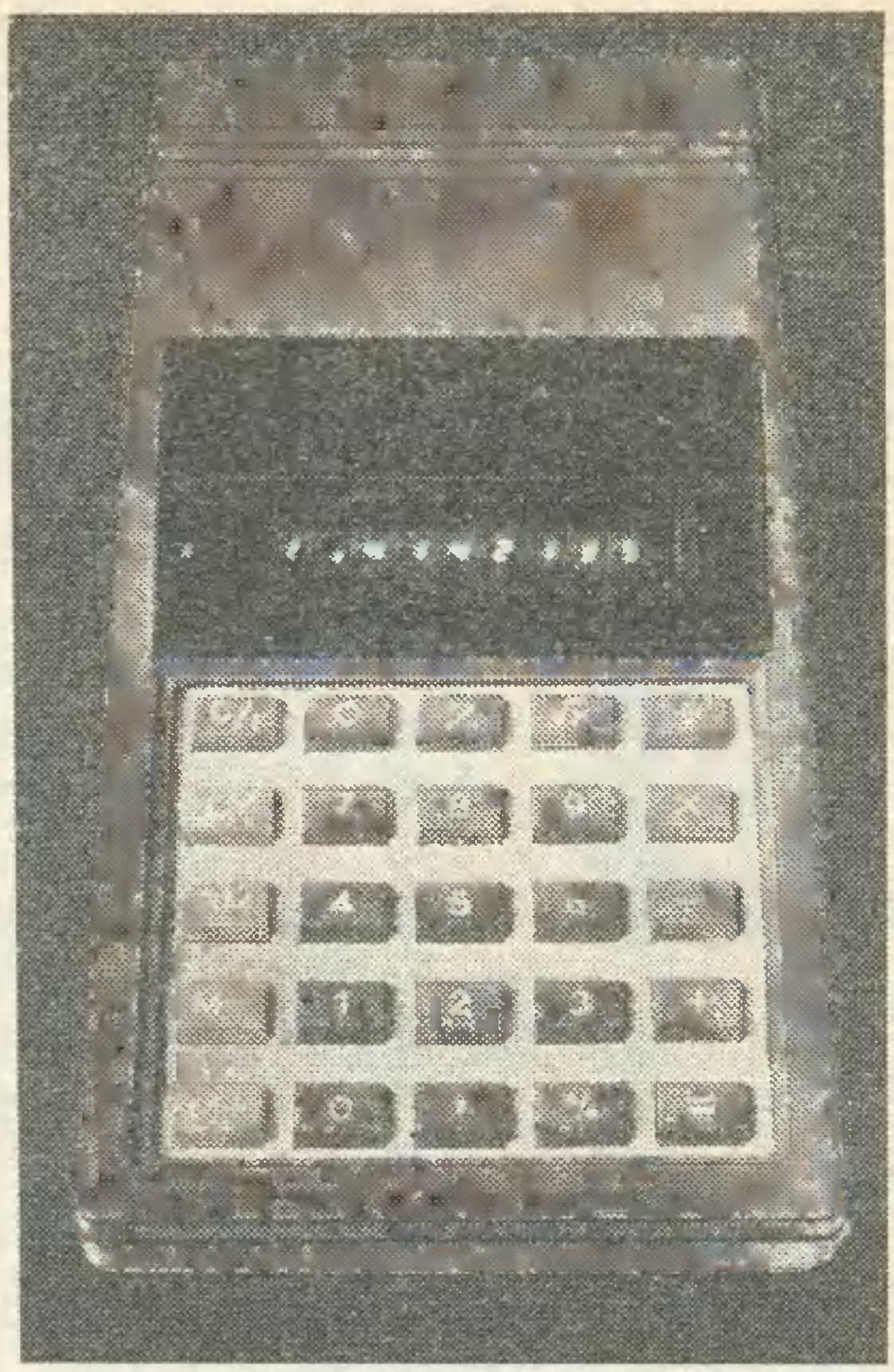
Популярность МК среди населения ГДР быстро росла. Поэтому электронная промышленность создала новые простейшие МК («MR-412») и инженерные («MR-609», «MR-610»). Инженеры ГДР работают также над созданием своего программируемого МК. На основе МК «MR-609» был создан школьный МК «SR 1» (рис. 17).

Электронная промышленность Болгарии освоила производство БИС в начале 70-х годов. Когда болгарские БИС были показаны на международных выставках, это поразило многих. Ведь тогда БИС еще не производились в целом ряде развитых стран Запада. Между тем болгарские БИС были действительностью, осуществленной благодаря социалистической интеграции стран СЭВ. Продукция болгарского завода «Оргтехника» в нашей стране хорошо известна. Раньше у нас на многих предприятиях использовались электрические калькуляторы «Элка», а теперь их место заняли настольные МК «Элка».

В 1976 году завод «Оргтехника» в городе Силистра начал выпуск карманных МК. Первой моделью была «Элка 101», за ней последовали улучшенные модели «Элка 130М» и «Элка 131». В том же году завод начал производить инженерный МК «Элка 135М». К 1979 году в ассортименте болгарских МК было уже шесть моделей. Теперь среди инженерных МК имеется также очень мощный по функциональным возможностям «Элка 245». Болгарские МК пользуются популярностью во многих странах.

Достижения социалистической Польши в области радиоэлектроники общеизвестны. Объединение «Унитра» предлагает целую серию «Брда» простейших и инженерных МК. Большой популярностью среди молодежи пользуется МК вроцлавского завода, который имеет не только привлекательное название «Лолек», но и оригинальное художественно-конструкторское оформление. Как и большинство ведущих фирм мира, польские предприятия

18. Чехословацкий школьный МК «OKU-205». Если в течение 50 с не нажата ни одна клавиша, табло отключается



переходят на новые модели МК с индикатором на жидких кристаллах.

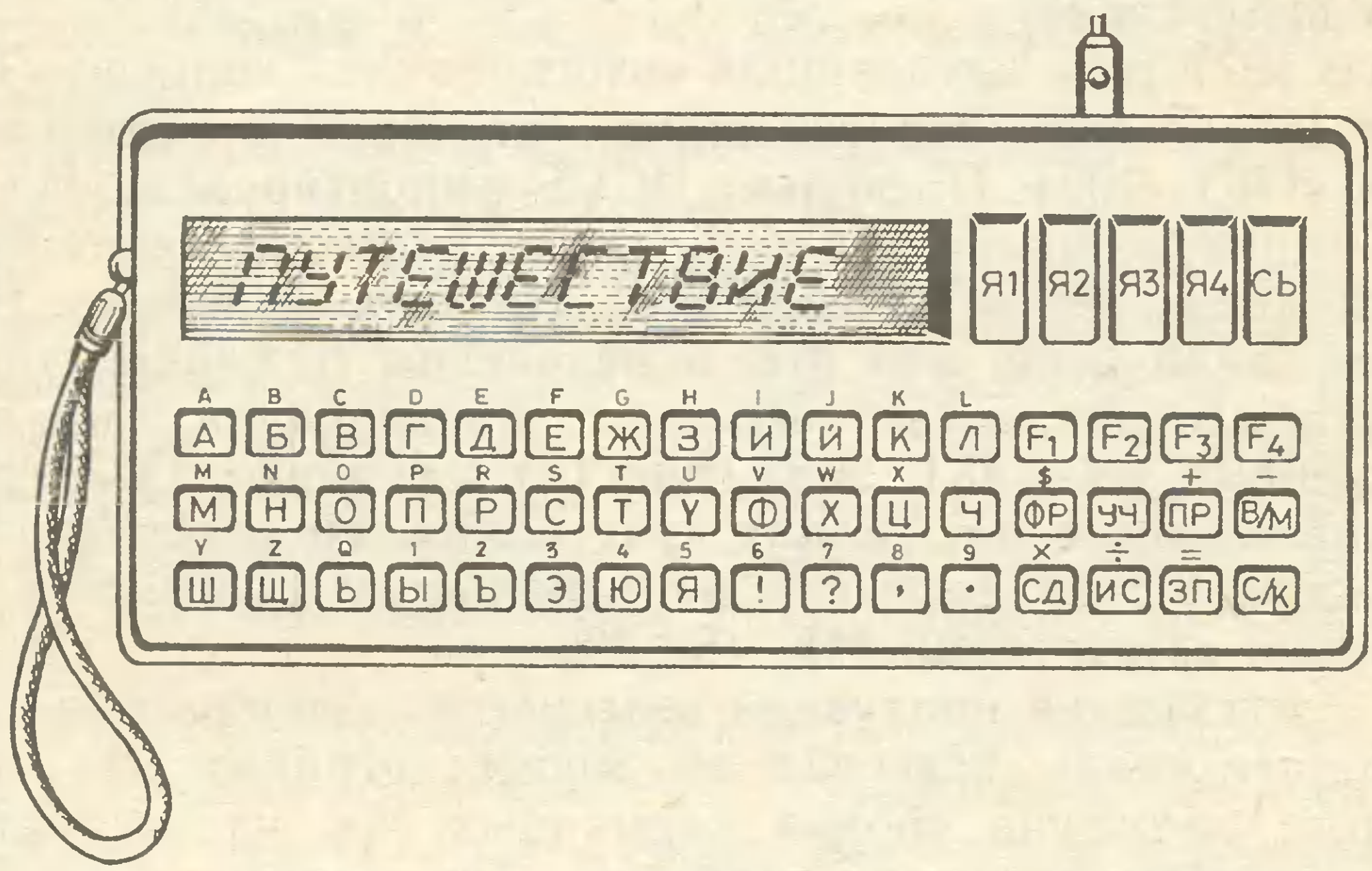
В 1977 году крупнейший чехословацкий концерн «Тесла» создал свою первую модель простейшего карманного МК «OKU-202». Поскольку ЧССР импортировала МК из Болгарии и Японии, то разработка новых МК в течение нескольких лет не проводилась. Но когда к началу 1980 года стало ясно, что МК в недалеком будущем станут неотъемлемой частью школьного образования, был создан новый МК «OKU-205» (рис. 18), а недавно «OKU-209» с индикатором на жидких кристаллах. Инженерные МК импортируются. Большой популярностью пользуется советский сверхтонкий МК «Б3-38».

Электронная продукция венгерского кооператива «Хирадаштехника» известна во многих странах. На этой фирме налажена сборка карманных МК из элементов, закупленных в других странах. «Хирадаштехника» специализируется в основном на изготовлении инженерных (серия ТК) и программируемых МК (серия РТК). Среди программируемых МК имеется «РТК-1096», который может запомнить 960 клавишных операций и 60 десяти-

значных чисел. Программу можно ввести как с клавиатуры, так и с магнитных карточек и модулей памяти. Информацию можно выводить также на печатающее устройство.

МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР В РОЛИ УЧИТЕЛЯ, МУЗЫКАНТА, ПЕРЕВОДЧИКА, ВРАЧА, РОБОТА

В электронной памяти МК (ее сокращенно называют ПЗУ) хранятся программы, по которым МК работает. Объем памяти первых ПЗУ был очень ограничен, в них едва хватало места для программ по четырем арифметическим действиям. С развитием технологии изготовления БИС объем памяти ПЗУ увеличивался. Вначале это позволило разместить в ПЗУ программы вычисления обратной величины, квадратного корня, а затем уже всех элементарных функций. Теперь емкость твердотельной электронной памяти столь велика, что там размещают весьма сложные программы. Так, в «Б3-32» и «МКШ-2» имеется программа для автоматического решения квадратного уравнения $ax^2+bx+c=0$:



19. Советский электронный словарь-переводчик. В памяти хранит по 1000 слов из русского, немецкого и английского языков. Помимо перевода в нем предусмотрена возможность выполнения вычислений, просмотр всех слов, начинающихся с любой буквы или комбинации букв, вызов на индикатор одной из 52 законченных или незаконченных фраз, а также вызов слов и фраз по 11 темам

набрав значения коэффициентов и нажав клавиши в последовательности a [(] b [(] c [$x_{1,2}$], на табло получаем первый корень уравнения. После повторного нажатия клавиши [$x_{1,2}$] на табло появится второй корень данного уравнения. В инженерный МК «МК-51» внесены программы для автоматизации обработки статистических данных. А в новейшем советском МК третьего поколения «МК-71» имеется программа для проведения вычислений с простыми дробями. Ввод дроби осуществляется клавишей [a b/c]. Для вычисления суммы 1/2+5/7 нажимаются клавиши:

1 [a b/c] 2 [+] 5 [a b/c] 7 [=].

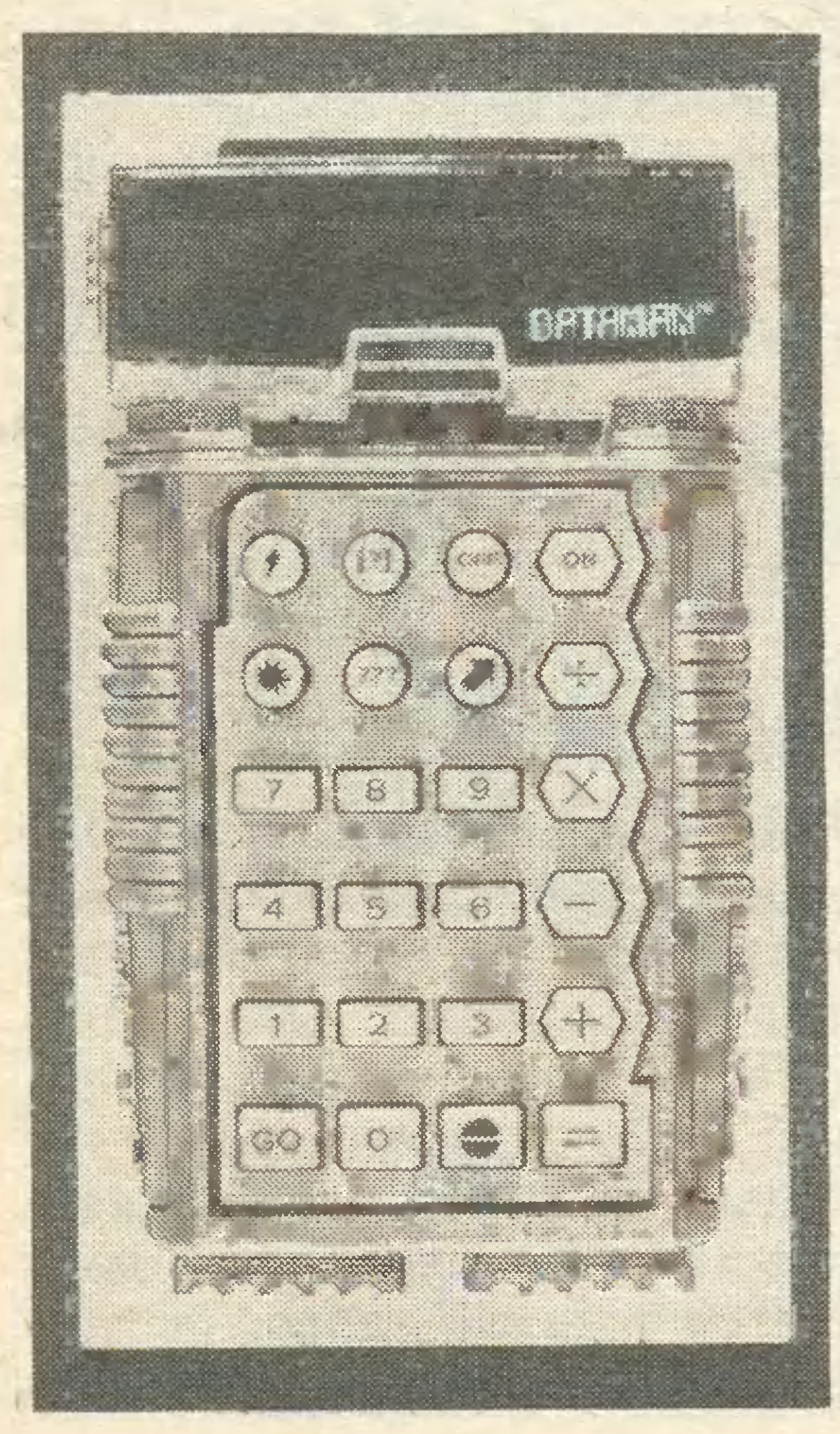
На табло появится результат в виде 1|3|14, что означает «одна целая и три четырнадцатых».

Конечно, не всем нужны дополнительные клавишные операции для производства математических вычислений. Большинство людей могут обходиться и простейшими МК. Для них в ПЗУ можно записать что-нибудь другое. Так, в отечественном «МК-53» имеются программы календаря, часов, будильника и секундомера. Ряд фирм в простейшие МК наряду с календарем и часами заносят программы составления музыкальных фрагментов. Это позволяет владельцу самому запрограммировать желаемую мелодию.

Туристы в своем МК, естественно, желают иметь словарь. В нашей стране создан словарь-переводчик (рис. 19).

Крупнейшее издательство словарей «Лангеншайдт» (ФРГ) также приступило к выпуску электронного переводчика «Альфа 8» (рис. 20). Примечательно, что этот словарь, содержащий по 4000 слов немецкого и английского языков, размещен в тонком карманном МК, на котором отсутствуют клавиши букв алфавита. Кроме клавишей обычного МК он имеет пять дополнительных клавиш. При нажатии клавиш [ABC1] на табло последовательно по буквам высвечивается алфавит, что позволяет установить первую букву интересующего слова. Подобным образом клавишей [ABC2] устанавливается вторая буква слова. С помощью третьей клавиши просматриваются слова, начинающиеся с указанных двух букв. Когда на табло появляется нужное слово, остается нажать клавишу [=], и на табло тут же появляется

20. Микрокалькулятор-переводчик «Альфа 8» фирмы «Лангеншайдт»



21. Электронная игрушка «Dataman» (производство американской фирмы «Тексас инструментс») предназначена для приобретения навыков устного счета. Игрушка «придумывает» задачи и показывает их на табло. Если человек вводит правильный ответ, дается следующая задача. После второго неправильного ответа «робот» выдает правильный ответ. Через каждые 10 задач сообщается результат — сколько задач и за какое время решено. В программе робота имеются также игры, например «Угадай число»

английское слово. Табло информирует также о грамматических особенностях данного слова.

При нажатии клавиши «Упражнение» МК становится обучающим инструментом, он показывает некоторое случайное слово, для которого вы должны найти соответствующее английское слово. Фирма создала микрокалькуляторы-переводчики также для испанского, итальянского и латинского языков. Микрокалькуляторы с обучающими программами уже не редкость.

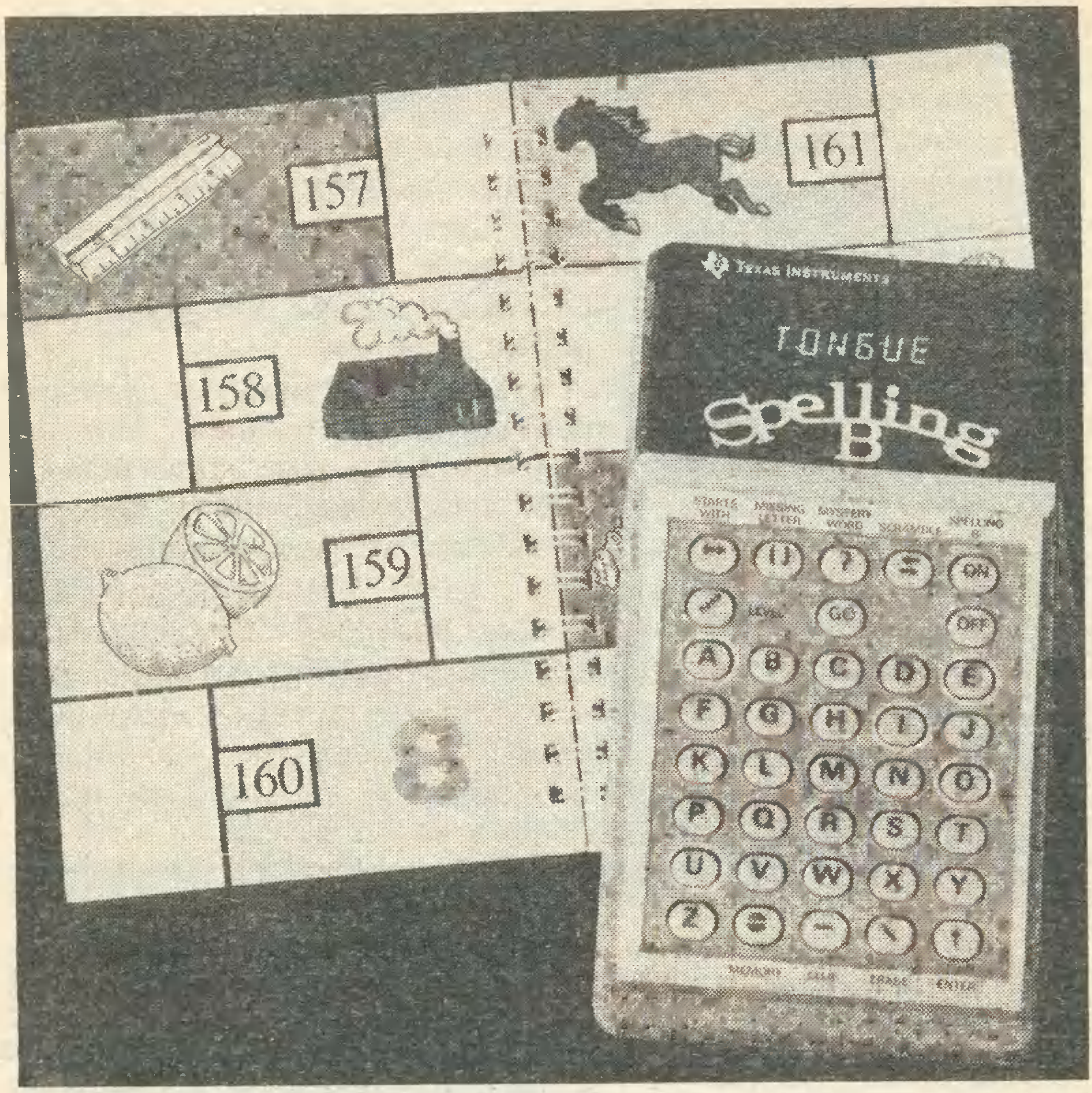
Когда появились БИС с большой емкостью памяти, многие фирмы стали производить электронные карманные игрушки. Но интересно отметить, что конкуренцию выдерживают в основном те электронные игры, которые имеют обучающую функцию. Например, электронная карманная игрушка «Dataman» (рис. 21) предназначена для обучения детей арифметике, большой популярностью пользуется электронная игрушка «Spelling B» (рис. 22).

В нашей стране намечено производство электронной обучающей игрушки «Пиши и говори по-английски». Она называет какое-нибудь слово, а вы должны написать его при помощи буквенных клавиш. Если слово набрано правильно, электронный экзаменатор дает оценку «Верно», в противном случае — «Неверно».

Иногда школа сама вызывает к жизни новый вид МК. В 70-х годах, когда МК были еще дороги, некоторые энтузиасты изготовили МК большого размера для кабинетов математики. Фирма «Аристо» (ФРГ) освоила производство таких демонстрационных МК. В небольших количествах подобные МК сегодня изготавливают в США и в СССР (см. рис. 25). По мнению автора книги, демонстрационные МК представляют особый интерес для украшения учебных помещений младших классов. На таком МК удобно проверять результаты умственных и бумажных вычислений, а также проводить простые математические игры (см. раздел «Игры»).

Любителями МК было обнаружено, что у некоторых сверхтонких МК можно вырезать окошко в задней панели корпуса, при этом индикатор просвечивается. Если положить такой МК на графопроектор, то показания индикатора видны на экране большой аудитории. Фирма «Тексас инструментс» уже начала выпуск таких МК.

Возросший объем постоянного и оперативного запоминающего устройств МК и основной принцип их работы (вызов готовых программ одной-двумя клавишами)



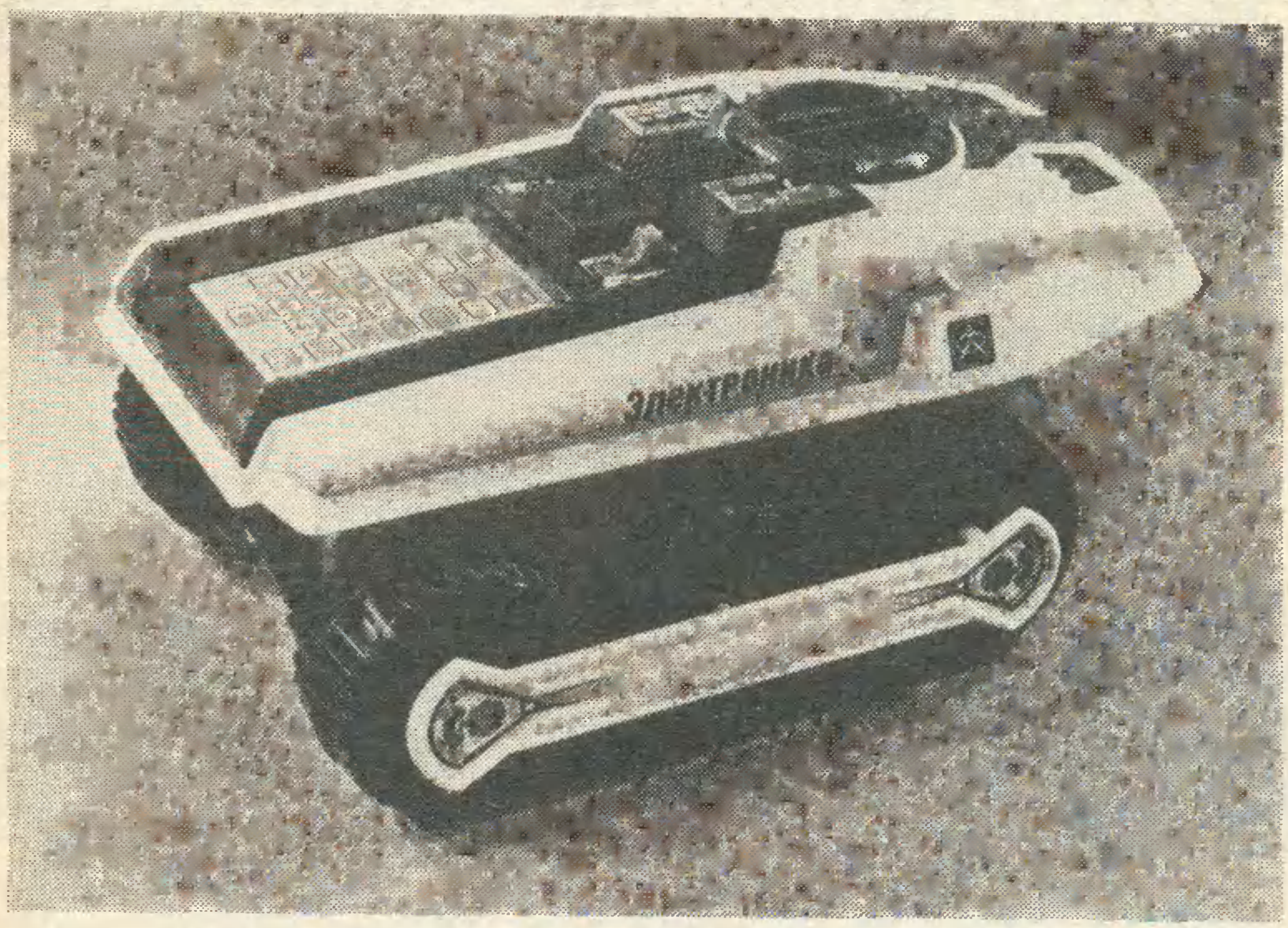
22. Электронная игрушка «Spelling B» (производство фирмы «Тексас инструментс») предназначена для обучения правописанию английского языка. Прибор показывает номер задачи. Нужно набрать при помощи клавиш слово, которое отображает содержание картинки с указанным номером. Если слово набрано правильно, на табло высвечивается «Верно», в противном случае — «Неверно». Прибор «знает» 256 слов и может играть с ребенком в несколько словесных игр

привлек внимание медиков. Так, в ФРГ создан МК для планирования прироста семьи. Он снабжен термометром для измерения температуры с точностью до сотой доли градуса. Микрокалькулятор накапливает данные о температуре в течение месяца. На его экране можно увидеть график температуры и узнать важные характеристики состояния организма женщины. Создан также МК для лечения сахарного диабета. Если ввести характеристики принятой за день пищи, то МК ответит, какую дозу инсу-

лина сегодня надо принять, он может накопить данные о целом месяце и корректировать дозу принимаемых лекарств.

Японская фирма «Шарп» на основе МК создала электронную записную книжку. В электронной памяти можно записать имена людей, адреса, номера телефонов и любую другую буквенно-числовую информацию.

Принципы работы программируемых МК были использованы для создания простейших игрушечных роботов. Посмотрите на панель программируемого «Лунохода» (рис. 23). Она напоминает клавиатуру МК не только по расположению цифровых клавиш. Здесь имеются также знакомые клавиши сброса клавишной команды [СК], сброса всей информации [С] и пуска программы [ПУСК]. Библиотека стандартных программ у «Лунохода», конечно, иная, чем у МК. Вместо программ четырех арифметических действий здесь имеются программы управления движением: вперед (↑), назад (↓), вправо (→), влево (←). А список специальных программ у «Лунохода» содержит команды управления лазерной пушкой (), счетчиком времени (СТОП) и команду одноразового повторения (x2).



23. Программируемая игрушка «Луноход»

Программная память «Лунохода» состоит из 16 адресов. В один адрес можно записать название одной команды и (одно- или двузначное) число повторений. Команды в программную память записываются путем нажатия соответствующих клавиш.

Вот программа, по которой «Луноход» проезжает контур треугольника с длинами сторон 3, 4 и 5 единиц; на каждой вершине «Луноход» останавливается на 1 с и выстреливает 1, 2 и 3 раза соответственно:

[↑ 4], [СТОП 9], [👁 1], [← 2 1], [↑ 3], [СТОП 9],
[👁 2], [← 3 4], [↑ 5], [3], [ПУСК].

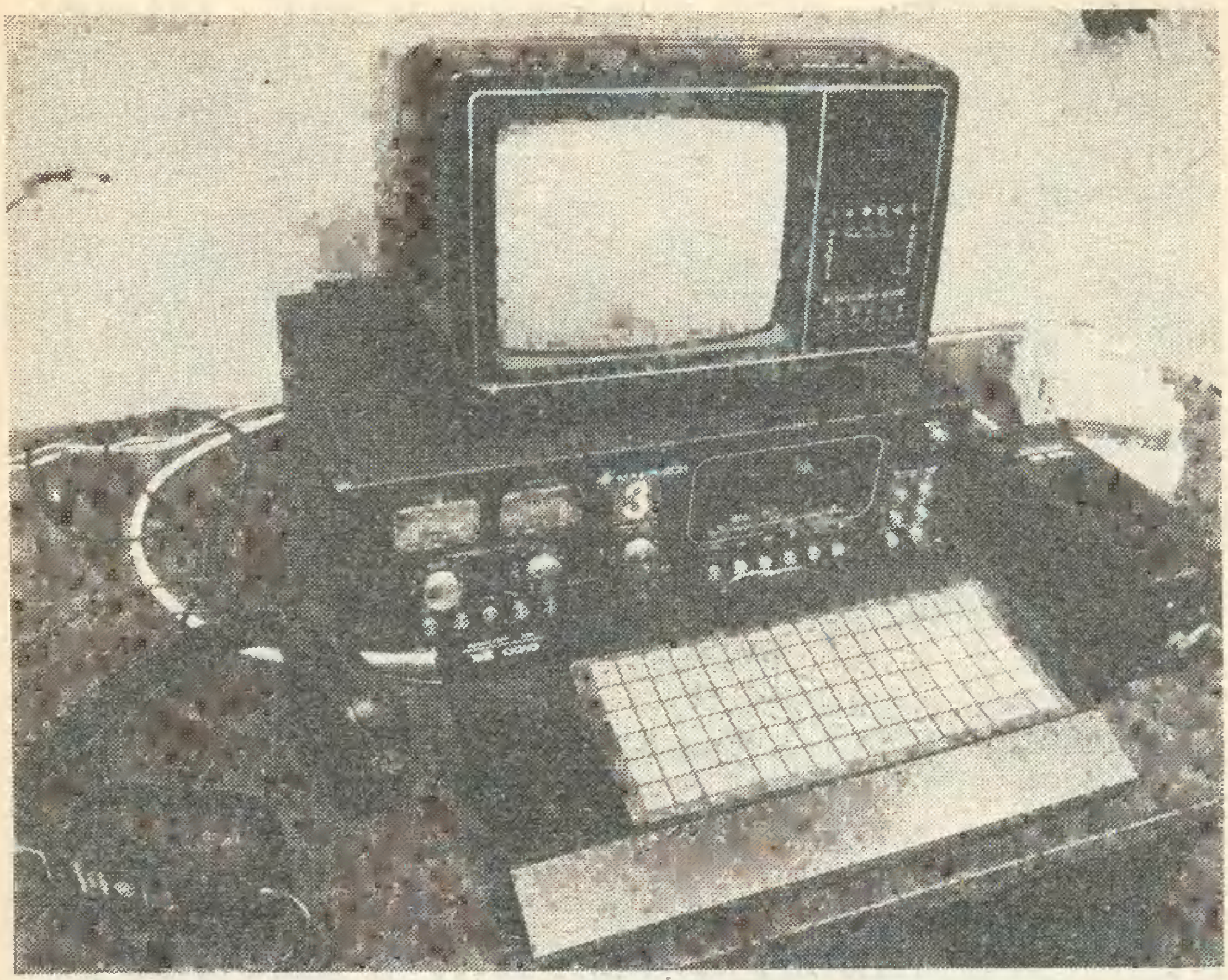
Эту программу можно выполнять много раз. После каждого нажатия клавиши [ПУСК] будет выполнен список команд, имеющийся в программной памяти.

Принцип работы «Лунохода» очень прост. При исполнении команды «↑4» в счетчик времени записывается число 4, электромотор подключается к левому и правому колесам и начинается обратный счет времени: 3, 2, 1, 0. По достижении нуля мотор отключается. Нетрудно понять, что по команде «← 21» к мотору на 21 единицу времени подключается только правое колесо. А по команде «СТОП 9» ничего не подключается, ведется только счет времени. По истечении этого времени управляющее устройство прочтет команду, записанную по следующему адресу программной памяти.

«Луноход» интересен не только для того, чтобы по программе отправить его из детской комнаты на кухню за яблоком или пирожком. Прикрепив к «Луноходу» карандаш, можно нарисовать интересные узоры.

ОТ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА ДО ВИДЕОЭВМ

На примере электронных словарей и обучающих игрушек можно убедиться в невероятно быстром росте твердотельной памяти БИС (до 8000 слов обычного текста) и индикаторов (до 40 знакомест для цифр, букв и других символов). Это стало естественной основой для создания портативных персональных (настольных и карманных) ЭВМ.



24. Домашний видеокомпьютер подключается к телевизору, на экране которого можно вывести графики, рисунки и текст на любом языке. Деловые и игровые программы удобно хранить в кассетах магнитофона. Для работы с готовой программой видеокомпьютер соединяется с магнитофоном и программа с ленты загружается в компьютер

Фирма «Хьюлетт — Паккард» (США) создала ряд карманных компьютеров, которые использовались также в космических полетах, например в совместном полете «Союз» — «Аполлон». Наиболее популярной моделью является «HP-41C» с цифрово-буквенным индикатором. Этот МК, как и другие современные карманные микрокомпьютеры, можно подключить к различным внешним устройствам: к кассетному магнитофону, с которого возможна запись длинных программ, измерительным приборам, печатающему и рисующему устройствам, телевизору.

Следующим этапом стала разработка персональных ЭВМ с высоким языком общения. Наиболее популярным является язык бейсик. Первые бейсик-компьютеры разработаны японскими фирмами. Американские фир-

мы создали более мощные портативные ЭВМ с клавиатурой пишущей машинки HP-75 и CC-40 («Тексас инструментс»), которые помещаются в портфеле. Эти микрокомпьютеры предназначены для геологов, строителей, путешествующих бизнесменов и ученых.

Так как производство многострочных индикаторов весьма дорого, а возможности однострочных индикаторов в представлении информации ограничены, были созданы персональные ЭВМ, которые можно подключать к обыкновенному телевизору (рис. 24). В нашей стране наиболее известным является бытовой компьютер «БК-0010».

Возможности видеоЭВМ огромны. Они могут общаться с человеком на языке высокого уровня (бейсик, паскаль, ада и т. д.), обрабатывать числовую, текстовую, графическую, акустическую и сигнальную (от измерительных приборов) информацию. В домашних условиях их можно использовать также для видеоигр на экране телевизора и для обучения.

МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР В ШКОЛЕ

Современный специалист немыслим без МК. Микрокалькулятор является также составной частью многих других электронных приборов: учетных аппаратов на почте и в сберкассах, измерительной аппаратуры, терминалов ЭВМ. Принципы работы МК и управление ими, особенно программируемыми, заложены во многих современных устройствах. Взять хотя бы телефонный аппарат с цифровой тастатурой и электронной памятью. Его использование требует некоторых навыков программирования. На заводах начато широкое внедрение программируемых станков и промышленных роботов. Блок управления роботов содержит микроЭВМ и пульт, подобный программируемому МК. Главная задача рабочего, обслуживающего такой робот,— запрограммировать его на выполнение определенной задачи. Следовательно, современный человек, будь то рабочий, служащий, инженер или ученый, должен иметь навыки обращения с МК и программирования (в широком смысле — программирования как задач, так и электронных устройств).

Как же система образования решает эту важную проблему? Вообще отношение школы к использованию компьютеров намного консервативнее, чем других потребителей новой электронной техники. Но этот консерватизм содержит в себе и рациональное зерно. Новая техника пришла, но нет задачников, учебников, наконец, методики ведения уроков с МК. Решение этой проблемы в целом не по плечу одному учителю, одной школе или даже целой республике. «Микрокалькулятор в школе» — международная, глобальная проблема. Только взаимный обмен результатами педагогических исследований и практическим опытом сделает возможным эффективное внедрение МК в школе.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ВНЕДРЕНИЯ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ В СОВЕТСКОЙ ШКОЛЕ

Вопрос о внедрении МК в школе стал у нас актуальным в 1976 году, когда был освоен крупносерийный выпуск инженерного МК «Б3-18». 1 декабря 1976 года в «Литературной газете» появилась статья М. Ковалева и С. Шварцбурда «Электроника придет в школу». Статья вызвала большое волнение среди читателей, поэтому в начале 1977 года Академия педагогических наук и Министерство просвещения СССР сделали совместное сообщение, в котором говорилось: «Министерство просвещения СССР в настоящее время проводит работу по внедрению в школьный процесс электронных счетно-решающих устройств. В 1977/78 учебном году экспериментальная работа будет организована в старших классах...»

В 1978 году М. Ковалев и С. Шварцбурд издали первое советское пособие для учителей с красноречивым названием «Электроника помогает считать». В педагогический эксперимент были вовлечены школы системы ПТО; через несколько лет этим экспериментом было охвачено около 300 учебных заведений. К настоящему времени Всесоюзным научно-методическим центром профессионально-технического обучения молодежи разработаны методические рекомендации по использованию МК на уроках математики, физики и спецдисциплин.

В 1982 году руководство системы профессионально-технического обучения подвело итог эксперимента. Было установлено, что количество хороших и отличных оценок в опытных школах возросло в среднем на 10—15 %, повысились активность и интерес к учению, высвободилось время для более глубокого изучения программного материала при общем повышении вычислительной культуры учащихся, в 2—3 раза сократилось время решения задач. Учащиеся опытных классов скорее осваивают клавишно-ориентированные приборы. Поэтому было решено перейти к массовому внедрению МК в системе ПТО, а с 1983/84 учебного года в ПТУ введен предмет «Программирование».

Не менее интересно происходило внедрение МК в общеобразовательной школе. В 1978/79 учебном году обсуждение программы по математике кончилось предложением включить в тему 8-го класса «Элементы программирования» пункт «Знакомство с работой на электронном калькуляторе». Литовская ССР предложила из темы «Логарифмы» исключить вычисления с логарифмической линейкой, заменяя их вычислениями на МК. В 1980 году «Учительская газета» открыла дискуссию «Нужен ли в школе компьютер?». Многие участники дискуссии из самых разных краев нашей Родины ответили на этот вопрос утвердительно.

В 1979 году во втором номере журнала «Математика в школе» были опубликованы две теоретические статьи, сыгравшие потом важную роль в расширении педагогических экспериментов и методических поисков. Авторы статьи «О современных условиях обучения счету» М. Ковалев и С. Шварцбурд приводят интересные факты из учебной практики: «Грубый подсчет показывает, что на вычисления в общем курсе математики средней школы отводится более 50 % всего учебного времени, около 1000 учебных часов... Счет с помощью МК способен сократить вычислительную работу в несколько раз. При этом учащиеся обязательно должны будут иметь определенный запас твердых знаний, умений и навыков выполнения устных и письменных вычислений (нельзя допустить, чтобы человек оказался беспомощным перед необходимостью произвести вычисления без машины)». Авторы считают целесообразным начать внедрение МК в старших классах.

В. Болтянский в своей статье «Школа и микрокомпью-

тер» обосновывает необходимость и возможность применения МК уже в 1-м классе: «Ведь дети, которые в этом году пойдут в 1-й класс, окончат школу через 10 лет, т. е. тогда, когда вся техника «бумажных» вычислений отойдет в прошлое. Зачем же тратить время (дорогое учебное время) на обучение детей приемам счета, которые им никогда в будущем не понадобятся? ...Первое знакомство с МК можно провести в 1-м классе уже при изучении темы о нумерации...» Далее автор дает конкретный материал для применения МК в 1-м классе. Под его руководством проходит успешное внедрение МК в начальных классах школы № 35 г. Еревана.

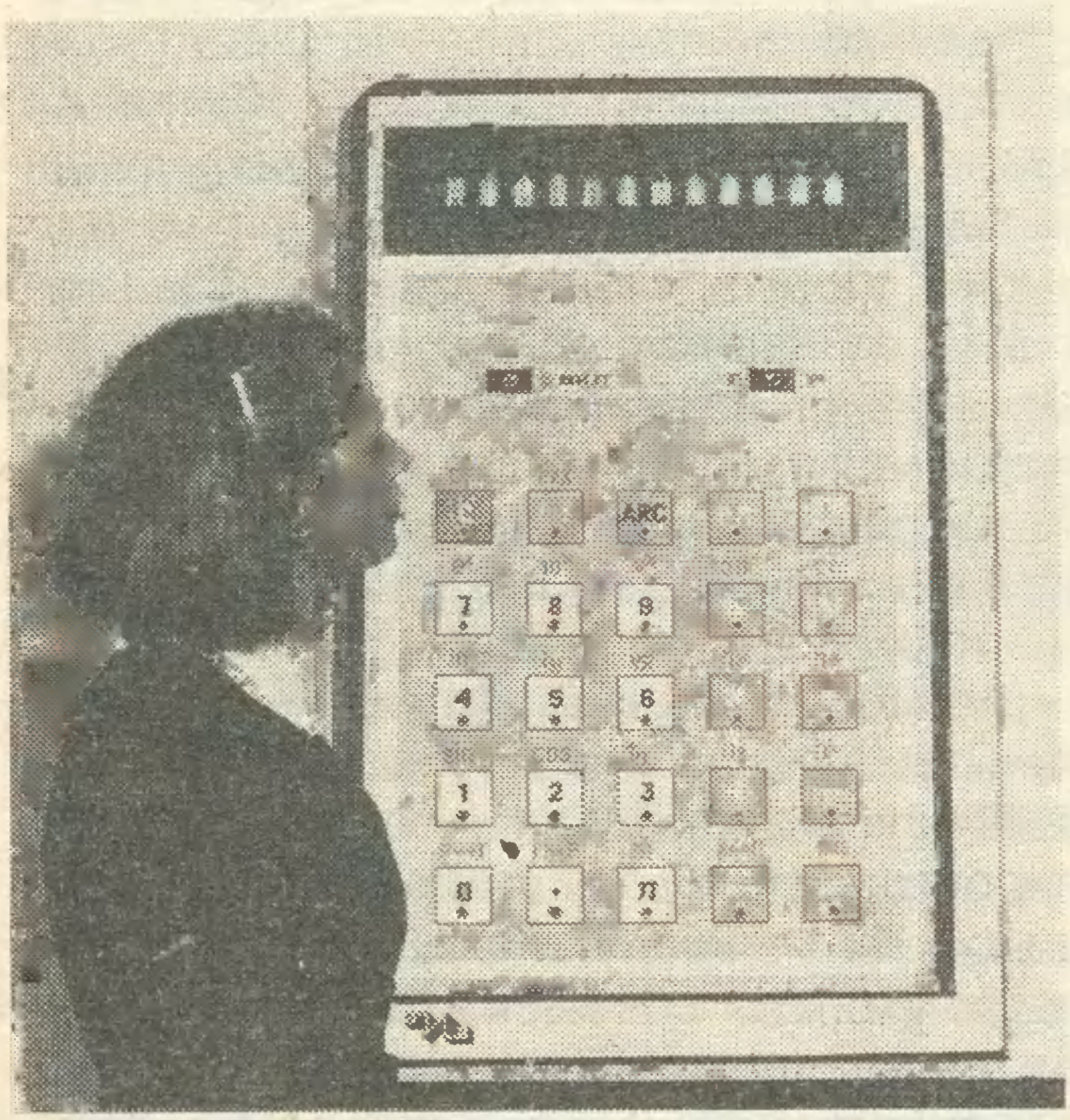
В начале 1979 года и в конце 1980 года были сильно снижены цены на МК, что позволило расширить масштабы педагогических экспериментов. Министерство просвещения СССР заказало электронной промышленности разработку настольного МК специально для школы. В начале 1982 года начался серийный выпуск МКШ-2. Экспериментальный этап внедрения МК в советской школе завершился инструктивным письмом, в котором излагаются следующие важные положения: «Изучив опыт экспериментального преподавания, проанализировав программы по математике, приняв во внимание мнение специалистов и опыт зарубежной школы, Главное управление школ рекомендует начать с 7-го класса обучение приемам работы на МК на уроках математики средних общеобразовательных школ. ...Вычисления с помощью МК доступны и учащимся младших классов. Однако в использовании МК на занятиях с младшими школьниками следует проявлять большую осторожность, поскольку учащихся необходимо научить свободно пользоваться письменными алгоритмами арифметических действий. ...В 1—3-х классах МК уместно использовать при проверке устно выполненных действий, в специально организованных числовых играх для привития интереса к математике». В целом это инструктивно-методическое письмо явилось программным документом, определившим следующий этап внедрения МК в советской школе.

Педагогические эксперименты проводятся во всех союзных республиках. Известны разные формы внедрения МК в школе. На основе теоретической концепции В. Болтянского в течение пяти лет успешно проводится эксперимент в 1—5-х классах школ Еревана. В 1-м классе дети учатся вводить числа, читать их, знакомятся с про-

стейшими действиями. При этом МК используется не более 15 мин на уроке (конечно, не на всех уроках). Во 2-м и 3-м классах дети решают с МК простейшие задачи. В 4-м классе ребята пользуются МК с памятью. В специальном блокноте они пишут программы. Но параллельно детей учат считать устно и письменно. По признанию Министерства просвещения республики, знания и навыки счета у этой категории учащихся не ниже, чем у сверстников, обучающихся традиционными методами.

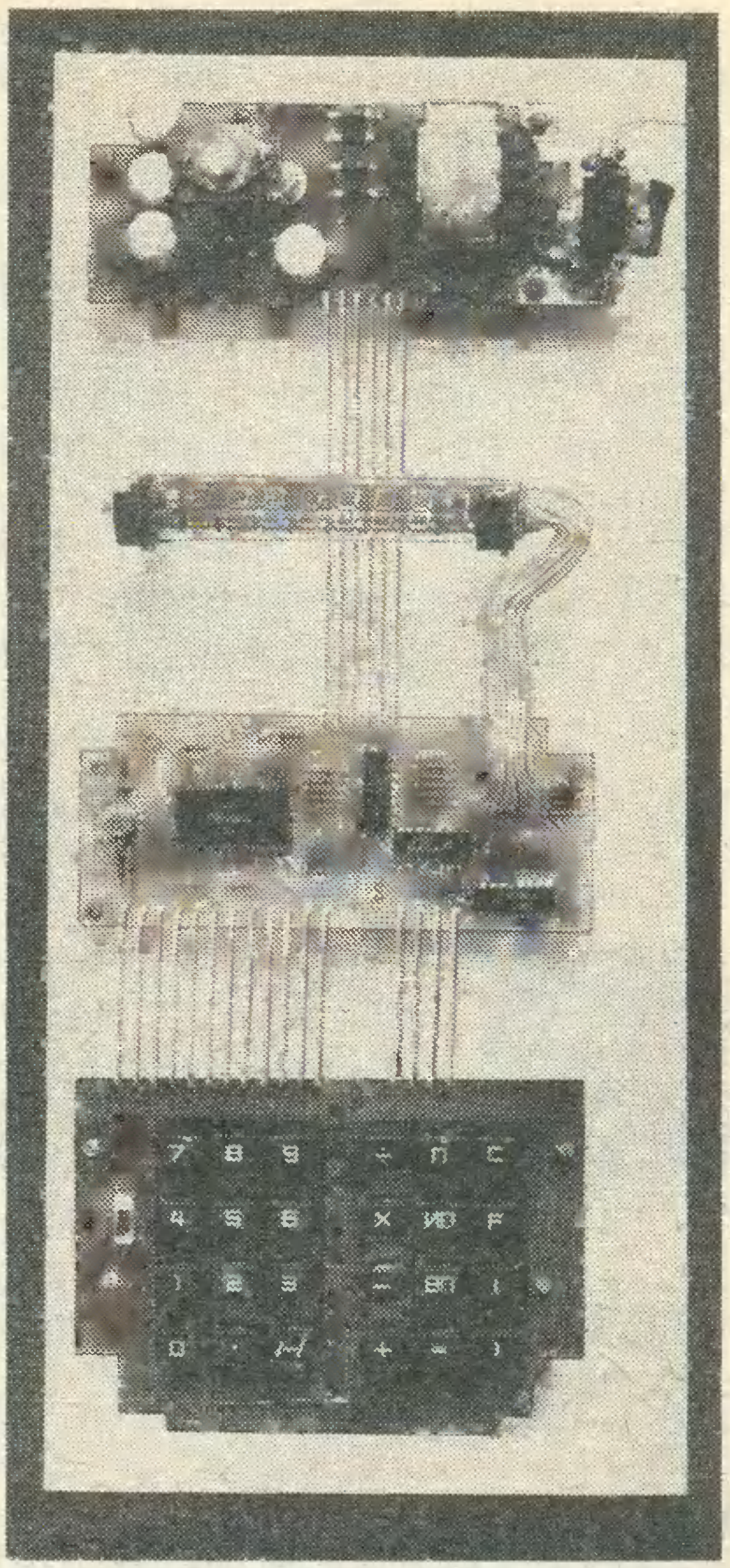
В Украинской ССР изучался опыт внедрения МК с 4-го класса. Установлено, что при использовании МК прохождение учебного материала вначале замедляется, но уже через полгода временные потери компенсируются, а к концу учебного года опытные классы обгоняют контрольные.

В Эстонской ССР педагогический эксперимент проводит рабочая группа Тартуского университета по плану Министерства просвещения республики. Эксперимент проходит в два этапа. На предварительном этапе в шко-



25. Рижским сектором Научно-исследовательского института профессионально-технического образования разработан максикалькулятор для группового обучения. На снимке — максикалькулятор, созданный на основе карманного калькулятора «Б3-36»

26. Действующий демонстрационный макет школьного МК «МКШ-2» разработан кафедрой экспериментальной физики Латвийского государственного университета и Республиканским институтом повышения квалификации учителей



ле преподают члены рабочей группы, а на основном — учителя школ. В 7 — 9-х классах эксперимент уже закончен. Для них разработан полный комплект методических материалов: методические указания, задачники, тесты, переработанный учебник для 9-го класса. С учетом МК перерабатываются учебники математики начиная с 7-го класса.

В Латвийской ССР с 1978 года МК внедряются в обучение студентов — будущих педагогов, а также школьников в классах с углубленным изучением физики и математики. По желанию учителей разработаны максикалькулятор для группового обучения (рис. 25) и демонстрационный макет школьного МК (рис. 26), пособия

(задачи, игры, каталог программ) для преподавания с использованием МК. Проведены также различные исследования по применению МК в школе. Выяснено, что применение МК в 6 раз сокращает время, затрачиваемое на решение задач. Определялись навыки вычисления с помощью МК по международному тесту А. Винандса (см. с. 49). Оказалось, что учащиеся различных стран делают одни и те же характерные ошибки. И все же даже при слабом владении МК количество правильно решенных задач возрастает на 40%. При интенсивном пользовании МК растут координация движений руки и концентрация внимания — личностные качества, которые очень необходимы в современном обществе.

РАССКАЗЫВАЮТ СПЕЦИАЛИСТЫ РАЗНЫХ СТРАН

Микрокалькулятор в школе — глобальная проблема, решением которой занимаются многие исследователи во всем мире. Для получения представления о международном масштабе изучения этого актуального вопроса современного математического образования автор обратился к зарубежным специалистам, принимающим активное участие во внедрении МК в школах своей страны.

● *Рассказывает директор Калькуляторного информационного центра при государственном университете штата Огайо (США) Мэрилин Сьюдам*

Преподаватели США со всей серьезностью обратились к проблеме применения МК в школе в начале 1975 года, когда цены на эти приборы начали падать. Национальный совет учителей математики в 1980 году разработал план действий на 80-е годы под лозунгом «Программы по математике должны полностью использовать возможности МК и компьютеров на всех уровнях обучения». Для достижения этой цели было рекомендовано: 1) сделать доступными МК во всех школьных кабинетах математики; 2) привить навыки рационального и соответствующего применения МК; 3) использовать МК не

только для рутинной практики и расчетов, но и для исследования, открытия и развития математических понятий; 4) разработать и сделать доступными материалы учебных программ, которые обеспечивают применение МК для развития творческих способностей учащихся; 5) установить связь с родителями учащихся для достижения координации в применении МК в школе и дома.

Нами собраны доводы, говорящие как в пользу, так и против применения МК в школе. На основании литературных данных можно привести следующие доводы в пользу МК: 1) МК помогают в расчетах; 2) облегчают понимание и развитие математических понятий; 3) уменьшают необходимость запоминания; 4) облегчают решение задач; 5) служат мотивирующим моментом; 6) помогают в исследовании, понимании и освоении алгоритмических процессов; 7) развивают исследовательские и творческие способности учащихся; 8) они существуют — и это прагматическое обстоятельство наиболее действенно. Приводятся и некоторые аргументы против применения МК: 1) МК могут быть использованы в ущерб развитию вычислительных навыков; 2) могут создать ложное представление, что математика связана только с расчетами и что она в основном механическая; 3) отсутствуют долгосрочные исследования о последствиях применения МК.

Отношение к роли МК в математическом образовании зависит от аудитории. Согласно обзору 1979 года, за повышение значения МК в 80-е годы проголосовало 54 % специалистов и только 36 % неспециалистов. Более 70 % учителей выступило за то, чтобы в обучении был доступным простейший МК. Но 67 % специалистов и 88 % неспециалистов считало, что применение МК следует отложить до тех пор, пока учениками не будут усвоены алгоритмы вычислений с карандашом и бумагой.

Наш центр исследовал степень применения МК в школах США. Если в 1975 году доступ к МК имело 40 % учащихся школ, то в 1979 году уже 80—100 % учащихся имело собственный МК или доступ к нему. Микрокалькуляторами пользуется 35 % учителей элементарной школы и 60 % учителей школ второй ступени. В некоторых школьных округах умение обращаться с МК включено в список обязательных минимальных навыков для оканчивающих школу. Учителя указывают на четыре направления в применении МК: проверка вы-

числений, проведенных с помощью карандаша и бумаги, игры, трудоемкие вычисления и анализ математических понятий.

В начале 80-х годов внимание с МК переключается на компьютеры личного пользования.

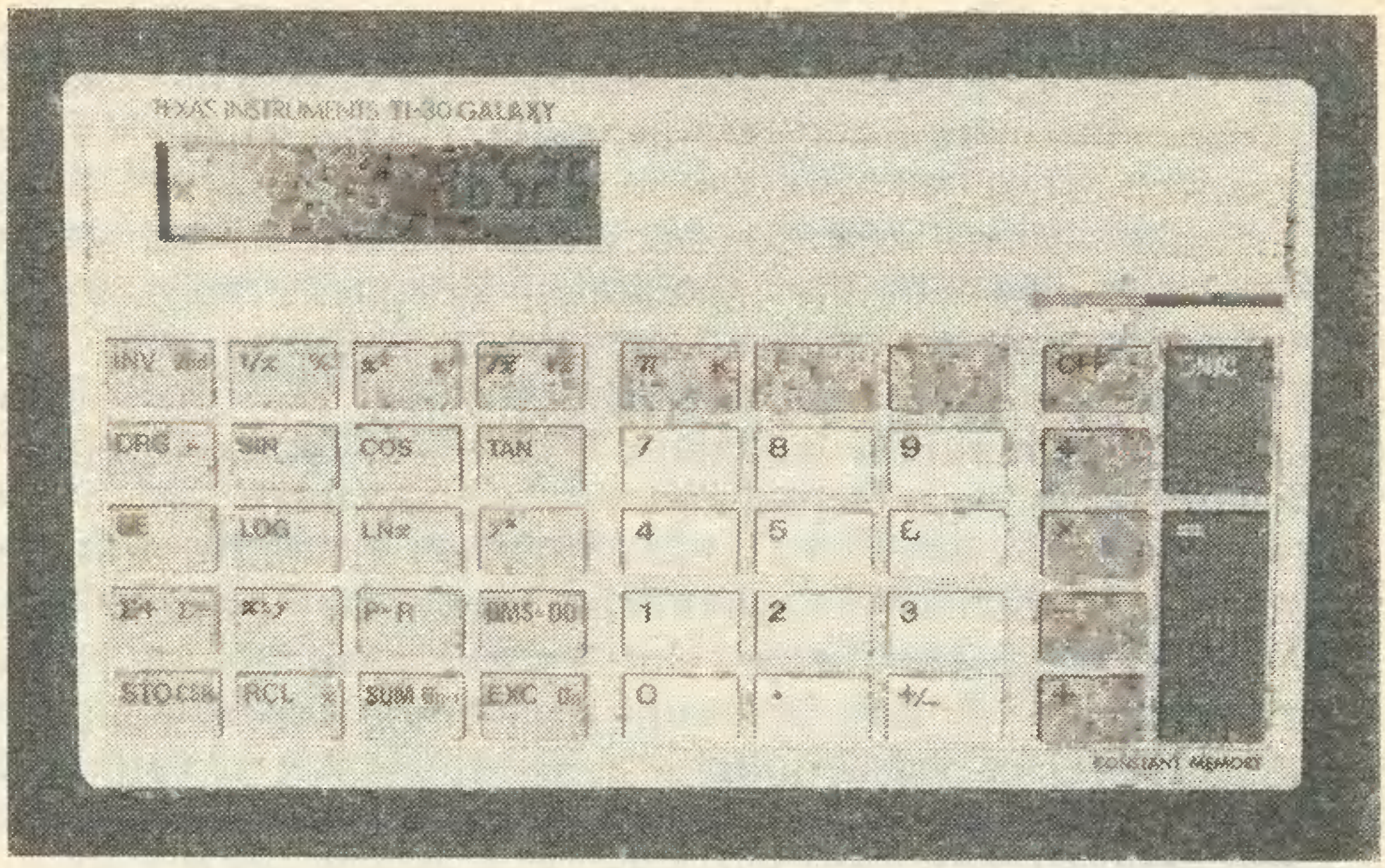
В заключение хочется отметить, что те опасения относительно целесообразности применения МК в школах, которые имели место в 1975 году, уже частично рассеялись. Это, конечно, не означает, что МК сейчас применяют в каждом классе, однако их использование в школах не составляет такой проблемы, как это было ранее. Микрокалькуляторы не изменили программу обучения в начальных школах, как некогда ожидалось, однако работа с ними включена в ряд учебников. Многие учебники на уровне средней школы предусматривают их применение. Таким образом, роль МК в школе в математическом обучении теперь более ясна, чем в 1975 году. Они являются слишком удобным прибором, чтобы быть исключенными из процесса обучения.

● *Рассказывает руководитель исследовательского проекта «МК в преподавании математики» из Вестфальского Вильгельмского университета в Мюнстере (ФРГ) профессор Хартвиг Майснер*

В ФРГ практически в каждой семье имеется по крайней мере один карманный МК. Большинство из них японского или американского производства (рис. 27). В продаже имеется более 50 моделей МК.

На уроках математики МК применяются начиная с 7-го или 8-го класса (возраст школьников 13—15 лет). В младших классах применение МК в качестве вспомогательного вычислительного средства, как правило, запрещено. Учителя, родители и органы просвещения опасаются, что слишком раннее введение МК в обучение счету может привести к тому, что школьники не овладеют в достаточной мере традиционными (устными и письменными) приемами счета. Широко используется МК взамен традиционных вспомогательных средств вычисления — логарифмической линейки и таблиц.

В связи с большой ролью ЭВМ в жизни современного общества в ФРГ существует мнение о необходимости переосмыслить всю школьную математику. Книгой «Эле-



27. Наиболее популярный в ФРГ школьный МК «TI-30» автоматически учитывает старшинство выполняемых операций

ментарная математика с алгоритмической точки зрения» профессор Артур Энгел представил программу, которая теперь находит путь в школьные классы. Цель этой концепции — новый подход к математике с алгоритмической точки зрения. Эта программа предусматривает использование программируемых МК и компьютеров.

Современным и наиболее интересным является применение МК в качестве методического вспомогательного средства. Над этой проблемой работает исследовательская группа «Микрокалькуляторы в преподавании математики», проводящая педагогические эксперименты в 3—6-х классах (возраст детей от 9 до 13 лет). Здесь возможны два аспекта применения МК: синтаксический и семантический.

При синтаксическом использовании МК рассматривается как «черный ящик», однозначно реагирующий на входные данные. Быстрота и точность реакции МК на воздействие человека психологически мотивируют обучение. В многократных упражнениях в одиночку или в соперничестве между группами школьников (что скорее: вычисления в уме или с помощью МК?) учащиеся познают, что вычисления в уме (с результатом до 100) они выполняют столь же надежно, как и МК, но намного быстрее и что для таких вычислений МК вовсе не нужен.

В семантическом смысле МК используется для проверки гипотез. Ученику указывается результат, к которому должны привести вычисления с помощью МК, а вводимые числа он должен подобрать сам. Например: «На какое число нужно умножить 37, чтобы получить 1000?» или «На сколько процентов возросла продуктивность, если вместо 386 т картофеля собрали 422 т?», или «Для какого угла справедливо $\sin \alpha = 0{,}1$?» При ошибочно выбранном входном числе МК дает ошибочный ответ. Но при сравнении его с заданным результатом школьник получает дополнительную информацию, как лучше подобрать следующее вводимое число. Наши исследования показывают, что многие школьники самостоятельно, т. е. без помощи учителя, находят новые пути (стратегии) решения и этим самостоятельно приходят к интуитивному пониманию функциональных взаимосвязей.

В качестве примера хочется описать игру, которая называется «Попадание в цель». Правила игры просты. Для заданного множителя надо найти другой множитель, чтобы результат находился в определенном интервале. Вычисления проводятся на МК, ход решения протоколируется. Данные слева показывают ход решения 13-летнего ученика Ерна в начале нашего эксперимента, а справа — после проведения им 20 таких игр. При этом с учеником не проводилось никаких бесед относительно стратегии решения задач. С помощью подобных обучающих игр мы надеемся выработать у школьников экспериментальных классов лучшее чувство числа и четырех арифметических действий.

В первой игре Ерн получил задачу «Найти такое число, при умножении которого на 17 результат был бы в интервале от 560 до 585». В 20-й игре он должен был найти такое число, при умножении которого на 37 результат был бы в интервале от 960 до 965.

$\boxed{?} \xrightarrow{\times 17} [560,\ 585]$ $\boxed{?} \xrightarrow{\times 37} [960,\ 965]$

Вводимое число	Результат	Вводимое число	Результат	Вводимое число	Результат
20	340	20	340	30	1110
200	3400	25	425	27	999
100	1700	30	510	26	962
50	850	35	595		
25	425	31	527		
40	680	32	544		
30	510	33	561		

● *Рассказывает руководитель исследовательского проекта «МК и навыки счета» (ФРГ) профессор Боннского университета Александр Винандс*

Как вспомогательные вычислительные средства МК нравятся школьникам, чего нельзя сказать об учителях и родителях. В ФРГ 90% опрошенных учителей боятся, что навыки счета как достижение человеческой культуры в опасности. В связи с этим возникают по крайней мере два исследовательских вопроса: как хорошо учащиеся вычисляют сегодня; являются ли ученики, которые часто пользуются МК, более слабыми в счете, чем те, которые не пользуются МК.

Для получения ответа на эти вопросы мы разработали тест «Как хорошо ты считаешь без МК?» из 20 задач. Задачи 1—7 позволяют выяснить навыки счета с десятичными числами, а 11—17 — с дробями; задачи 8—10 требуют навыков оценочных вычислений, а 18—20 — установления соотношений между дробными числами. В скобках в процентах указано, какое число испытуемых 13—15-летних учеников решили данную задачу правильно:

1) $245+835+3919=$ (93);
2) $49{,}99-4{,}312=$ (67);
3) $38\times785=$ (68);
4) $85{,}331\times0{,}24=$ (50);
5) $61\,776:13=$ (74);
6) $23{,}52:1{,}4=$ (37);
7) $12{,}32+5{,}6\times7{,}8=$ (21);

(в задачах 8—10 последовательность цифр в ответе правильная. Поставить запятую в правильном месте!)

8) $90\,122+365\,908+61\,100=517\,130\,000$ (35);
9) $123{,}6\times9\,876{,}50=122\,073\,540\,000$ (9);
10) $224:0{,}16=140\,000$ (50);
11) сократить, насколько это возможно, $\frac{588}{630}=$ (13);

(в задачах 12—17 написать результат в виде дроби или целого числа)

12) $\frac{2}{3}+\frac{3}{8}+\frac{1}{4}=$ (7);
13) $\frac{2}{3}\times3=$ (63);
14) $2:\frac{1}{8}=$ (40);
15) $2\frac{3}{5}+3\frac{6}{15}=$ (55);
16) $3\frac{1}{3}\times5\frac{2}{5}=$ (34);
17) $2\frac{5}{7}:3\frac{4}{5}=$ (36);
18) что больше: $\frac{2}{15}$ или $\frac{3}{20}$? Почему? (33);
19) что больше: 137,98 или 137,979? Почему? (73);
20) указать два числа между 3,04 и 3,05 (58).

Для решения этих задач отводилось 35 мин. Кроме того, испытуемые должны были указать, имеют ли они в школе и дома МК и как часто им пользуются (почти

никогда, редко, часто, почти всегда). В 1979/80 учебном году с помощью теста проверены 4300 учащихся из 24 школ, в 1980/81 — 3600 учащихся из 19 школ и в 1981/82 — 3500 учащихся из тех же 19 школ; 50 % испытуемых были из основной школы (основной уровень), 30 % — из реальных школ (повышенный уровень) и 20 % — из гимназий (высший уровень). Влияние возраста, типа школы и частоты пользования МК на навыки счета показано в табл. 1.

Таблица 1

Тип школы	Частота пользования МК		
	Почти никогда	Редко	Часто
7-й класс			
Основная	5,7	5,8	4,3
Реальная	9,5	8,6	8,1
Гимназия	11,0	10,8	10,9
8-й класс			
Основная	8,3	8,2	7,8
Реальная	9,7	9,0	9,1
Гимназия	11,5	11,9	11,2
9-й класс			
Основная	9,9	10,1	9,7
Реальная	10,5	11,8	12,5
Гимназия	14,2	14,4	15,4

Разница в показателях навыков счета объясняется возрастом и типом школ. Разница, вызванная разной частотой пользования МК, пренебрежимо мала. Особенно хорошо это видно, если проследить за средним количеством правильно решенных задач в одном типе школ за три учебных года подряд.

Из опроса учащихся следует, что в 7-м классе каждый второй ученик имеет собственный МК, в 9-м классе — каждые два из трех. Частота применения МК не зависит от оценки по математике, т. е. лучшие и худшие «математики» одинаково часто пользуются МК. Учителя одобряют внедрение МК с 9-го класса. Но, как следует

из опроса учащихся, о частом применении МК на уроках математики в ФРГ пока не может быть и речи.

Наихудшие результаты учащиеся показывают в оценочных вычислениях. При решении семи задач с дробями в основной школе количество правильных ответов составило в среднем только 30 %, а в гимназии — 60 %. Навыки счета с простыми арифметическими действиями намного выше. В задачах с дробями и в задаче 7 главная причина ошибок — не слабые навыки устного счета, а плохое знание порядка выполнения арифметических действий. Никакого различия в навыках счета между юношами и девушками не установлено. В основной школе уровень навыков счета в значительной степени предопределен оценкой по математике. Только 5 % «плохих математиков» показали хорошие навыки счета.

Из результатов трехлетних наблюдений следует, что распространенность и частота использования МК не оказывают никакого влияния на навыки счета. Примечательно, что учащиеся, часто пользующиеся МК, задачи 5 и 6 на деление и задачу 7, где надо учитывать порядок вычислений, решили лучше, чем учащиеся, не пользующиеся МК. Наши исследования «МК и навыки счета» будут продолжены. Зная сегодняшний уровень навыков счета, можно будет судить об изменениях в навыках счета в будущем.

● *Рассказывает руководитель рабочей группы «МК в школе» (ГДР) профессор Вернер Валш*

Действующий ныне учебный план по математике для 6—10-х классов общеобразовательных школ ГДР был введен в 1969—1971 годах. Он предусматривал, что школьники должны освоить два вида вспомогательных вычислительных средств: логарифмическую линейку и таблицы. Логарифмическая линейка вводится в 7-м классе и затем применяется в различных расчетах. С таблицами школьники также знакомятся с 7-го класса, сначала для определения квадратов и квадратных корней, а позже для вычисления площади круга, куба, синусов, логарифмов и т. д.

Во время разработки и введения этого учебного плана применение электронных вычислителей в преподавании еще не было актуально. В последующие же годы

ситуация резко изменилась. Поэтому на VIII педагогическом съезде в октябре 1978 года было выдвинуто требование исследовать возможность и границы внедрения МК в школе. При Академии педагогических наук ГДР была создана рабочая группа, в которую наряду с учеными из академии и университета им. М. Лютера вошли также преподаватели других вузов, учителя школ и представитель электронной промышленности. Под руководством этой рабочей группы в сентябре 1979 года начался педагогический эксперимент, для чего 21 класс (всего 519 семиклассников) был оснащен МК «MR-410» (см. рис. 16). Учащиеся пользовались МК «MR-410» для выполнения домашних заданий. С тех пор эти экспериментальные классы работали с МК. С логарифмической линейкой они вовсе не были знакомы, а применение таблиц было ограничено. В остальном учебный план остался прежним. Два экспериментальных класса были оснащены более мощными инженерными МК «MR-609». На основе этой модели создали школьный МК «SR 1» (см. рис. 17). Эксперимент продолжался 4 года. Рассмотрим некоторые его результаты.

1. Наше мнение о том, что введение МК целесообразно осуществлять начиная с 7-го класса, получило подтверждение. С одной стороны, развитие вычислительных навыков (включая вычисления с дробями) в основном уже закончено, а с другой — начиная с 7-го класса в учебных программах по физике, химии и математике появляются задачи, в которых вычислительная часть настолько велика, что применение МК дает действительные преимущества.

Мы не сомневаемся, что требования к навыкам особенно письменного счета в будущем снизятся. Тем не менее важно, чтобы школьники основные приемы счета (прежде всего устного) освоили до введения МК и продолжали упражняться в счете без их помощи для предупреждения зависимости от МК или слепой веры в него. Мы пришли к выводу, что школьники должны свободно владеть всеми арифметическими действиями в объеме до ста и наизусть знать квадраты чисел от 0 до 20 и значения синуса для углов в 0, 30, 45, 60 и 90° в форме $(1/2)\sqrt{a}$ ($a=0, 1, 2, 3, 4$). На некоторых контрольных работах учащиеся должны демонстрировать свои навыки в счете без МК.

2. В нашем эксперименте учащиеся не имели каких-

либо значительных затруднений в пользовании МК. Этому, несомненно, способствовало то обстоятельство, что МК они осваивали постепенно: в 7-м классе — арифметические действия, изменение знака числа, %, $\sqrt{\ }$, x^2; в 8-м классе — действия с памятью, $1/X$, $\sqrt[3]{X}$; в 9-м классе — ввод числа в стандартизированной форме, вычисление логарифмов и степенных функций; в 10-м классе — тригонометрические функции. У некоторых учеников 8-го класса возникли трудности в пользовании регистром памяти. Им мы советовали обязательно писать клавишные программы. В 10-м классе эти трудности исчезли полностью.

3. Повышение надежности и сокращение времени, затрачиваемого на расчеты, в первую очередь положительно сказались при изучении физики и химии: ход мышления при решении задач не прерывался скучными и трудоемкими, а нередко и ошибочными расчетами.

4. В ходе эксперимента установлено положительное влияние применения МК и на развитие таких аспектов математических знаний и умений, которые не связаны с выработкой вычислительных навыков. Многие учителя и учащиеся спонтанно пришли к заключению, что ряд задач, решение которых раньше требовало изложения длинных теорий, можно быстро решить методом проб. Применение МК, несомненно, способствует развитию алгоритмического мышления и готовит учеников к работе с видеокомпьютерами.

5. Внедрение МК в школе актуализировало такую ранее мало обоснованную тему, как приближенные вычисления. В связи с массовым внедрением МК в школах ГДР начиная с 1985/86 учебного года уже в учебник 6-го класса включен вопрос о приближенных вычислениях. В 7-м классе, где теперь применяется МК, изучается тема «Расчет погрешностей», доставляющая хлопоты и учителям. Материалом темы они владеют, однако нередко «болеют» записыванием слишком точного результата. У «болезни» имеется очевидное психологическое обоснование — слепая вера в электронику.

6. Приобретение МК в ГДР организовано так. Все учащиеся 7-х классов, предъявив справку из школы, могут приобрести школьный МК «SR 1» на облегченных условиях — приблизительно в 3 раза дешевле. Они охотно приобретают школьный МК. Поэтому в ГДР отсут-

ствуют проблемы, связанные с тем, что в одном классе имеется несколько типов калькуляторов.

7. Эксперимент закончен и получен уже первый опыт массового внедрения МК в школах, которое выявило две новые проблемы. Первая связана с тем, что некоторые учителя уделяют работе с МК больше времени, чем предусмотрено учебным планом. Но эта проблема быстро исчезнет. Вторая проблема заключается в том, что некоторые учителя требуют записывать клавишные программы даже для простейших арифметических вычислений. Подобное вызывает у учащихся отрицательное отношение к вычислительной технике, и дети видят в МК не помощника, а источник дополнительной письменной работы.

● *Рассказывает автор первой в ЧССР диссертации по внедрению МК в восьмилетней школе доцент Павел Кветонь*

После двухлетней работы в математическом кружке, в котором ученики 7, 8-го классов восьмилетней школы в г. Остраве учились вычислять с помощью МК, было решено в 1978/79 учебном году провести эксперимент в 7-м классе на уроках математики. Так как внедрение МК никаких особых трудностей не встречало и двухлетний эксперимент дал положительные педагогические результаты, то с 1980/81 учебного года был запланирован четырехлетний педагогический эксперимент с учениками 5-го класса. Это означает, что в 1981/82 учебном году эксперимент продолжили с теми же учениками в 6-м классе, в 1982/83 — в 7-м классе и в 1983/84 учебном году в 8-м классе. Эксперимент был запланирован так, что один (контрольный) класс обучался «нормальным» образом, а другой (экспериментальный) класс пользовался МК. Оба класса не подвергались никакой реорганизации. В качестве экспериментального был выбран более слабый по успеваемости класс. В обоих классах преподавал один учитель И. Груба.

Основные идеи эксперимента заключались в следующем. В начале учебного года с помощью тестов у учащихся обоих классов определялся уровень знаний и навыков по математике, выяснялось их отношение к этому предмету. Ученики экспериментального класса пользова-

лись МК при любой возможности, а ученики контрольного класса ими вообще не пользовались. На четвертных контрольных работах и при других письменных проверках МК ни в одном классе не применялись.

Эксперимент должен был дать ответы на следующие вопросы.

1. С какими трудностями встречаются ученики при пользовании МК?

2. Приведет ли регулярное пользование МК к падению уровня математических знаний?

3. Снизятся ли навыки письменного счета?

4. Повысятся ли навыки оценочных вычислений у учеников экспериментального класса?

5. Является ли МК существенным помощником при решении тестовых задач?

6. Является ли МК одинаково хорошим помощником как для сильных, так и для слабых учеников?

7. Каково отношение учеников экспериментального класса к обучению математике и к МК?

8. Пригоден ли учебный материал в существующих учебниках для применения МК?

1. Эксперимент показал, что использование МК в обучении математике в восьмилетней школе не только возможно, но и желательно. Даже ученики 5-го класса, работавшие с болгарским МК «Элка 130М», который не является наилучшим для школьного обучения типом МК, в течение всего года не имели затруднений в вычислениях. Но дети часто путали 1 (единицу) с 7 (семеркой) при считывании результата с индикатора МК. В 6-м классе часть учеников имели затруднения при пользовании регистром памяти. Эти ученики, боясь допустить при подсчете ошибку, предпочитали записывать промежуточные результаты на бумаге. Сильные ученики пользовались электронной памятью без проблем. В 7-м классе часть учеников еще имели затруднения в использовании регистра памяти. Но уже в 8-м классе любые трудности при работе с МК исчезли.

2. Эксперимент показал, что общие математические знания учеников, пользующихся МК на уроках математики в течение четырех лет, не снизились. В целом ряде примеров ученики экспериментального класса показали лучшие знания, чем ученики контрольного класса. При решении задач они также были более гибкими в поисках решения и более самостоятельными.

3. Уровень навыков письменного счета через четыре года не снизился. Для более точного выяснения этого вопроса, как и других, было проведено сравнение одинаково успевающих учеников экспериментального и контрольного классов. Из попарных сравнений следует, что уровень навыков в письменном счете в экспериментальном классе через четыре года стал выше, чем в контрольном классе.

4. И в оценочных вычислениях ученики экспериментального класса показали в среднем лучшие результаты, чем ученики контрольного класса. Только среди лучших по успеваемости учеников не удалось выявить различия. Но следует отметить, что ученики экспериментального класса показали более высокий рост успеваемости за четыре года обучения.

5. Из эксперимента следует, что МК является существенным помощником при решении тестовых задач. Так как ученики экспериментального класса благодаря использованию МК решали в общей сложности большее число задач, то не удивительно, что они через четыре года быстрее ориентировались в нахождении метода решения задач. Среди лучших по успеваемости учеников экспериментальный класс показал более высокие результаты.

6. Из четырехгодичного эксперимента следует, что МК является одинаково хорошим помощником как для слабых, так и для сильных учеников.

7. Учащиеся положительно относятся к использованию МК. Через четыре года в МК они уже видят полезного помощника в освоении математики, а не техническую игрушку.

8. Хотя учебники для 5—8-х классов написаны без учета применения МК, его использование дает ощутимый эффект в ряде тем. Надо сказать, что некоторые задачи без применения МК в течение урока вообще нельзя решить.

Интересны итоги пользования МК. В 5-м классе МК использовались на 21 уроке по 27 мин на каждом занятии, в 6-м классе — на 26 уроках по 33 мин, в 7-м классе — на 44 уроках по 29 мин и в 8-м классе — на 23 уроках по 38 мин.

Надо признать, что имеющиеся в ЧССР МК не приспособлены к применению в начальной школе. С моделью МК связаны большие проблемы. «OKU-205» и «OKU-209»

больше не выпускаются. Концерн «Тесла» совместно с ГДР освоил производство микрокалькуляторов «MR-411», «MR-413» и «MR-609». Случается, что в одной школе используется до пяти различных моделей МК, что затрудняет учебный процесс. В средних школах используются инженерные МК японской фирмы «Шарп» и «MR-609».

Начиная с 1982/83 учебного года предполагалось внедрить МК в 7-м классе во всех школах. Но из-за отсутствия МК пришлось отложить на время этот проект. Однако МК разрешается пользоваться на факультативных занятиях «Упражнения по математике» в 5-м классе и в физико-математическом практикуме начиная с 7-го класса. В 1988/89 учебном году планируется внедрение МК в 5-м классе во всех школах.

● *Рассказывает учитель математики и физики Сабо Эндре (Венгрия)*

В Венгрии до 1981 года МК на уроках математики применялись только в нескольких средних школах. В 1982 году МК были введены факультативно начиная с 3-го класса средней школы. На уроках физики применение МК зависит от желания учителя. В 1982 году был введен новый учебный предмет — техника, рассчитанный на два года обучения. Последние 20 уроков по этому предмету отводятся на овладение навыками применения МК. Все большее число школ оснащается МК типа «РТК-1050» или «РТК-1072». С 1983/84 учебного года каждая школа получила одну венгерскую видеоЭВМ, которая может подключаться к телевизору как к дисплею и к магнитофону как к внешнему запоминающему устройству. Эта ЭВМ программируется на языке бейсик.

Наша гимназия имеет 15 программируемых МК «РТК-1050». В программной памяти этого МК можно записать 50 клавишных операций. Микрокалькулятор имеет восемь регистров памяти. Несмотря на ограниченные возможности, в средней школе этот прибор можно применять очень широко. Обучение программированию на этом МК не составляет трудностей. При помощи программируемого МК мы изучаем такие вопросы, как движение искусственных спутников Земли, движение маятника, колебательные процессы в электрических кон-

турах, радиоактивный распад, распространение волн и т. д.

На вводных занятиях мы предлагаем игры, в которых противником является МК. Например, расстояние между школьником и МК делят на некоторое число шагов. Каждый играющий может сделать один, два или три шага. Побеждает тот, кто первый подойдет к сопернику. В МК вводится программа с правильной стратегией, машина всегда делает такое число шагов, чтобы расстояние до школьника делилось на четыре. В большинстве случаев выигрывает машина. Это заставляет учащихся задуматься над тем, как МК можно запрограммировать на выигрышную стратегию. Потом им даются простые задачи по математике, например составление программы для получения суммы математических рядов, вычисление квадратного корня, получения простых чисел, вычисления процента процентов и т. д. Когда этот этап усвоен, можно перейти к решению физических задач.

Ряд интересных задач разработал мой коллега Габор Тэрэ. Он демонстрирует опыт по разряду конденсатора через сопротивление. Учащимся дается задание: исследовать временну́ю зависимость напряжения на обкладках конденсатора. Для этого, конечно, можно провести эксперимент или решить дифференциальное уравнение, но можно и изучить процесс разряда в численном эксперименте с применением МК. Сравнение результатов реального эксперимента, решения дифференциального уравнения и численного эксперимента увеличивает доверие учащихся к вычислительной технике, к алгоритмам. Перед составлением программ следует составить блок-схему — логическое решение задачи. Такая систематическая работа через три—четыре месяца дает поразительные результаты. В классе всегда находятся два-три ученика, которые придумают более остроумное решение задачи с помощью МК, чем предложенное учителем. Тогда и осознаешь, что работа с МК была не напрасной.

ИГРЫ

ЯЗЫК ОБЩЕНИЯ С МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОМ

Нажимая клавиши МК, записываем в него некоторое предложение. Каждое наше слово МК воспринимает как приказ. Словарный запас языка МК представлен символами на клавиатуре. В памяти МК запрограммированы правила чтения предложений, которые составляются из клавишных слов. Для общения с МК надо знать как смысл слов-приказов, так и правила составления предложений.

Наиболее популярным является простой алгебраический язык. На этом языке слова-приказы читаются и выполняются подряд. Это означает, что при чтении арифметических выражений не учитывается старшинство выполняемых операций. Если на таком МК клавишами набирается [3][+][4][×][5][=], то вместо 23 на индикаторе появится неожиданный ответ: 35. Для МК, «не знающих» правил чтения арифметических выражений, надо составить предложение в порядке уменьшения старшинства выполняемых операций. При наборе задачи [4][×][5][+][3][=] всегда получится верный результат. Не всегда легко составить выражение с уменьшением старшинства операций. Часто встречаемое выражение $A \times B + C \times D$ в простых МК следует набирать так: A [×] B [÷] D [+] C [=] [×] D [=]. Если в МК имеется регистр памяти, то вычисляемое выражение почти всегда можно разбить на части и промежуточные результаты хранить в регистре памяти. Например, $(A+B):(C-D)$ мож-

но вычислить как C [−] D [=][ЗП] A [+] B [=][÷][ИП][=], где ЗП и ИП — клавишные операции для записи числа в память и для вызова из памяти.

В более мощных и, естественно, более дорогих МК записаны правила чтения арифметических выражений согласно правилам старшинства. Такой язык внедрен в МК «С3-15». Популярным является алгебраический язык, в котором можно указать на старшинство выполняемых операций с помощью скобок. В МК «Б3-32», «Б3-35», «МК-51» прежнюю задачу можно набрать, сохраняя структуру математического выражения $3+(4\times5)=$.

МАГИЧЕСКИЕ КВАДРАТЫ И ЧИСЛОВЫЕ КУРЬЕЗЫ

агические квадраты — удобный объект для проведения простейших вычислений с помощью МК. В магическом квадрате каждая строка, столбец или диагональ в сумме дает одно и то же число.

Заполните клетки в прямоугольниках *А* числами, чтобы получился магический квадрат. В магическом квадрате *Б* записаны углы треугольников, т. е. каждая строка, столбец или диагональ образует треугольник. Клетки магического квадрата *В* представляют углы четырехугольников. В магическом квадрате *Г* числа в клетках надо перемножить. Каждые три клетки в строке, столбце и диагонали представляют размеры сторон прямоугольного параллелепипеда. Все они имеют одинаковый объем 4096 см^3. Найдите неуказанные стороны.

А

324		448
	417	
		510

А

154	77	
99		
110		88

А

		882
840	819	924

Б

93		71
49		

В

92		23	87
49			137
73		169	
			35

Г

		32
	16	
		128

Найдите цифру, которую надо поставить вместо вопросительного знака, чтобы удовлетворить уравнение:

$?\times 51=15?$, $12^2+??^2=12??$, $??^2+33^2=??33$,
$?\times 21=12?$, $1+3^2+?^3=13?$, $1+?^2+5^3=1?5$.
$?\times 86=68?$, $5+9^2+?^3=59?$,

Известно, что имеются числа, равные сумме некоторой степени их цифр. Например: $1^3+5^3+3^3=1+125+27=153$. Найдите недостающую цифру в выражениях:

$3^3+7^3+?^3=37?$, $?^3+0^3+7^3=?07$,
$1^4+6^4+?^4+4^4=16?4$, $5^5+4^5+7^5+?^5+8^5=547?8$,
$?^6+4^6+8^6+8^6+3^6+4^6=?48834$,

$$2^8+?^8+6^8+7^8+8^8+0^8+5^8+0^8=2?678050.$$

ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

ознай себя. С помощью МК можно узнать много интересного. Предлагаю изучить самого себя. Человек характеризуется рядом физических параметров, из которых рост, массу и возраст знают все. Можно вычислить много других параметров. Сделайте это по приведенным формулам и заполните табл. 2. Данные об идеальной массе и жирности не воспринимайте слишком серьезно.

Вес. На нас действует сила притяжения Земли. Она определяет наш вес, который измеряется в ньютонах (Н). Узнайте свой вес на европейских широтах, на полюсах и экваторе, где ускорение свободного падения g соответственно равно 9,80; 9,82; 9,78 (м/с^2), по формуле $P=M\times g$.

Идеальная масса. Специалисты считают, что здоровый человек должен иметь идеальную массу, которую можно вычислить по формуле

$m=(A\times 3-450+B)\times 0{,}25+45$ — для мужчин,
$m=(A\times 3-450+B)\times 0{,}225+40{,}4$ — для женщин,

где A — рост, см; B — возраст, лет.

Таблица 2

Характеристика	Единица измерения	Символ	Тест	Читатель
Рост	см	A	176	
Возраст	лет	B	39	
Масса	кг	M	80	
Вес	Н	P	784	
Идеальная масса	кг	m	74,25	
Жирность	%	X	22	
Плотность	кг/м^3	b	1053,8	
Объем	м^3	V	0,076	
Площадь тела	м^2	S	1,99	

Жирность. Известно, что тело молодых здоровых мужчин содержит около 15%, а тело женщин — 22% жира. Истинная жирность (%) приблизительно оценивается по формуле:

$$X=(M-m):M\times 100+15 \quad \text{— для мужчин,}$$
$$X=(M-m):M\times 100+22 \quad \text{— для женщин.}$$

Плотность. Плотность человеческого тела близка к плотности воды (1000 кг/м^3): плотность жира 890 кг/м^3, мускулов — 1100 кг/м^3. Для человека средняя плотность вычисляется по формуле

$$b=8{,}90\times X+11\times(100-X) \quad (\text{кг/м}^3).$$

Объем. $V=M:b$ (м^3).

Площадь тела. Зная массу человека M (в кг) и рост (в см), можно вычислить площадь кожи нашего тела S (в м^2) по так называемой формуле Бойде:

$$S=(M\times 1000)^{((\lg(1/M)+35{,}75)/53{,}2)}A^{0{,}3}:3118{,}2 \quad (\text{м}^2).$$

Эта формула настолько сложна, что лучше ее перевести на клавишную программу МК:

M [1/X][lg][+] 35,75 [=][÷] 53,2 [=][X→П],

M [×] 1000 [=][x^y][П→X][=][X→П],

A [x^y] 0,3 [×][П→X][÷] 3118,2 [=],

где вместо клавиш [X→П] и [П→X] на вашем МК могут быть клавиши [ЗП] и [ИП], [STO] и [RCL]. Если на вашей

модели МК 1/X и x^y являются вторыми назначениями каких-нибудь клавиш, то не забудьте пользоваться клавишей совмещенной функции:

[F][1/X], [F][lg], [F][x^y].

«Спортивные рекорды». Многие виды спорта связаны с высокой скоростью. Скорость (средняя) определяется формулой $v=s:t$, где s — пройденный путь, t — время. Для вычисления скорости, выраженной в километрах в час, нужно перевести в часы время, выраженное в минутах и секундах. Для этого можно воспользоваться программой:

секунды [÷] 60 [+] минуты [=][÷] 60 [+] часы [=].

Пользуясь данными табл. 3, вычислите при помощи МК скорость бегуна, пловца, велосипедиста.

Таблица 3

Вид спорта	Расстояние, км	Время, ч, мин, с	Время, ч	Скорость, км/ч
Бег	0,1	9,9 с	0,00275	36,36
	1,5	3 мин 31,36 с		
	5	13 мин 0,42 с		
	10	27 мин 22,5 с		
	42,195	2 ч 8 мин 13 с		
Плавание	0,1	50,21 с		
	1,5	14 мин 58,27 с		
Велоспорт	0,5	28,705 с		
	4	4 мин 32,29 с		

«Автомобиль». Каждый владелец автомобиля, наверное, знает его массу, мощность, расход бензина. Например, «Жигули» с пассажирами имеет массу около 1400 кг, мощность 50 кВт, расход бензина 8 л/100 км. С помощью МК можно узнать ряд других важных и весьма интересных данных об автомобиле.

Вес. $P=M\times g$ (Н), где M — масса машины, $g=9{,}8$ м/с^2 — ускорение свободного падения. Во время езды на автомобиль действует сила трения качения, которая приблизительно равна $F_T=0{,}019\times P$ (Н).

Сопротивление воздуха. Если скорость дана в километрах в час, то силу сопротивления воздуха можно вычислить по программе:

$$C_w \boxed{\div} 2 \boxtimes S \boxtimes b \boxtimes V \boxtimes V \boxed{\div} 12{,}96 \boxed{=},$$

где C_w — коэффициент лобового сопротивления (для легковых машин он приблизительно равен 0,5), S — площадь поперечного сечения машины (около 2 м^2), b — плотность воздуха 1,29 кг/м^3. Вычислите силу сопротивления воздуха при разных скоростях и вы увидите, как быстро она растет. Но еще более интересно узнать, сколько бензина из расчета на 100 км тратится на силу сопротивления воздуха. Для выяснения этого надо силу сопротивления воздуха разделить на 64. Сделайте вычисления и заполните табл. 4.

Таблица 4

Скорость, км/ч	Сила сопротивления воздуха, Н	Расход бензина, л	Коэффициент трения μ	Длина пути торможения, м
40	79,6	1,24	0,70	9
60			0,64	
80			0,60	
100			0,56	
120			0,53	
140			0,50	

Путь торможения. Одна из причин автомобильных аварий — слишком большая скорость. От скорости сильно зависит длина пути торможения. Определите ее по программе

$$v \boxtimes v \boxed{\div} 254 \boxed{\div} \mu \boxed{=},$$

где μ — коэффициент трения при торможении. Из расчетов наглядно виден быстрый рост длины пути торможения с ростом скорости.

Музыка. Музыкальный тон определяется количеством колебаний в секунду, которые совершает струна, столб воздуха, мембрана громкоговорителя или барабанная перепонка уха. Когда И. С. Бах предложил свой хорошо темперированный клавир, вряд ли он делал какие-либо вычисления. Но оказалось, что частота каждого следующего музыкального тона в нем превышала частоту предыдущего в $2^{1}/_{12}$ раза. Вычислите корень 12-й степени из двух и восстановите гамму из 12 музыкальных тонов предложенного И. С. Бахом клавира, если частота пер-

вого музыкального тона равна 220 Гц (колебаний в секунду).

Искусство и археология. Художники средневековья большое внимание уделяли антропометрическим и анатомическим исследованиям человеческого тела. Продолжателями этих изысканий стали археологи. Обследование многих людей показывает, что между размерами частей тела и ростом человека имеются весьма строгие соотношения. На основании этих соотношений археологи по длине костей определяют рост наших давних предков. Можете убедиться в этом сами. Измерьте длину вашего бедра, умножьте ее на 2,24 (для женщин на 2,32) и прибавьте 69,1 (для женщин 61,4) и на табло МК вы увидите свой рост в сантиметрах (естественно, приблизительно).

Воспользуемся формулами археологов, чтобы нарисовать свою геометрическую модель. В первом приближении человека можно рассматривать состоящим из шести цилиндров: головы, двух рук, двух ног и туловища. Сделайте расчет по приведенным программам и округленный до целых сантиметров результат запишите в отведенных местах в скобках.

Мужчины

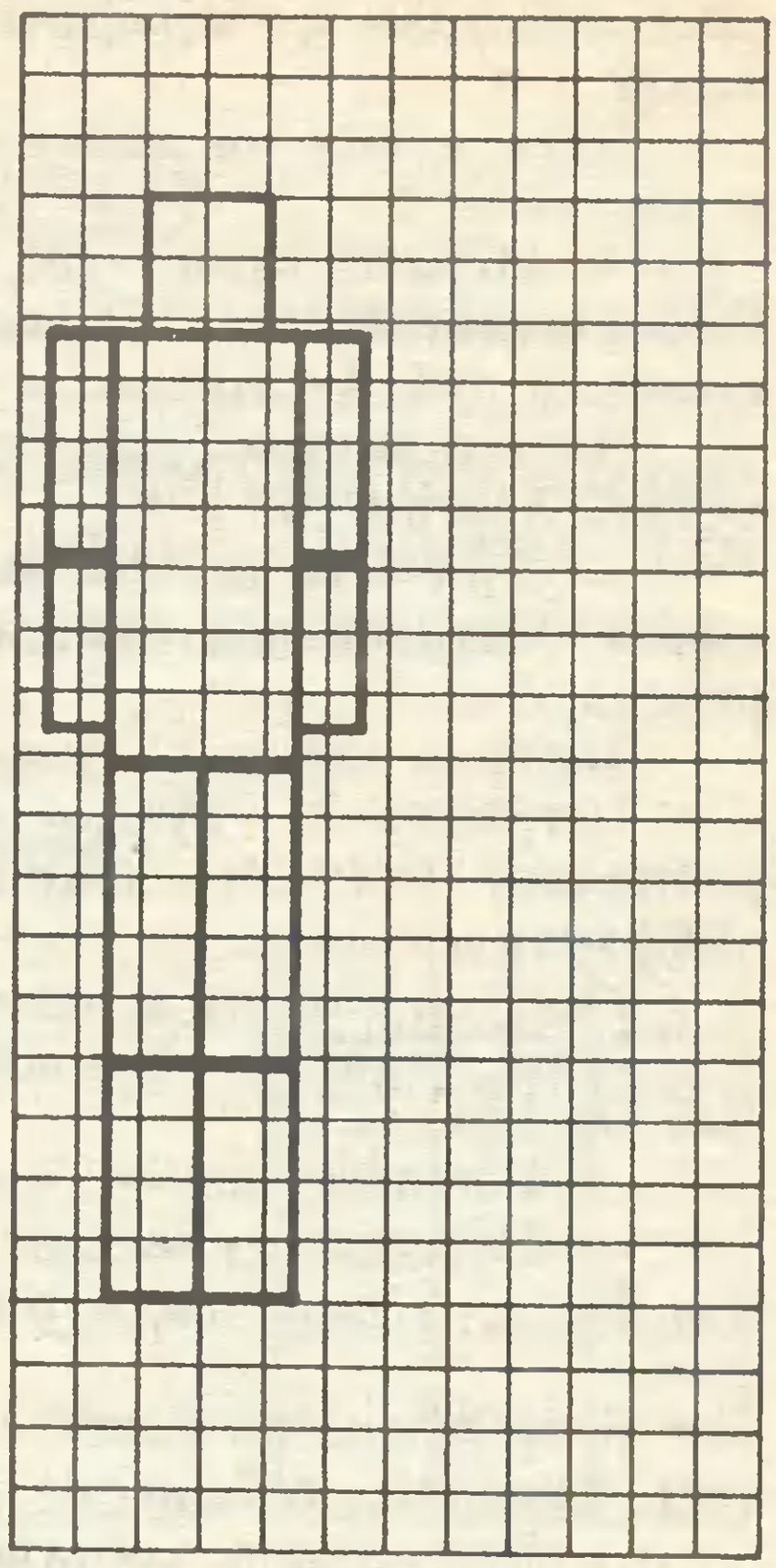
Рост : 8 = (голова ____ см)
Рост — 73,6 = : 2,97 = (плечо ____ см)
Рост — 80,4 = : 3,65 = (предплечье ____ см)
Рост — 69,1 = : 2,24 = (бедро ____ см)
Рост — 72,6 = : 2,53 = (голень ____ см)

Женщины

Рост : 8 = (голова ____ см)
Рост — 64,9 = : 3,14 = (плечо ____ см)
Рост — 73,5 = : 3,88 = (предплечье ____ см)
Рост — 61,4 = : 2,32 = (бедро ____ см)
Рост — 72,6 = : 2,53 = (голень ____ см)

Теперь приступайте к рисованию. На рис. 28 дан пример геометрической модели мужчины (рост 176 см). Сначала отложите полный рост (одна клетка — 10 см; для роста 176 см 18 клеток). От верхней точки вниз отметьте длину головы и проведите горизонтальную линию плеч. От нижней точки вверх отметьте длину ног (бедро+ +голень) и проведите горизонтальную линию нижней части туловища. Нарисуйте теперь ноги и туловище в виде прямоугольников (ширина ноги 1—1,5 клетки, туловища — 3—3,5 клетки, головы — 1,5—2 клетки). От линии

28. Геометрическая модель автора книги. По результатам вычислений нарисуйте рядом свою геометрическую модель



плеч нарисуйте руки (плечо+предплечье). Ваша модель готова.

Задача с картины художника. Картина художника Н. П. Богданова-Бельского (1868—1945) «Устный счет» (1895) знакома многим. На ней изображен урок арифметики в сельской школе конца XIX века, в которой преподавал профессор С. А. Рачинский, покинувший университетскую кафедру, чтобы стать народным учителем. На классной доске записана следующая задача:

$$\frac{10^2+11^2+12^2+13^2+14^2}{365}=?$$

Решите ее устно, а затем результат проверьте с помощью МК.

Задача из рассказа А. П. Чехова. В коротком рассказе «Репетитор» (1884) А. П. Чехов строит конфликтную ситуацию на противопоставлении двух методов решения алгебраической задачи: аналитически и с использованием вычислительного устройства (счетов). В рассказе три героя: репетитор — гимназист 7-го класса Егор Зиберов, который готовит мальчика Петю во 2-й класс гимназии, и отец Пети — отставной губернский секретарь Удодов. Обратимся к фрагменту из рассказа.

«...Теперь по арифметике... Берите доску. Какая следующая задача?

Петя плюет на доску и стирает рукавом. Учитель берет задачник и диктует:

— «Купец купил 138 арш. черного и синего сукна по 540 руб. Спрашивается, сколько аршин купил он того и другого, если синее стоило 5 руб. за аршин, а черное 3 руб.?» Повторите задачу.

Петя повторяет задачу и тотчас же, ни слова не говоря, начинает делить 540 на 138.

— Для чего же это вы делите? Постойте! Впрочем, так ... продолжайте. Остаток получается? Здесь не может быть остатка. Дайте-ка я разделю!

Зиберов делит, получает 3 с остатком и быстро стирает.

«Странно... — думает он, ероша волосы и краснея.— Как же она решается? Гм!.. Это задача на неопределенные уравнения, а вовсе не арифметическая»...

Учитель глядит в ответы и видит...

«Гм!.. странно... Сложить 5 и 3, а потом делить 540 на 8? Так, что ли? Нет, не то».

— Решайте же! — говорит он Пете.

— Ну, чего думаешь? Задача-то ведь пустяковая! — говорит Удодов Пете.— Экий ты дурак, братец! Решите уж вы ему, Егор Алексеич.

Егор Алексеич берет в руки грифель и начинает решать. Он заикается, краснеет, бледнеет.

— Эта задача, собственно говоря, алгебраическая,— говорит он.— Ее с иксом и игреком решить можно. Впрочем, можно и так решить. Я вот разделил... понимаете? Теперь, вот, надо вычесть... понимаете? Или, вот что... Решите мне эту задачу сами к завтраму... Подумайте...

Петя ехидно улыбается. Удодов тоже улыбается. Оба они понимают замешательство учителя. Ученик VII класса еще пуще конфузится, встает и начинает ходить из угла в угол.

— И без алгебры решить можно,— говорит Удодов, протягивая руку к счетам и вздыхая.— Вот, извольте видеть...

Он щелкает на счетах, и у него получается ... что и нужно было.

— Вот-с... по-нашему, по-неученому...»

С помощью счетов задачу легко и быстро можно решить методом проб и ошибок (методом подбора числа). Пользуясь МК, восстановим ход решения этой задачи.

Примем, что купец купил черного сукна 69 аршин. Запишем это в таблицу в графу X. Вычислим количество синего сукна: $138-69=69$ и также запишем в таблицу в графу Y. Теперь можно подсчитать стоимость покупки. Если в вашем распоряжении МК такой, как МК-71, что учитывает старшинство выполняемых действий, то можно считать так:

$$Y\ \boxed{\times}\boxed{3}\boxed{+}\ X\ \boxed{\times}\boxed{5}\boxed{=}.$$

В противном случае выражение стоимости покупки лучше преобразовать к виду

$$Y\cdot 3+X\cdot 5=(Y\cdot 3:5+X)5.$$

Значение этого выражения можно вычислить с любым МК по программе:

$$Y\ \boxed{\times}\boxed{3}\boxed{\div}\boxed{5}\boxed{+}\ X\ \boxed{=}\boxed{\times}\boxed{5}\boxed{=}.$$

Для $X=69$ и $Y=69$ получаем $S=552$. Запишем это в таблицу в графу S.

Так как стоимость покупки превышает потраченную сумму 540 руб., то надо выбрать другое значение для черного сукна, например 67, и повторить численный эксперимент.

Численный эксперимент «Стоимость покупки»

выбрать X (количество черного сукна)
138 $\boxed{-}$ X $\boxed{=}$ (на индикаторе Y)
записать Y (количество синего сукна)
$\boxed{\times}\boxed{3}\boxed{\div}\boxed{5}\boxed{+}$ X $\boxed{=}\boxed{\times}\boxed{5}\boxed{=}$
записать S (стоимость покупки)
повторить, если $S \neq 540$

X	Y	S
69	69	552
67		

За сколько попыток вам удалось найти решение?

Метод подбора числа исторически предшествовал алгебраическому методу. Теперь в эру ЭВМ человечество возвращается к этому методу, естественно, на качественно новом уровне. При наличии даже простейшего МК метод подбора числа очень эффективен. Примем, что надо вычислить $\sqrt{28}$. Таблиц нет, клавиши $\boxed{\sqrt{\ }}$ на МК тоже нет. Попробуйте простым подбором чисел и их возведением в квадрат найти решение с точностью до трех значащих цифр. $5^2=25$, а $5{,}5^2=30{,}25$. Значит, решение находится между 5 и 5,5. Дальше ищите сами.

В параграфе «Рисование и машинная графика» при расчете траектории полета ядра методом подбора числа предлагается определить дальность полета ядра.

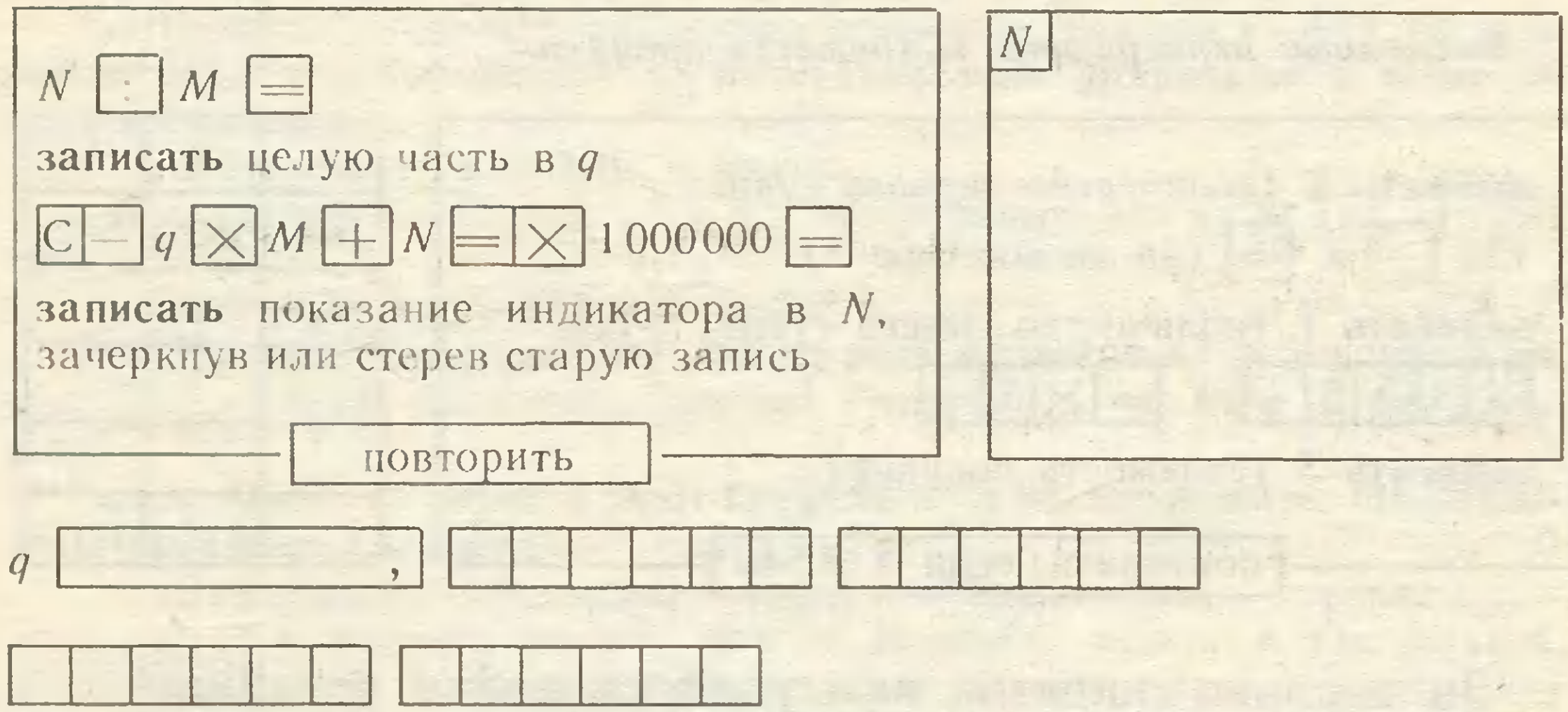
Дробные числа. Мы рассмотрели задачи из самых различных областей знаний и не рассмотрели ни одной задачи из самой математики. Интересным объектом применения МК являются дробные числа.

Каждый, наверное, помнит, что некоторые простые дроби в десятичном представлении имеют периодический вид: $1/3=0{,}333333...=0{,}(3)$, где скобки означают, что число 3 повторяется бесконечное число раз. Для других

чисел период состоит из двух, трех и более цифр: 1/11 = =0,(09), 1/13=0,(076923). Пользуясь МК, установите периоды следующих дробей: 1/22, 1/54, 1/55, 1/66, 1/74, 1/88.

Для дробей с периодами из четырех и более цифр простым делением периодичность нельзя установить. Воспользуемся алгоритмом. Буквой *M* обозначим знаменатель.

записать числитель в *N*



Определим с помощью МК период дроби 1/17. Пишем единицу в *N* и делим: 1 : 17 = . Целую часть — нуль — пишем в *q*. По программе четвертой строки получаем 1 000 000, что пишем в *N*. Возвращаемся к делению 1 000 000 : 17 = . Целая часть 58 823 содержит пять цифр. Начиная со второго цикла, в *q* надо писать шестизначное число, поэтому при записи в *q* добавляем впереди нуль: 058823. По программе четвертой строки получаем 9 000 000. Деление на 17 дает для записи в *q* 529 411. При повторении четвертой строки получаем 13 000 000. Деление на 17 приводит к целой части 764 705. Уже видно начало следующего периода — 05, которое следует проверить дальнейшим вычислением. Итак, период 1/17 = 0,(0588235294117647). Найдите по данному алгоритму периоды дробей 1/19, 1/23, 1/29, 1/97.

числово-словесных играх используется подобие между цифрами и буквами: 0=O, 1=I (один и латинская «и»), 8=B, 6=Б=G, 9=латинская рукописная «г»=русская рукописная «д». Этот список подобий можно расширить, если некоторые цифры перевернуть: 3 → E, 7 → L, 4 → h (латинская строчная «х»), 2 → Z = русская рукописная «г», 5 → S.

Для расширения набора русских букв, представляемых перевернутыми цифрами, используем 4 → ь, комбинацию 17 — как И, а 1,7 — как Й.

Наберите, нажимая клавиши, 6390, поверните МК на 180° и читайте . . . ОБЕД. А перевернутое значение выражения 8,343 : 27 + 1,4 = читается как . . . БОЙ. К какому слову ведет результат задачи 1877×81×4=?

Ребусы. Отгадайте слово [ ][ ][У][ ][ ] с помощью выражения (17+24)×1190= . Значение этого выражения 48 790. Повернув МК, видим совокупность букв OBLBЬ. Заменяя L на У, узнаем слово ОБУВЬ.

Расшифруйте приведенные далее выражения. Над каждым словом указан номер задачи.

1 2 3 4 5 6 7

[ ] [Р][ ][К][ ] [ ][ ][ ] [М][Н][ ][ ][ ] [ ][ ][ ][ ] [ ] [Р][ ][ ].

8 9 10

[ ][Р][ ][С][Т] — [ ][ ][Р][ ][ ] [ ][ ][Р][ ][ ]!

11 12

[ ][ ][ ][ ] — [ ][ ][ ][Щ][ ].

13 14 15

[ ][ ][ ] НЕТ [ ][ ][ ][ ] ТАМ НЕТ [ ][ ][ ].

16 17

[ ][ ][ ] НЕ М [ ][ ].

1) $78 \times 16 : 156$;

2) $51 + 38 \times 97$;

3) $14^2 + 6 \times 49$;

4) $\frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{50}$;

5) $118^2 + 26^2 + 8$;

6) $\frac{475 + 477}{111 - 55}$;

7) $97^2 - 16^2 - 8$;

8) $78^2 \times 9 + 603$;

9) $39^3 + 9^3 + 454$;

10) $2{,}7 \times (0{,}64 - 0{,}0084)$;

11) $268 + 11^4$;

12) $1459 \times (3^2 + 11^2 - 10)$;

13) $35\,496 : 17 - 12\,082 : 7$;

14) $118^2 + 19 \times 36$;

15) $15\,723 : 9 - 3124 : 11$;

16) $31 : 0{,}05 - \sqrt{334{,}89}$;

17) $\frac{1}{0{,}032} + \frac{1}{0{,}03125} - \frac{1}{4}$.

Словари. Из перевернутых семисегментных цифр на индикаторе МК можно составить много слов на языках, использующих латинский алфавит. Одна из первых игр на слова звучала так: «На Ближнем Востоке идет бой за два квадратных поля. Длина стороны одного поля 5324 м, второго 6537 м. Вычислив суммарную площадь этих полей, вы узнаете победителя в этом конфликте». $5324^2 + 6537^2 = 71\,077\,345$, т. е. ShELLOIL («Shell-Oil»—крупная западная нефтяная фирма).

Свои навыки обращения с МК можно применить и в других вариантах словесных игр: в переводах русских слов на английский, немецкий и латышский языки. Вычислите значение приведенного выражения, переверните МК, и вы узнаете перевод указанного русского слова.

Русско-английский словарь

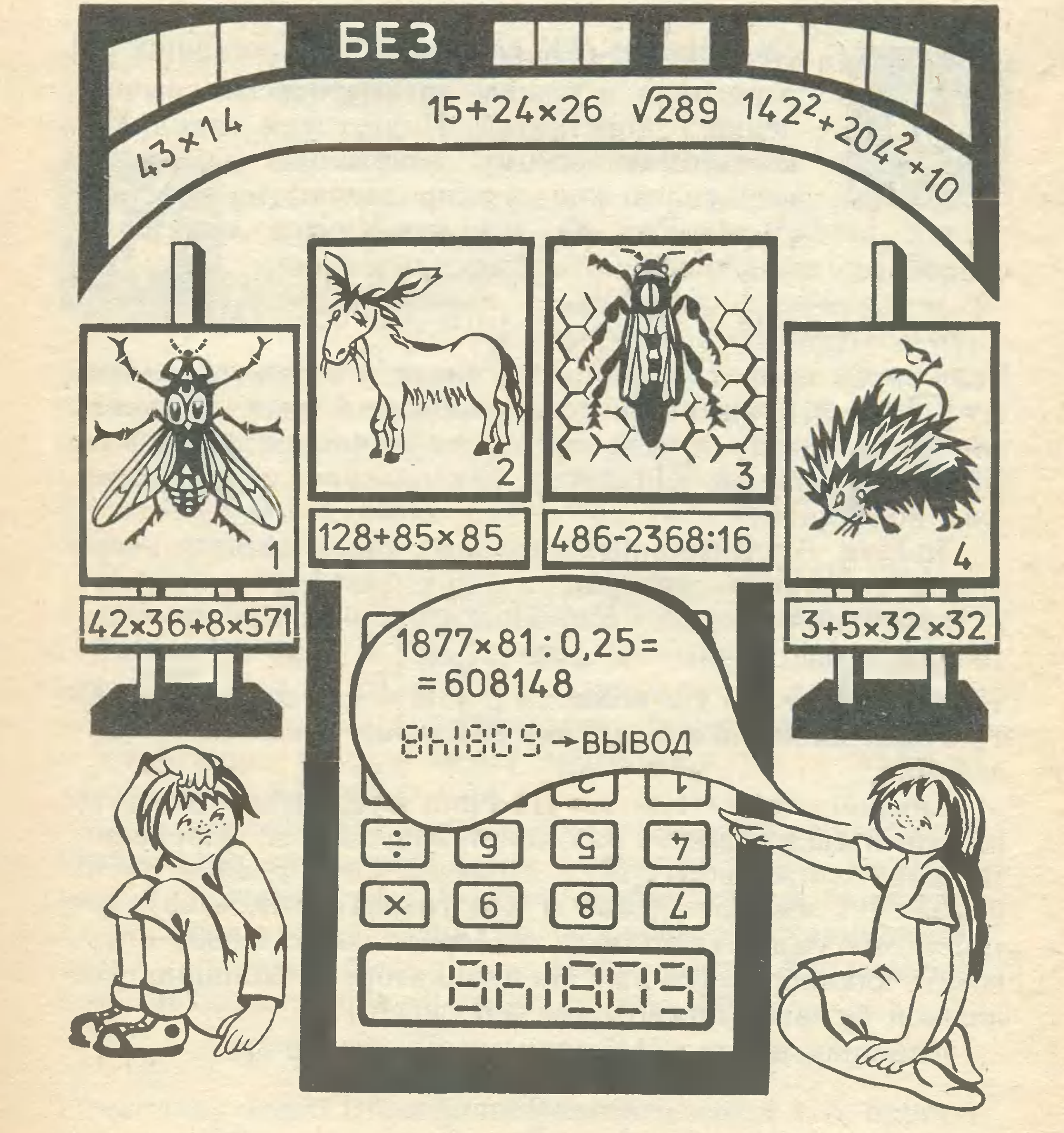
1. Туфля $\frac{203 \times 2145}{11 \times 13}$.
2. Похвала $153 + 235^2$.
3. Масло $\left(\frac{1}{0{,}16} + \frac{1}{0{,}125}\right) \times 50 - 2{,}5$.
4. Отлив $15^2 + 17^2 + 19^2 + 8$.
5. Глобус $16^3 \times 9 + 1215$.
6. Подметка $\frac{3211 \times 1{,}5}{70{,}1 - 68{,}8}$.
7. Она $\frac{46920}{8 \times 17}$.
8. Пчела $\sqrt{152^2 + 302^2 - 8^2}$.
9. Кипение $(49 + 12^3) \times 4$.
10. Ад $\left(\frac{1}{0{,}16} + \frac{1}{0{,}32} + \frac{1}{0{,}64}\right) \times 712 - 53{,}5$.

Русско-немецкий словарь

1. Озеро $(65428 - 2783) : 187$.
2. Яйцо $\sqrt{4096} - \sqrt{2601}$.
3. Веревка $84^2 + \sqrt{6241}$.
4. Похвала $(16^2 + 13) \times 3$.
5. Масло $\left(\frac{1}{0{,}25} + \frac{1}{0{,}125}\right) \times 60 + 10$.
6. Отлив $34^2 + 36^2 + 38^2 - 13$.
7. Подметка $\frac{7481 \times 6{,}25}{6{,}33 - 5{,}08}$.
8. Она $\frac{65\,835}{19 \times 11}$.
9. Еж $\frac{867 \times 1001 - 48 \times 65}{117}$.
10. Ад $\left(125^2 \times 8 + \frac{96}{0{,}125}\right) \times 3$.

Русско-латышский словарь

1. Ад $7^3 \times 11$.
2. Гусь $65^2 + 40^2 - 323$.
3. Дуб $9\,636\,380 : 13^2$.
4. Ель $\frac{1}{0{,}00032} + 668$.
5. Еж $3 \times 683 + 2 \times 1537$.
6. Зуб $\frac{7424{,}24}{1{,}98 + 2{,}14} + 4000$.
7. Кукла $198 \times 197 - 3 \times 423$.
8. Осел $50\,010{,}3 + 42 \times 41$.
9. Слог $\frac{1000}{0{,}032} + \frac{1}{0{,}00016} + 1212$.
10. Я $\sqrt{\sqrt{7\,890\,481}}$.



После того как вы справились с ребусами и с другими играми на слова, предлагаем разгадать подписи к рисункам юных натуралистов (рис. I). Имейте в виду, что общая надпись и подпись к первой картине сделаны на русском языке, ко второй — на немецком, к третьей — на английском, а к четвертой — на латышском языке.

ЗАДАЧИ И ИГРЫ С РЕЖИМОМ КОНСТАНТЫ

ольшинство МК после нажатия клавиши [=] переходят в режим автоматических вычислений с константой. Подготовка таких МК к автоматическому умножению (делению, вычитанию или суммированию) на константу (число K) осуществляется одним из способов:

K [×] K [=] или K [×] [×] [=] (МК «Б3-38», «МК-51»).

Если затем набрать клавишами число A и нажать клавишу [=], то МК автоматически умножит A на K. Умножение на константу можно повторить желаемое число раз. Нажатие клавиши [C] (сброс), как правило, отменяет режим константы.

Задачи. В электронных наручных часах имеется кварцевая пластинка, которая в одну секунду выполняет 2^{15} колебаний. Сколько это? Подготовим МК к автоматическому умножению на два: 2 [×] 2 [=] (или 2 [×][×][=]). Теперь нажимаем 1 и клавишу [=] 15 раз подряд. Получаем ответ: пластинка в секунду совершает более 30 000 колебаний.

Английский математик Д. Грин предлагает сложить газетный лист вдвое 20 раз. Возможно ли это? Определим толщину сложенного листа. Примем, что толщина листа бумаги 0,1 мм, или 0,0001 м. Подготовьте МК к автоматическому умножению на 2. Наберите число 0,0001 и нажмите клавишу [=] 20 раз. На индикаторе — толщина сложенной бумаги (прямо-таки небоскреб!).

Клавиши цифр в МК размещены обычно так:

7	8	9
4	5	6
1	2	3

Физик Х. Гутцер из ГДР утверждает, что все четырехзначные числа, которые набираются по часовой стрелке или против нее из цифр, расположенных в углах любого прямоугольника клавишной станции, делятся на 11 (например, 7931, 2365). Подготовьте МК к автоматическому делению на 11: 11 [÷] 11 [=] (или 11 [÷][÷][=]). Наберите избранное вами число и нажмите клавишу [=]. Делится ли оно на 11? Проверьте делимость других чисел. Можно ли найти какую-нибудь закономерность в этих числах?

ИГРЫ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ЧИСЛА

Рассмотрим МК как электронную игрушку и условно сравним его с коробкой С. Лойда для игры в «15» или кубиком Рубика. В коробке для игры в «15» располагается 15 пронумерованных квадратных фишек. Задача игры состоит в том, чтобы посредством последовательных передвижений, допускаемых наличием свободного поля, перевести любое начальное расположение 15 фишек в нормальное. Идея игры с кубиком Рубика подобна. Из произвольной начальной мозаики посредством последовательных поворотов получить кубик с одноцветными гранями.

Сформулируем большую группу игр для МК. Дается начальное и конечное состояние МК в виде любых чисел. Путем последовательных преобразований начального числа надо получить конечное состояние. В зависимости от условий (только суммирование, только суммирование и вычитание, только вызов программы «$\sqrt{\ }$» и т. д.) получаем ту или иную игру.

Конструирование числа суммированием и вычитанием. Пусть дано начальное число, например 17, из которого надо получить число 115 путем прибавления и вычитания двузначных чисел. Один из способов конструирования числа 115 может быть таким. Набираем на МК число 17 и прибавляем любое число, например 90:

17 [+] 90 [=] — на индикаторе 107.

Поскольку число 107 меньше целевого числа 115, прибавляем еще 20:

[+] 20 [=] — на индикаторе 127.

Устно решаем, что для получения требуемого числа из показания МК надо вычесть 12:

[−] 12 [=] — на индикаторе 115.

Число 115 сконструировано за три приема. А вы можете сделать это за два приема? У такой игры много возможных решений, поэтому число игроков не ограничено.

Предлагаем несколько задач для этой игры:

а) из числа дней в неделе (7) сконструировать число дней в месяце (28, 30 или 31) прибавлением и вычитанием чисел меньше девяти;

б) из числа дней в неделе (7) сконструировать число дней в году (365 или 366) прибавлением и вычитанием двузначных чисел;

в) из роста при рождении (49 см) сконструировать ваш теперешний рост прибавлением и вычитанием двузначных чисел.

Если в вашей семье или среди друзей имеются школьники младшего возраста, им предлагаем более простые игровые задачи:

г) из числа 4 получить чертову дюжину (13) прибавлением и вычитанием чисел не больше пяти;

д) из числа 3 сконструировать число 10 прибавлением и вычитанием только чисел 2 и 3;

е) из числа 0 получить число 17 прибавлением и вычитанием только чисел 4 и 5;

ж) из числа дней в неделе (7) получить число дней в месяце (28, 30, 31) прибавлением и вычитанием только чисел 3 и 5;

з) из числа 21 получить число, соответствующее вашему возрасту (в годах), прибавлением и вычитанием только чисел 3 и 7.

НИМ (игра для двоих). В нее обычно играют со спичками, камешками, пуговицами. Рассмотрим два варианта этой игры. В первом варианте используется операция вычитания, во втором — операция сложения.

Вот первый вариант. На стол кладется некоторое число спичек, например 17. Каждый игрок поочередно снимает одну, две или три спички (можно договориться и о большем количестве снимаемых за один прием спичек). Выигрывает тот, кто заставляет партнера взять последнюю спичку.

В эту игру прекрасно можно сыграть на МК. Набираем некоторое число, например 17, и договариваемся, что за

один ход можно вычесть не более четырех. Примем, что первый игрок вычитает четыре:

17 [−] 4 [=] — на индикаторе 13,

второй игрок вычитает три:

[−] 3 [=] — на индикаторе 10,

первый игрок опять вычитает четыре:

[−] 4 [=] — на индикаторе 6.

Уже видно, что независимо от того, сколько вычтет второй игрок, выигрывает первый.

В игру НИМ могут играть родители с детьми. Если ваш ребенок в игре найдет самостоятельно выигрывающую стратегию, то вы сделали очень много для его умственного развития. К идее выигрышной стратегии ребенка можно подтолкнуть, играя с небольшими начальными числами 6, 7, 8 и т. д.

Второй вариант этой игры основан на получении некоторой суммы: за один прием можно прибавить число больше 10, но меньше 20. Выигрывает тот, кто первый получит на индикаторе 100. Игра, как и прежде, проводится на одном МК и ходы поочередно делает каждый игрок.

Конструирование числа умножением. В этой игре вместо одного целевого числа указывается интервал чисел. Например, из числа 13 получить число из интервала [137, 139]. Одно из возможных решений:

12 [×] 12 [=] — на индикаторе 144,
[×] 0,8 [=] — на индикаторе 115,2,
[×] 1,1 [=] — на индикаторе 126,72.

Дальше продолжайте сами, пока на индикаторе не появится число из интервала [137, 139]. Чем больше начальное число и у́же интервал, тем больше ходов требуется для конструирования числа.

Попробуйте из числа 19 конструировать число из интервала [94, 95], из числа 23 — число из интервала [171, 173] и из числа 937 — число из интервала [402, 404]. В эту игру можно играть вдвоем. Выигрывает тот, кто первый попал в интервал. Если же игра проводится в классе и одновременно в ней участвуют много игроков, то выигрывает тот, кто нашел решение за меньшее число ходов.

Упорядочение цифрового ряда. Хотя ЭВМ означает «электронная вычислительная машина», ее главная сфера применения — получение и переработка нужной информации из некоторого банка данных. С помощью ЭВМ сегодня печатаются всевозможные списки, заполняются расчетные листки на выдачу зарплаты, выясняется наличие мест в самолете и т. д. Естественно, что все необходимые данные в памяти машины имеются. Машина должна их упорядочить по какому-либо признаку: в порядке номеров, в алфавитном или хронологическом порядке и т. д. Упорядочение — центральная задача информатики. С этой точки зрения игры в «15» и с кубиком Рубика также являются играми по информатике.

Сформулируем подобную игру для МК. Дан некоторый неупорядоченный ряд цифр 1320. Последовательными преобразованиями его надо привести к виду 1230. После каждого преобразования на индикаторе должны быть все цифры ряда, за исключением нуля, который служит свободным полем. Место нуля можно использовать для хранения дубликата некоторой цифры. Сравнивая 1320 и 1230, видим, что числа 2 и 3 надо поменять местами. Как это сделать, соблюдая правила игры? Одна из возможностей такая. Прибавляем к начальному числу число 2 и из результата вычитаем 20:

1320 [+] 2 [=] — на индикаторе 1322,
[−] 20 [=] — на индикаторе 1302.

К полученному числу прибавляем 30 и вычитаем 300:

[+] 30 [=] — на индикаторе 1332,
[−] 300 [=] — на индикаторе 1032.

Прибавляя теперь число 200 и вычитая число 2, получим то, что требовалось:

[+] 200 [=] — на индикаторе 1232,
[−] 2 [=] — на индикаторе 1230.

Попробуйте теперь сами упорядочить следующие числа: 13 750 → 13 570, 17 320 → 12 370, 192 430 → 123 490, 186 420 → 124 680.

ольшую популярность приобрели игры, в которых дается один множитель и методом проб и ошибок надо найти такой второй множитель, чтобы их произведение равнялось указанному числу. Эта игра под различными названиями появилась в СССР, США, ФРГ, Англии.

«Испорченный микрокалькулятор». Такое название игре дали американцы. Условие игры: у МК не работает клавиша деления. Надо найти такой множитель X, чтобы $23 \cdot X = 851$.

Пробуем:

23 [×] 40 [=] — на индикаторе 920,
23 [×] 35 [=] — на индикаторе 805.

Дальше экспериментируйте сами, пока на индикаторе не появится 851:

23 [×] ? [=] — на индикаторе 851.

Найдите численным экспериментированием решение таких задач: $30 \cdot X = 1634$, $71 \cdot X = 1349$, $29 \cdot X = 841$, $47 \cdot X = 752$.

«Попади в цель». Эта игра описана в рассказе профессора Х. Майснера (см. стр. 48). Какое число нужно умножить на 17, чтобы получить число из интервала [200, 201]? В игру интересно играть в режиме константы. Преобладают два типа введения программы игры в МК:

[C] 17 [×] 17 [=] — на индикаторе 289 («Б3-36»),
[C] 17 [×] [×] [=] — на индикаторе 289 («МК-51»).

Теперь набираем любое число и нажатием клавиши [=] вызываем программу автоматического умножения на 17:

15 [=] — на индикаторе 255,
11 [=] — на индикаторе 187,
11,5 [=] — на индикаторе 195,5.

Продолжайте сами поиск входного числа, на которое МК ответит числом из интервала [200, 201]:

? [=] — на индикаторе $200 \leqslant X \leqslant 201$.

Во время игры нельзя пользоваться клавишей гашения [C], которая отменяет режим константы. Если вы ошиблись в наборе числа, то лучше вызовите клавишей [=] лишний раз программу умножения на константу и потом наберите нужное число. Если вы справились с задачей, то попробуйте этой же игровой программой найти решение задачи

? [=] — на индикаторе $560 \leqslant X \leqslant 585$.

Как отмечает профессор Х. Майснер, 13-летний ученик нашел решение на 14-й попытке. За сколько приемов вы находите решение?

Теперь программируйте МК для автоматического умножения на 73:

[C] 73 [×] 73 [=] — на индикаторе 5329 («Б3-36»),
[C] 73 [×] [×] [=] — на индикаторе 5329 («МК-51»).

Найдите решение задачи

? [=] — на индикаторе $920 \leqslant X \leqslant 925$.

«Езда на велосипеде». С точки зрения физики описанные выше игры можно рассматривать как модельные эксперименты, что позволяет придать им физическое содержание.

На велосипеде «Спутник» при одном обороте педалей преодолевается расстояние 5,35 м. Программируем МК для автоматического умножения на 5,35:

[C] 5,35 [×] 5,35 [=] или [C] 5,35 [×] [×] [=].

Численно экспериментируем различным числом оборотов педалей, чтобы узнать, за сколько оборотов велосипед проедет 1000 м:

200 [=] — на индикаторе 1070 м (200 оборотов — много).
160 [=] — на индикаторе 856 м (160 оборотов — мало).

Дальше экспериментируйте сами. После успешного решения этой задачи программируйте МК для автоматического умножения на 4,42, что соответствует расстоянию, пройденному за один оборот педалей на велосипедах «Десна» и «Орленок».

Эту игру можно проводить и в группе как соревнование. Все (или один играющий) программируют МК для автоматического умножения на 4,42. Каждый участник высказывает свое предположение о количестве оборотов

для преодоления 1000 м (или другого расстояния). Все предлагаемые числа записываются. Потом программой игры находят расстояния для каждого предложенного числа оборотов. Выигрывает тот, чей результат наиболее близок к 1000 м. Такие игры хорошо развивают навыки оценочных вычислений — качество, очень необходимое в эпоху ЭВМ.

Игра с программой «x^2». В памяти МК имеется библиотека стандартных программ. Когда мы набираем некоторое число, например 25, и нажатием клавиши [x^2] или [F x^2] вызываем программу возведения числа в квадрат, МК отвечает квадратом введенного числа:

25 [x^2] — на индикаторе 625.

На МК, у которых отсутствует клавиша для вызова программы [x^2], число можно возвести в квадрат, как правило, так:

25 [×] [=] — на индикаторе 625.

Пользуясь одной из этих программ, можно в игровой форме найти квадратные корни любых чисел с любой точностью.

За сколько ходов вы можете найти квадратные корни из чисел 784, 1369, 1024:

? [x^2] — на индикаторе 784;

? [x^2] — на индикаторе 1369;

? [x^2] — на индикаторе 1936; ? [x^2] — на индикаторе 1024.

Из миллиметровой бумаги надо вырезать квадрат площадью 3364 мм^2. Какой величины должна быть сторона вырезаемого квадрата с точностью до 1 мм?

? [x^2] — на индикаторе 3364.

Найдите приближенные значения квадратных корней:

? [x^2] — на индикаторе 500,...;

? [x^2] — на индикаторе 700,...,

где вместо точек могут быть любые цифры.

Эту игру можно предложить также младшим школьникам, еще не знакомым с понятием квадратного корня, предоставить им возможность получить представление о понятии квадратного корня. Для детей задачу игры надо формулировать проще: найти число, которое при умножении само на себя дает целевое число. При этом можно

пояснить, что нажатие клавиши [x²] осуществляет произведение числа на себя. Целевые числа для детей должны быть небольшими по величине:

? [x²] — на индикаторе 169; ? [x²] — на индикаторе 361;

? [x²] — на индикаторе 256; ? [x²] — на индикаторе 196.

Игра с клавишей [1/X]. Эта программа имеется не только в инженерных МК, но также в простейших МК. С помощью программы «1/X» мы можем лучше изучить дробные числа. Обыкновенные дроби $^1/_2$, $^2/_5$, $^1/_{10}$ наглядны для восприятия, поскольку в их форме записи содержится легко воспринимаемая интерпретация: одна вторая, две пятые, одна десятая. В десятичных дробях эта интерпретация имеется в кодированном виде: 0,5; 0,4; 0,1. В этих конкретных случаях десятичные дроби содержат конечное число цифр. Одну шестую в МК уже нельзя отобразить точно, поскольку десятичная дробь содержит бесконечное число цифр. Заметим, что для некоторых дробных чисел МК подсказывает интерпретацию числа:

0,01 [1/X] — на индикаторе 100 (0,01 — одна 100-я доля),

0,0001 [1/X] — на индикаторе 10 000 (0,0001 — одна 10 000-я доля) .

Интересно, что в этих примерах программа «1/X» введенному числу присваивает его зеркальное изображение, если не считать запятую. Естественно, что у других дробей это свойство отсутствует:

0,5 [1/X] — на индикаторе 2 (0,5 — 1/2-я доля),

0,02 [1/X] — на индикаторе 50 (0,02 — 1/50-я доля).

Теперь можем сформулировать игру. В численном эксперименте найти десятичную дробь, которой соответствует указанная обыкновенная дробь:

? [1/X] — на индикаторе 125 (..... — одна 125-я доля) ;

? [1/X] — на индикаторе 16 (..... — одна 16-я доля) ;

? [1/X] — на индикаторе 400 (..... — одна 400-я доля) .

ИГРЫ С НЕСКОЛЬКИМИ ПРОГРАММАМИ

ля большинства МК в режиме константы можно вызвать программы для вычисления значения функции $1/X$, $\sqrt{\ }$, x^2, sin.

«Ралли». В автогонках нередко устанавливается временной интервал, за который надо преодолеть дистанцию. Если автогонщик прибывает раньше или позже назначенного срока, он получает штрафные очки. Наша игра имитирует такие гонки. Начнем с примера. Нам предстоит проехать 198 км и прибыть к цели через 1 ч 21 мин, но не позже, чем через 1 ч 24 мин, т. е. необходимо достигнуть цели во временном интервале от 1,35 до 1,40 ч. Так как время в пути t, среднюю скорость v и расстояние s связывает формула

$$t = s/v = \frac{1}{v}\, s,$$

то игру можно автоматизировать, программируя МК для автоматического умножения на расстояние:

[C] 198 [×] 198 [=] или [C] 198 [×] [×] [=].

Моделирование гонок происходит следующим образом:

Набор значения скорости	Вызов программы «1/X»	Вызов программы «× 198»	Показание индикатора
[1] [2] [0]	[1/X]	[=]	1,65

Из показания индикатора заключаем, что надо ехать с большей скоростью:

[1] [8] [0]	[1/X]	[=]	1,1 .

Значит, среднюю скорость надо брать меньше, чем 180 км/ч.

Продолжайте экспериментировать сами:

?	[1/X]	[=]	$1{,}35 \leqslant X \leqslant 1{,}40$.

Если справились с этой задачей, то программируйте МК для автоматического умножения на 205 км и в численном эксперименте найдите среднюю скорость, с которой надо ехать, чтобы оказаться у цели через 1,4 ... ч (вместо точек могут быть любые цифры).

Эту игру интересно проводить как соревнование. Участники игры высказывают свои предположения о средней

скорости, а ведущий моделирует гонки с МК и сообщает результаты. В этом случае, конечно, следует проводить игру в несколько этапов. Для третьего этапа программируйте МК для автоматического умножения на 412 км. Это расстояние надо преодолеть за 3,8 ... ч (вместо точек могут быть любые цифры).

«Горизонт». Стоя на берегу моря, озера, реки или на равнине, человек видит горизонт. Как далеко это? С помощью МК можно сделать расчеты по формуле

$$s=\sqrt{h \cdot 12{,}742},$$

где h — высота глаз над Землей, м; 12,742 — диаметр Земли, тыс. км. Как далеко горизонт, если h равна вашему росту? Как далеко видит человек на палубе корабля при $h=8$ м, в самолете при $h=10\,000$ м, в космическом корабле при $h=200\,000$ м?

Из формулы видно, что расчет расстояния до горизонта можно автоматизировать, комбинируя программы «$\times$ 12,742» и «$\sqrt{\ }$ ». Программируем МК для автоматического умножения на диаметр Земли:

[C] 12,742 [×] 12,742 [=] или [C] 12,742 [×] [×] [=].

Узнаем, как далеко горизонт от человека, чьи глаза находятся на высоте 1,7; 8; 10 000 и 200 000 м:

1,7 [=] [√] — на индикаторе 4,6 ... (км);
8 [=] [√] — на индикаторе ..... (км);
10 000 [=] [√] — на индикаторе ..... (км);
200 000 [=] [√] — на индикаторе ..... (км).

Теперь перейдем к игре. В численном эксперименте найдите высоту башни, с которой расстояние до горизонта 30, ... км:

? [=] [√] — на индикаторе 30, ... (км)

(вместо точек могут быть любые цифры).

«Стрельба по цели». Представьте себе, что у вас имеется пушка, при помощи которой надо выстрелить трос на маленький остров среди большого озера. Остров находится на расстоянии 650—665 м, или 0,65—0,665 км. Дальность полета определяется углом выстрела α:

$$s=\sin(2\alpha) \text{ (км)}.$$

Программируем МК для автоматического умножения на два:

[C] 2 [×] 2 [=] или [C] 2 [×] [×] [=].

Переключим МК в режим градусной меры углов и экспериментируем. Если «sin» является вторым назначением некоторой клавиши, то не забудьте пользоваться клавишей второго назначения [F]. Пробуем стрелять под углом 10° к горизонту:

10 [=] [sin] — на индикаторе 0,342 или [3,42 ... — 01] км.

Видим, что, стреляя под углом 10°, трос упадет в озеро. Увеличим угол до 20°:

20 [=] [sin] — на индикаторе 0,866 или [8,66 ... — 01] км.

Трос опять упадет в озеро. На этот раз угол прицела велик. Дальше экспериментируйте сами:

? [=] [sin] — на индикаторе $0{,}65 \leqslant X \leqslant 0{,}665$

или [6,5 ... — 01] $\leqslant X \leqslant$ [6,65 ... — 01].

«Угадай число». Это популярная математическая игра для двоих, в которую без МК играют так. Один игрок задумывает некоторое число, например 38, а другой должен его отгадать. Второй игрок называет некоторое число, например 20. Ведущий игры ему отвечает: «Маловато». Тогда второй игрок называет число, например 40. Ведущий отвечает: «Многовато». И так до тех пор, пока число, названное вторым игроком, не совпадет с задуманным числом ведущего. Выигрывает тот, кто за меньшее число ходов отгадает задуманное соперником число.

Эту игру легко перенести на МК. Вначале рассмотрим вариант игры, в котором играющему дается сильная подсказка. В этом случае ведущий использует задуманное число в качестве константы для автоматического вычитания. Примем, что он задумал число 237 (рис. II). Ведущий готовит МК к игре так:

[C] 237 [−] 237 [=] или [C] 237 [−] [−] [=] —

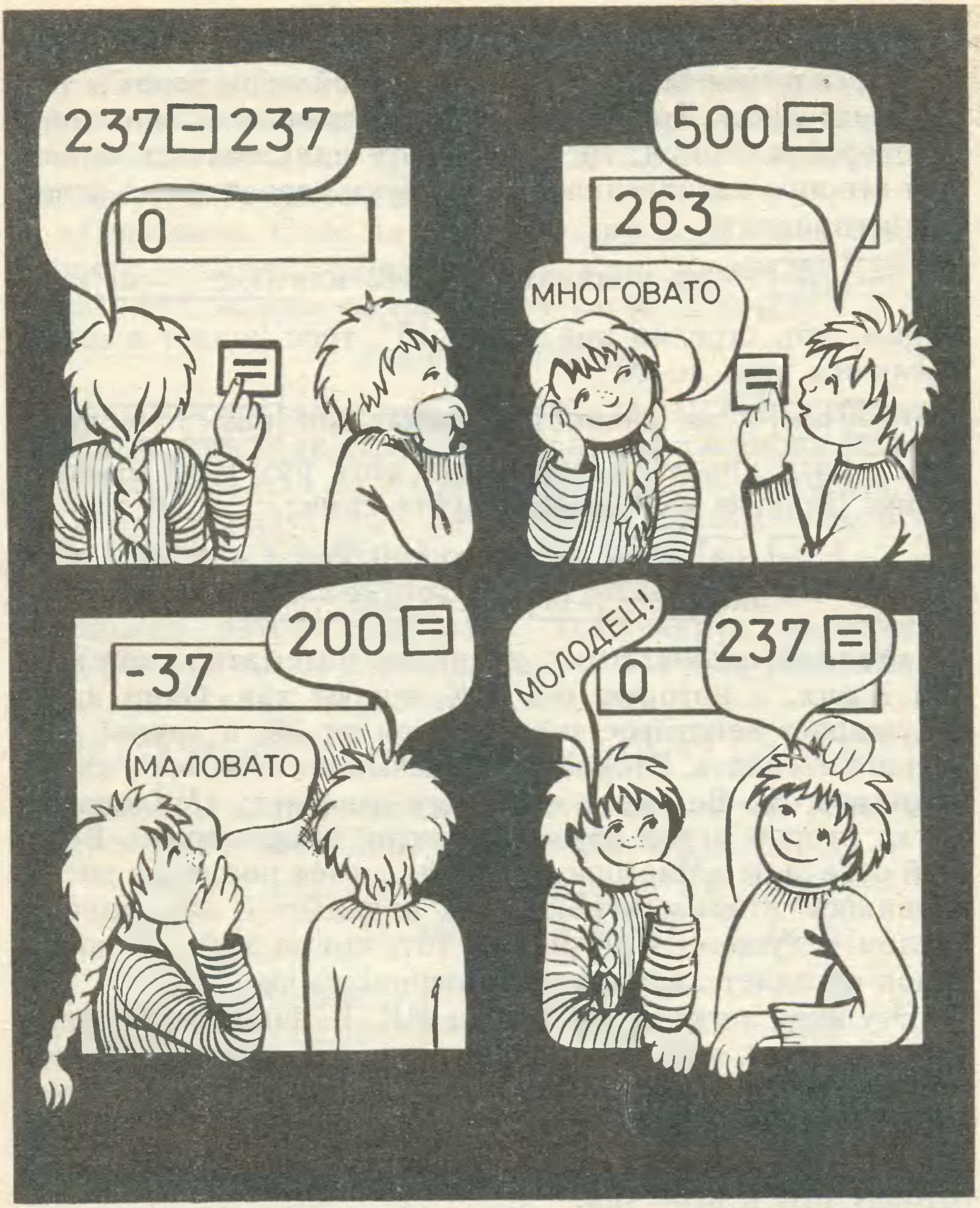
на индикаторе 0.

Затем МК дается другому игроку. Он пробует отгадать задуманное число и набирает, например:

500 [=] — на индикаторе 263.

Значит, 500 больше задуманного числа *К*. Поэтому он набирает:

200 [=] — на индикаторе —37.



11

Это означает, что 200 меньше неизвестного числа *К*. Когда второй игрок наберет

237 [=] — на индикаторе 0.

Число ведущего отгадано. Для тех, кто имеет хорошие навыки вычисления в уме, отгадывание дву- или трехзначных чисел не составит труда, поскольку по остатку

вычитания нетрудно вычислить K. Например, когда на входное число 200 МК отвечает -37, то задуманное число находим суммированием в уме $200+37=237$.

Если в этой игре вместо вычитания воспользоваться делением на константу, то игра становится близкой к той, в которую играют без МК. Предположим, что ведущий задумал число 38. Он готовит МК к автоматическому делению на 38:

[C] 38 [÷] 38 [=] или [C] 38 [÷] [÷] [=] —
на индикаторе 1.

Затем МК передается второму игроку, который пробует число 20:

20 [=] — на индикаторе 0,52... или [5,26.. —0,1].

Если на индикаторе число меньше единицы, значит, 20 — маловато. Игрок пробует большее число, например 40:

40 [=] — на индикаторе 1,05... .

Значит, 40 — многовато, но уже очень близко к цели. Когда игрок наберет 38 [=], то на индикаторе появится единица — число отгадано.

«Измерение чисел». Если у вас нет партнера, предлагаю сыграть со мной. Закройте одной рукой табло, а другой рукой наберите

1369 [√ | —] 1369 [√ | =]

(для МК «Б3-38» и «МК-51» надо набрать 1369 [√ | — | — | =]). Снимите руку с табло. Если вы правильно набрали, то на табло должен быть нуль. Теперь наберите некоторое пробное число и нажмите клавишу [=]. Если пробное число больше $\sqrt{1369}$, то на табло будет положительное число. Если ваше число меньше $\sqrt{1369}$, то на табло будет отрицательное число. В случае успеха МК ответит показом нуля. Если вам удалось найти $\sqrt{1369}$, то подготовьте МК для измерения других квадратных корней, например из 81 796, 8836, 12 769. Эта игра развивает навыки оценочных вычислений в уме.

Если в вашем МК имеется клавиша [x^2], то можете проверить также свои навыки возведения числа в квадрат. Наберите

23 [x^2 | —] 23 [x^2 | =]

(для МК «Б3-38» и «МК-51» 23 [x²][—][—][=]). Оцените в уме квадрат числа 23, наберите его и нажмите клавишу [=]. По показанию табло вы сможете поправить свою оценку. За сколько ходов вам удалось измерить 23^2? Потренируйтесь еще на нескольких примерах: 31^2, 26^2, 52^2. В принципе можете избрать любое двузначное (трехзначное) число для игры. Почти у всех МК имеется клавиша [1/X], что позволит вам измерить обратные значения некоторых чисел. Наберите

0,0016 [1/X][—] 0,0016 [1/X][=] или 0,0016 [1/X][—][—][=].

Нетрудно догадаться, что обратное значение числа 0,0016 меньше 1000. Наберите некоторое трехзначное число и нажмите клавишу [=]. Как близка ваша оценка к точному значению 1/0,0016? После того как вы нашли точное значение, потренируйтесь в оценке обратных значений чисел 0,125; 0,015625; 0,0078125:

0,125 [1/X][—] 0,125 [1/X][=],
0,015625 [1/X][—] 0,015625 [1/X][=],
0,0078125 [1/X][—] 0,0078125 [1/X][=].

«Взвешивание чисел». Люди, имеющие хорошие навыки устного счета, приведенные игры могут закончить в два-три хода. Для них можно предложить усложненный вариант вычислений. Игра уподобляется процессу взвешивания. По показанию стрелки рычажных весов можно судить только о том, больше или меньше масса отвеса по сравнению с неизвестной массой. Если отвес велик, весы опускаются вправо (положительное число). Если отвес мал, весы опускаются влево (отрицательное число). При совпадении неизвестной массы и отвеса весы в равновесии (0). Итак, первый игрок задумывает некоторое целое дву- или трехзначное число *K* и готовит МК по одной из программ (в зависимости от наличия той или иной клавиши):

а) *K* [√][—] *K* [√][=] или *K* [√][—][—][=],
б) *K* [x²][—] *K* [x²][=] или *K* [x²][—][—][=],
в) *K* [1/X][—] *K* [1/X][=] или *K* [1/X][—][—][=].

Второй игрок поиск заданной массы ведет по одной из схем: а) набрать число и нажать клавиши [√] и [=], б) набрать число и нажать клавиши [x²] и [=]; в) на-

брать число и нажать клавиши [1/X] и [=]. Заметим, что в игре в) при пробном числе большем, чем K, на табло появится отрицательное число.

«38 попугаев». Игры типа «Измерение чисел» труднее, но интереснее проводить в режиме автоматического деления на константу. Технически игра готовится так. Один игрок набирает программу для автоматического деления на заданную константу K:

K [÷] K [=] или K [÷][÷][=].

При правильном наборе на табло появится единица. Второй игрок набирает пробное число и нажимает клавишу [=]. Если на табло появится число больше единицы, то следующее пробное число надо брать меньшим. Если на табло число меньше единицы, то следующее пробное число надо брать большим. В случае правильного подбора числа на табло появится единица.

В популярном мультфильме «38 попугаев» удав хотел измерить свой рост. Попугай предложил измерить его рост в попугаях. Используем этот сюжет для игры. Спросите у друга его рост в сантиметрах. Разделите это число на 8 (12 или на любое другое число, которое и служит «попугаем»). Пусть целая часть результата будет означать рост друга, выраженный в выбранных вами «попугаях». Используйте это число в качестве искомого числа K. Подготовьте МК к игре. Дайте МК другу, и пусть он измерит свой рост в «попугаях».

На многих МК в эту игру можно играть одному. Для таких МК режим автоматического деления допустимо установить даже после выполнения арифметических действий. Проверьте свой МК. Закройте одной рукой табло, а другой наберите

56 [×] 8 [=][÷][=]

(для МК «Б3-38» и «МК-51» 56 [×] 8 [=][÷][÷][=]). Снимите руку, на табло должна быть единица. Наберите теперь 350 [=], на табло появляется 0,78125. Значит, пробное число мало по сравнению с произведением 56×8. Набираем 500 [=], на табло 1,116,... . Пробное число велико. Дальше попробуйте сами. Теперь можете перейти к измерению вашего роста в «попугаях». Наберите свой

рост в сантиметрах, закройте одной рукой табло и нажмите

[÷][5][=][÷][=] (или [÷][5][=][÷][÷][=]).

Снимите руку — на табло единица. Теперь пробуйте измерить свой рост различным числом «попугаев». Учтите, что ваш рост, выраженный в «попугаях», может быть не целым числом. Отгадайте также свой возраст в месяцах. Закройте рукой табло, наберите возраст в годах и нажмите [×] 12 [=][÷][=]. Ваш МК готов к игре.

«Измерение делением». Эта игра подобна уже рассмотренной игре «Измерение чисел», но более сложная, поскольку МК показывает результат сравнения чисел путем деления. Закройте рукой табло и наберите, нажимая клавиши,

784 [√][÷] 784 [√][=] (или 784 [√][÷][÷][=]).

Оцените мысленно $\sqrt{784}$, наберите оценочное число и нажмите клавишу [=]. Табло вам подскажет, в какую сторону делать поправку.

Подготовьте МК к игре для измерения $\sqrt{7569}$, $\sqrt{6084}$, $\sqrt{4096}$. Подобным образом можно подготовить МК для тренировки возведения чисел в квадрат, например 34 [x^2][÷] 34 [x^2][=]. А чему равны 27^2, 92^2, 77^2? Попробуйте таким же путем измерить обратные значения чисел 0,0625, 0,0125 и 0,03125. Микрокалькулятор готовится к игре по знакомой программе: например,

0,0125 [1/X][−] 0,0125 [1/X][=] или 0,0125 [1/X][−][−][=].

«Проверка чувства времени». Подготовьте МК к автоматическому суммированию с единицей: [1][+][1][=] или [1][+][+][=]. Нажмите клавишу [=] несколько раз и следите за табло. Видно, что МК автоматически считает выполненные нажатия. Этим счетчиком можно проверить свое чувство времени. Пусть ваш знакомый (или вы сами) отмерит некоторый отрезок времени (20—40 с). По команде «Старт» вы нажимаете клавишу [0]. Когда по вашему усмотрению прошла секунда, нажмите клавишу [=] и так повторяйте до тех пор, пока ваш знакомый не скажет «Стоп». Сравните показание вашего МК с измеренным отрезком времени. По разнице показаний можно судить

об «опережении» или «отставании» ваших внутренних «часов».

С помощью МК можно измерить также максимальную частоту движения пальца руки. Попробуйте быстро постучать указательным пальцем по столу. Столь быстрые движения невозможно сосчитать в уме. Точно измерить количество ударов (нажатий) вам поможет МК. Подготовьте его для автоматического счета и нажмите клавишу [0]. С возможно большей частотой нажимайте на клавишу [=] в течение 10 с. Автор книги может сделать примерно 70 нажатий, а вы? Разделив показание табло на 10, можно узнать частоту нажатий, т. е. количество нажатий за 1 с. Выясните частоту нажатий левой рукой.

«Угадай функцию». В 50-х годах во всем мире стали образовываться большие научные коллективы: вычислительные центры, центры ядерных исследований и космических полетов. Здесь работали математики и физики-теоретики. Естественно, что в этой среде родились математические игры на профессиональной основе. Большую популярность приобрела игра «Угадай функцию».

Идея игры крайне проста. Один задумывает некоторую функцию. Ее нужно отгадать другому (другим). Игрок называет некоторое число в качестве аргумента функции. Ведущий в уме вычисляет и сообщает значение функции. Игрок должен умело задавать аргументы функции и по ответам угадать функцию.

Микрокалькулятор значительно облегчает ведение этой игры. Ведь второй игрок может задать столь коварное значение аргумента, что ведущий не сумеет в уме вычислить значение функции. С помощью МК можно реализовать несколько вариантов игры различной степени трудности.

В режиме константы в МК можно занести программы вычислений значений функций $y=x+k$ и $y=x \cdot k$. Ведущий задумывает некоторую функцию, например $y=x+47$, и готовит МК к игре:

[C] 47 [+] 47 [=] или [C] 47 [+] [+] [=] — на индикаторе 94.

Игрок называет некоторое значение аргумента, например 59. Ведущий набирает названное значение аргумента, нажимая клавишу [=], вызывает программу вычисления значения задуманной функции:

59 [=] — на индикаторе 106

и сообщает или показывает ответ МК игроку. Анализируя ответ МК, игрок либо сразу отгадывает функцию, либо изучает ее для других значений аргумента.

В этой игре следует запретить пользоваться значением аргумента $X=0$ или $X=1$. А лучше всего ограничить диапазон пробных значений всеми дву-, трехзначными числами или указать суженный диапазон используемых чисел, например 21, 29. В игре можно также ограничить количество ходов. Например, отгадать функцию за три хода.

Вспомним, что в инженерных МК («Б3-35», «Б3-36», «МК-51», «МК-71») можно ввести программу для автоматического возведения числа в некоторую степень k:

[C] 1 [F y^x] k [=] — на индикаторе 1 («Б3-36»),
[C] k [y^x] [y^x] 1 [=] —на индикаторе 1 («МК-51»).

Это позволяет предложить для отгадывания функцию X^k. Но не следует увлекаться сложными значениями показателя степени k. Задача игры при этом может стать нерешимой. Поэтому предлагаем простые показатели k:

$$X^{0,5}=X,\ X^2,\ X^3,\ X^{0,25}=\sqrt[4]{X},\ X^{-1}=1/X,\ X^{-0,5}=1/\sqrt{X},$$
$$X^{-2}=1/X^2,\ X^{-3}=1/X^3.$$

Если вы для игры избрали функцию X^3, то наберите

| C | 1 | F y^x | 3 | = | или | C | 3 | y^x | y^x | 1 | = | .

На индикаторе появляется единица.

В этой игре надо разрешить пользоваться также однозначными числами. Если игрок предлагает пробные значения аргумента 2, 3, 4, то вы набираете:

2 [=] — на индикаторе 8;
3 [=] — на индикаторе 27;
4 [=] — на индикаторе 64.

Эти ответы сообщаете или показываете игроку. Из приведенных примеров делаем вывод, что МК возводит числа в куб. На некоторых МК вместо точных значений 8, 27, 64 могут появиться приближенные значения 7,99999...; 26,999... и т. д. Играющий должен правильно округлить результат.

Отгадать функцию с отрицательным показателем степени, например $X^{-0,5}$ или X^{-2}, уже намного труднее:

| C | 1 | F y^x | 2 | / — / | = | или | C | 2 | / — / | y^x | y^x | 1 | = | .

Если игрок знаком со всеми элементарными функциями, которые представлены в МК, то игру можно расширить на все функции МК. Примем, что вы выбрали функцию sin и МК переключен в режим градусной меры угла. В этом случае программу игры не надо вводить, поскольку она имеется в библиотеке стандартных программ МК. При пробных значениях аргумента 10, 40, 90 вы набираете:

10 [sin] — на индикаторе [1,736...—01] или 0,17... ,
40 [sin] — на индикаторе [6,427...—01] или 0,64... ,
90 [sin] — на индикаторе 1.

Набор значения аргумента и вызов программы «sin» вы, конечно, проведете так, что игрок не увидит ваши действия. Но игроку вы показываете или сообщаете устно ответ МК. В данном случае по ответу МК на аргумент 90° нетрудно угадать функцию sin.

Эту игру можно провести в большой аудитории, например в классе.

ЦЕЛАЯ ЧАСТЬ ЧИСЛА

Любое десятичное число представляется в виде суммы целой и дробной частей: 9,875 = = 9 + 0,875. В некоторых МК имеется клавиша с символом int. Если, нажимая клавиши, набирается 9,875 int, то на табло МК остается число 9. Эта клавишная операция с обозначением [x] имеется в программируемом МК «МК-61». Так как во многих задачах нельзя обойтись без выделения целой части, то ознакомимся с возможностью замены клавишной операции int совокупностью других клавишных операций.

Проверьте, какая из программ пригодна для выделения целой части в вашем МК. Для проверки наберите программу а):

а) 2,999 [+] 10 000 000 [−] 10 000 000 [=] .

Если на табло останется число 2, то отметьте данную программу как пригодную. Если на табло появится число три, то надо попробовать программу б):

б) 2,999 [−] 0,5555555 [+] 10000000 [−] 10000000 [=] .

Если по программе а) на табло высветится 2,99, то пробуйте программу в):

в) 2,999 [+] 1 [ВП] 9 [−] 1 [ВП] 9 [=].

Зная особенности своего МК, можно составить более короткую программу. Например, вместо 10000000 можно набрать 1 [ВП] 7, а 0,5555555 можно заменить набором 1,8 [1/X] или (5 [÷] 9). Программу отделения целой части можно также сократить, используя режим константы и регистр памяти. Проверьте пригодность одной из следующих программ:

г) 2,999 [+] 10000000 [−] [=],

д) 10 000 000 [ЗП],

2,999 [+] [ИП] [−] [ИП] [=]

(как отмечалось ранее, ЗП означает занесение числа в регистр памяти, а ИП — вызов числа из регистра памяти).

Вместо приведенных программ можно воспользоваться простым ручным способом. Если целая часть содержит одну, две или три цифры, то ее легко запомнить на несколько секунд, чтобы набрать клавишами. При вычислении 244 : 7 = на табло появляется 34,857142. Если при дальнейших вычислениях необходима только целая часть этого числа, то набираем 34. Если же дробная часть числа содержит одну, две или три цифры, то ее следует вычесть. Например, после набора 365,25 [×] 22 [=] на табло высветится 8035,5. Поэтому нажимаем клавиши [−] 0,5 [=], а на табло останется целая часть 8035. А как вы поступите, чтобы выделить целую часть в задачах 365,25 × × 17 и 30,59 × 3?

ЗНАКОМСТВО С АЛГОРИТМИЧЕСКИМИ КОМАНДАМИ

Микрокалькулятор работает по программам, которые содержатся в ПЗУ. Программы состоят из алгоритмических команд. Простейшей является команда присваивания: X := 3; O := «+»; X := X + 1; Y := 2 · Y. Если исполнитель алгоритма — человек, а оперативное запоминающее устройство — бумага, то эти команды читаются так: записать число 3 по адресу *X* (в

окошке *X*, в колонке *X*, в регистре X), знак плюс записать по адресу O, увеличить значение величины по адресу *X* на единицу, удвоить значение величины по адресу Y.

Убедимся в том, что одной командой присваивания в МК можно организовать составление десятичного числа из отдельных цифр.

Нажимаемая клавиша	Алгоритмическая команда	Показание индикатора
[C]	X := 0	0
[1]	X := X · 10 + K (*X* = 0 · 10 + 1 = 1)	1
[9]	X := X · 10 + K (*X* = 1 · 10 + 9 = 19)	19
[8]	X := X · 10 + K (*X* = 19 · 10 + 8 = 198)	198
[6]	X := X · 10 + K (*X* = 198 · 10 + 6 = 1986)	1986

Из этого примера видим, что любой цифровой клавишей вызывается одна и та же программа — умножить содержание регистра X на 10 и прибавить значение нажатой клавиши.

С помощью команд присваивания также легко можно описать работу МК при выполнении арифметических действий.

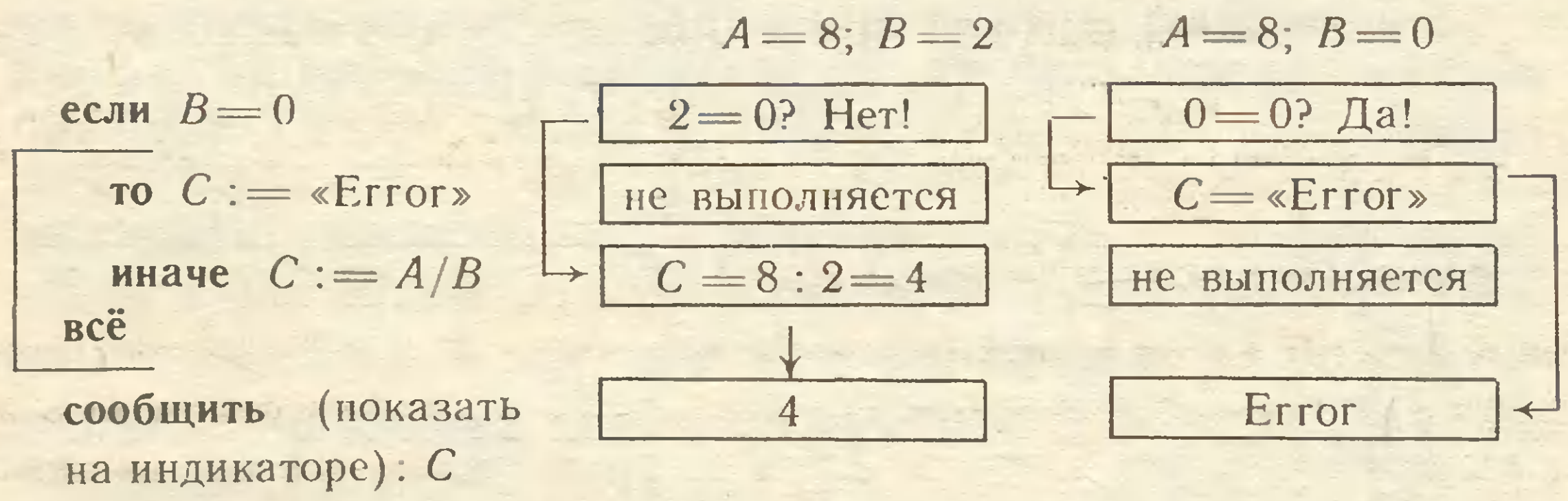
Нажимаемая клавиша	Алгоритмическая команда	Регистры	Индикатор
[C]	X := 0		0
[2]	X := X · 10 + K	Y [ ]	2
[7]	X := X · 10 + K		27
[—]	Y := X; O := «—»	O [ ]	27
[5]	X := 0; X := X · 10 + K		5
[=]	X := Y − X	X [ ]	22

Чтобы убедиться в том, что по данным алгоритмическим командам и с использованием всего трех регистров можно выполнить арифметические действия, возьмите мягкий карандаш и резинку. Теперь выполните подряд все данные команды. Согласно первой команде в регистр X надо записать нуль. Потом в уме выполняем действия второй команды 0 · 10 + 2 = 2, стираем (зачеркиваем) запись в регистре X и пишем там число 2. Аналогично поступаем при выполнении следующей команды. В четвертой строке записаны две команды: записать (копировать) значение

величины регистра X (27) в регистр Y, а в регистр O записать название вызываемой программы «—». Пятая строка выполняется аналогично: стираем содержание регистра X, вычисляем $0 \cdot 10+5=5$ и в регистр X пишем число 5. При нажатии клавиши [=] происходит вызов программы, название которой записано в регистре O, т. е. программа вычитания, результат пишем в регистр X.

Деление и команда ветвления. Алгоритм деления более сложен, чем алгоритм суммирования или вычитания. Рассмотрим весьма интересное поведение МК при делении. При наборе [8][÷][2][=] на индикаторе появляется результат: 2, а при нажатии клавиш [8][÷][0][=] высвечивается английское слово Error (ошибка) либо буква *E*, либо другие сигналы, свидетельствующие о невозможности выполнения деления на нуль. Такое поведение МК можно описать с помощью команды ветвления, которая выполняется после набора клавишами задачи *A* [÷] *B* [=].

Алгоритм «Деление»

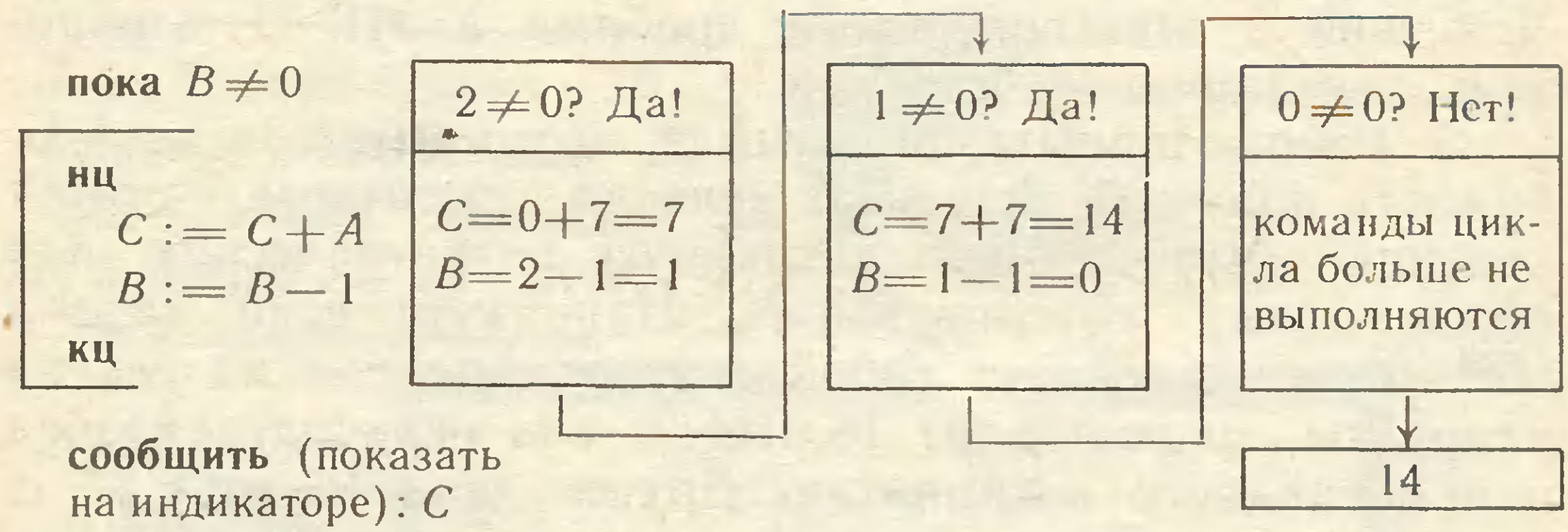


Команда ветвления начинается словом **если** и кончается словом **всё**. После слова **если** как будто бы стоит вопрос $B=0$? Если ответ на этот вопрос — да, то выполняются команды (команда) за словом **то**, после чего сразу надо идти на выход из команды ветвления, т. е. на слово **всё**. Это значит, что команды за словом **иначе** не читаются. В случае ответа **нет** на вопрос $B=0$? команды за словом **то** пропускаются и выполняются только команды за словом **иначе**. Проследите за работой алгоритма на данных примерах $A=8$, $B=2$ и $B=0$.

Умножение и команда повторения. Деление и умножение — сложные операции, тем более для микропроцессора, который умеет только суммировать. Как же МК находит произведение двух чисел? Оказывается, это легко сделать с использованием команды повторения. После

того как клавишами набрано, например, [7][×][2][=] или в общем случае A [×] B [=], из ПЗУ вызывается программа «Умножение». Ее ядро составляет команда повторения. В состав команды повторения входят ключевые слова **пока, нц** (начало цикла), **кц** (конец цикла).

Алгоритм «Умножение»



Как и команда ветвления, команда повторения содержит проверку условия, которое пишется за словом **пока**. Если ответ на вопрос ($B \neq 0$?) утвердительный, то выполняются команды цикла. В случае отрицательного ответа надо выйти из команды повторения и читать строку, следующую за словом **кц**. В рассмотренном примере команды цикла выполняются повторно 2 раза.

Реальный алгоритм умножения немного сложнее. А именно, он придуман так, чтобы при умножении двух многозначных чисел, например $365{,}25 \times 1986$, команда повторения выполнялась не 1986 раз, а всего $1+9+8+6=24$ раза. После умножения на очередную цифру множителя 1986 происходит автоматический сдвиг промежуточной суммы C на один разряд.

Попробуйте теперь по алгоритму имитировать работу МК при решении таких задач: 17×1, 75×0, 41×3.

Аналогичным образом программа деления сводится к вычитанию. Попытайтесь придумать алгоритм, по которому можно получить целую часть деления двух целых чисел.

Как компьютер выполняет деление с остатком? Большинство МК выполняют арифметические действия и результат показывают в форме десятичных дробей. Исключение составляет МК-71, который имеет стандартные

программы для выполнения арифметических действий с обыкновенными дробями. Если, нажимая клавиши, написать 997 : 60 = , то на индикаторе результат будет представлен в виде 16,616666. Но, нажав клавиши 997 [a b/c] 60 [=] на МК-71, получим результат деления в виде 16 |37 |60, т. е. $16\frac{37}{60}$. Это значит, что в данном случае МК-71 выполнил деление с остатком. Полученный результат можно читать так: 997 : 60=16, остаток 37. Действия с обыкновенными дробями в МК-71 ограничены трехзначными числами.

В компьютерных программах часто имеется необходимость получить результат деления с остатком. Остаток деления обычно имеет наглядную геометрическую или физическую интерпретацию. Например, если задача 997 : 60 представляет собой перевод времени из секунд в минуты, то результат 16,616666 мин не вполне удобен для наглядного восприятия. Другое дело 16 мин 37 с.

Для получения результата деления с остатком в МК и компьютерах используется простая программа. Рассмотрим алгоритм такой программы.

Алгоритм «Деление с остатком»	Пример
начало	
A : = ? (делимое)	$A = 997$
B : = ? (делитель)	$B = 60$
Q:=int (A/B)	Q=int (997/60)=int (16,61...)= 16
R:=$A-Q\times B$	R=997—16×60=997—960=37
сообщить: A:B=Q, остаток R	997 : 60=16, остаток 37
конец	

Первые две команды означают, что величинам A и B надо присвоить конкретные значения. Компьютер как будто спрашивает: «Чему равно A?», «Чему равно B?». Потом компьютер выполняет деление, но по адресу Q засылает только целую часть результата. Еще остается вычислить значение арифметического выражения $A-Q\cdot B$, результат засылая по адресу R. При чтении результата компьютер использует числа, находящиеся по адресам A, B, Q и R. Если компьютер был бы снабжен синтезатором речи, то он произнес бы следующее: «Девятьсот девяносто семь делим на шестьдесят, получаем шестнадцать, остаток тридцать семь». Если у компьютера только ви-

зуальное выводное устройство, как у МК-71, то на индикаторе высветится, например, 16 | 37 | 60.

Алгоритм «Деление с остатком», естественно, можно перевести на любой язык программирования. Если исполнителем алгоритма является человек с обыкновенным МК, то программу можно написать так, как на рис. III. С помощью нарисованного там алгоритма можно разыграть работу компьютера. Лист бумаги с алгоритмом

III

и бумажными полосками имитирует память ЭВМ. Алгоритм, который состоит из алгоритмических команд, составляет ПЗУ (постоянное запоминающее устройство). Окошки с названиями *A*, *B*, *Q*, *R* образуют ОЗУ (оперативное запоминающее устройство).

Для имитации работы желательно самим изготовить такое устройство памяти, но не обязательно. Можно пользоваться и рис. III. Возьмите мягкий карандаш и приступайте к выполнению алгоритма. На рисунке показано, как по остатку деления на семь можно определить день недели для любой даты, если известно количество дней от какого-нибудь воскресенья.

В следующем параграфе мы узнаем, что с воскресенья 28 января 1900 года до 12 апреля 1961 года прошло 22 354 дня. Согласно первым двум командам в адреса *A* и *B* надо записать числа 22 354 и 7 соответственно. Третью команду — деление — выполняем с МК: 22 354 : 7=. На индикаторе видим 3193,4285. Прямые скобки в третьей команде означают, что по адресу *Q* следует записать только целую часть показания индикатора — значит, 3193. Потом с МК выполняем действия:

[C] [—] 3193 [×] 7 [+] 22354 [=].

На индикаторе высвечивается число 3, которое пишем в адрес *R*. Теперь исполнитель программы может сообщить результат: 22 354 : 7=3193, остаток 3. Это означает, что 12 апреля 1961 года — третий день недели, т. е. среда.

Чтобы потренироваться в нахождении остатка деления по алгоритму, используем его в географической игре. Условие игры: найти столицу каждой республики. В табл. 5 кодовое число *A* соответствует определенной республике. Под таблицей приведен список столиц, имеющих кодовое число *B*. Если вы правильно нашли столицы для указанных республик, то остаток деления совпадает с порядковым номером республики.

Ознакомимся с этой игрой на примере Белоруссии. Ее кодовое число в табл. 5 *A*= 1550. Предполагая, что столицей Белоруссии является Минск, находим в списке городов под таблицей кодовое число *B* = 17. Согласно алгоритму выполняем деление с МК:

1550 [÷] 17 [=].

На индикаторе получаем: 91,17647. В адрес Q заносим целую часть: 91. Затем вычисляем с МК:

[C] [−] 91 [×] 17 [+] 1550 [=]

и получаем: $R=3$. Так как это значение совпадает с порядковым номером Белоруссии в табл. 5, столица республики выбрана верно.

Таблица 5

№ п/п	Республика	Код A	Столица	Код B	Q	R
1	Азербайджан	1518				
2	Армения	1579				
3	Белоруссия	1550	Минск	17	91	3
4	Грузия	1545				
5	Казахстан	1526				
6	Киргизия	1543				
7	Латвия	1524				
8	Литва	1527				
9	Молдавия	1557				
10	РСФСР	1572	Москва	71	22	10
11	Таджикистан	1536				
12	Туркмения	1589				
13	Украина	1554				
14	Узбекистан	1547				
15	Эстония	1516				

Алма-Ата 13, Ашхабад 83, Баку 37, Вильнюс 31, Душанбе 61, Ереван 83, Киев 67, Кишинев 43, Минск 17, Москва 71, Рига 41, Таллин 79, Ташкент 73, Тбилиси 23, Фрунзе 29.

«КАЛЕНДАРЬ XX СТОЛЕТИЯ»

В программном обеспечении бытовых и профессиональных компьютеров всегда найдется программа, которая является разновидностью вечного календаря. Ознакомимся с диалогом между машиной и человеком, когда в компьютер введена такая программа. На экране телевизора или специального дисплея мог бы быть такой пример диалога:

```
ПРОГРАММА «КАЛЕНДАРЬ XX СТОЛЕТИЯ»
1 — ДЕНЬ НЕДЕЛИ
2 — ЧИСЛО ДНЕЙ МЕЖДУ ДАТАМИ
3 — «ВОЗРАСТ» ФАЗЫ ЛУНЫ
ВВЕДИТЕ НОМЕР ИНТЕРЕСУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ!
  2
НАЧАЛЬНАЯ ДАТА
ВВЕДИТЕ ЧИСЛО, МЕСЯЦ, ГОД!
  22, 6, 1941
КОНЕЧНАЯ ДАТА. ВВЕДИТЕ ЧИСЛО, МЕСЯЦ, ГОД!
  9, 5, 1945
МЕЖДУ ДАННЫМИ ДАТАМИ ПРОШЛО 1417 ДНЕЙ
```

Перед тем как расшифруем работу компьютера по данной программе, ознакомимся с математическими основами календарных расчетов и фрагментами алгоритма. Как вы убедитесь, с МК можно будет полностью имитировать действия компьютера.

Нумерация календарных дней. Если вы внимательно знакомились когда-нибудь с настенными и настольными календарями, то, наверное, заметили, что во многих календарях дни года нумеруются: 1 января — первый день, 28 февраля — 59-й день и т. д. В астрономии также принято нумеровать дни. Нумерованные дни в астрономии имеют даже название: юлианские дни. В астрономическом календаре 30 мая 1984 года является 2 445 851-м днем, а 1 января 1987 года 2 446 797-м днем. Если дни нумерованы, то упрощаются все календарные расчеты. Например, число дней между двумя датами равно разности соответствующих номеров дат. В данное время мы пользуемся Грегорианским календарем. Поэтому попытаемся разработать метод нумерации дней в рамках этого календаря.

Нумерация дней в современном календаре затруднена из-за его непериодичности: одни месяцы имеют 30 дней, другие 31, в феврале бывает 28, а в високосном году 29 дней. Если бы в каждом месяце было ровно 30 дней, а високосных лет не было, то номер даты можно было бы определить по простой формуле:

$$N=365\times G+30(M-1)+D,$$

где G, M и D — год, месяц и число даты соответственно. Наибольшие трудности в совершенствовании этой формулы создает февраль. Для високосных лет, начиная с 1 марта, приходится учитывать дополнительный день. Если бы февраль был последним месяцем года, то, по крайней мере, эта трудность исчезла бы. Поэтому в календарных расчетах месяц и год удобно перенумеровать: март будет первым месяцем года, апрель вторым и т. д., а январь и февраль одиннадцатым и двенадцатым месяцами предыдущего года. Календарь, в котором год начинается с марта, был введен в 46 году до нашей эры Юлием Цезарем. Названия месяцев этого календаря сохранились до сих пор. По латыни septem — 7, okto — 8, nono — 9, deca — 10. Значит, сентябрь означает «седьмой месяц», хотя в современном календаре он девятый месяц года. Месяц и год можно перенумеровать различными алгоритмическими способами. Наглядно и удобно это можно сделать с помощью команды ветвления:

$D:=?$, $M:=?$, $G:=?$

если $M>2$

то $M:=M-2$

иначе $M:=M+10$

$G:=G-1$

всё

19.02.1987	11.09.1987
$2>2$? Нет!	$9>2$? Да!
не выполняется	$M=9-2=7$
$M=2+10=12$ $G=1987-1=1986$	не выполняется

Ту же цель можно достичь с использованием функции отделения целой части:

$D:=?$, $M:=?$, $G:=?$

$S:=\text{int}\left(\frac{12-M}{10}\right)$

$M:=12\times S+M-2$

$G:=G-S$

19.02.1987	11.09.1987
$S=\text{int}\left(\frac{12-2}{10}\right)=1$	$S=\text{int}\left(\frac{12-9}{10}\right)=0$
$M=12\times 1+2-2=12$	$M=12\times 0+9-2=7$
$G=1987-1=1986$	$G=1987-0=1987$

Теперь выясним, как можно было бы нумеровать дни в течение одного года, если начало года совместить с началом марта (табл. 6). Словесный алгоритм очень прост: к числу прошедших дней за $M-1$ месяцев надо прибавить номер дня в месяце. Для того чтобы номер дня в году можно было рассчитать по формуле, следует

учесть коррекцию $K(M)$ между истинным числом дней за прошедших $M-1$ месяцев и расчетным числом дней $30(M-1)$. Вычислим эту коррекцию $K(M)$.

Таблица 6

Месяц	M	Количество дней в месяце	Количество дней за $M-1$ месяцев	$30\times(M-1)$	$K(M)$	$0{,}59M$	$[0{,}59M]$
Март	1	31	0	0	0	0,59	0
Апрель	2	30	31	30	1	1,18	1
Май	3	31	61	60	1	1,77	1
Июнь	4	30	92	90	2	2,36	2
Июль	5	31	122	120	2		
Август	6	31	153	150	3		
Сентябрь	7	30	184	180	4		
Октябрь	8	31	214	210	4		
Ноябрь	9	30	245	240	5		
Декабрь	10	31	275	270	5		
Январь	11	31	306	300	6		
Февраль	12	28	337	330	7		

Пользоваться таблицей чисел $K(M)$ в алгоритме неудобно. Но, как видно из последней графы, коррекцию $K(M)$ можно вычислить как целую часть от $0{,}59M$. Чтобы убедиться в этом, вычислите с МК произведение $0{,}59M$ и заполните последние две графы таблицы.

Теперь мы уже можем присвоить номера дням в рамках одного года по следующей формуле:

$$N=30(M-1)+D+\mathrm{int}(0{,}59M)=\mathrm{int}(30{,}59M)+D-30,$$

где M — номер месяца, считая с марта.

Остается придумать, как в присвоении номера каждой дате учесть дополнительный день в високосном году. Високосный год определяется по возможности его деления на 4, 100 и 400. Если номер года не делится на 100, но делится на 4, то в феврале 29 дней. Если же номер года делится на 100, то год является високосным только тогда, если он делится одновременно и на 400. Это означает, что количество високосных лет за прошедшие Q лет можно вычислить по формуле

$$C(G)=\mathrm{int}\,(G/4)-\mathrm{int}\,(G/100)+\mathrm{int}\,(G/400).$$

Подставив в эту формулу $G=1987$, узнаем, что за 1987 лет високосных было 481:

$$C(1987)=\text{int}\ (496{,}75)-\text{int}(19{,}87)+\text{int}\ (4{,}9675)=496-$$
$$-19+4=481.$$

Зная количество високосных лет, можно подсчитать количество дней за прошедшие года:

$$365\times G+C(G).$$

Значит, алгоритм для присвоения номера каждой дате в рамках Грегорианского календаря, который действует с 1583 года, мог бы быть таким:

$$S:=\text{int}\left(\frac{12-M}{10}\right),$$

$$M:=12\times S+M-2,$$

$$G:=G-S,$$

$$N:=365\times G+\text{int}\left(\frac{G}{4}\right)-\text{int}\left(\frac{G}{100}\right)+\text{int}\left(\frac{G}{400}\right)+$$
$$+\text{int}\ (30{,}59\times M)+D-30.$$

Последнее выражение можно упростить. Объединим первые два члена:

$$365\times G+\text{int}\left(\frac{G}{4}\right)=365\times G+\text{int}\ (0{,}25\times G)=$$
$$=\text{int}\ (365{,}25\times G).$$

Для дат с 1900 по 1999 год выражение N упрощается за счет того, что сумма третьего и четвертого членов за это время не меняется:

$$-\text{int}\left(\frac{G}{100}\right)+\text{int}\left(\frac{G}{400}\right)=-19+4=-15.$$

И с 2000 по 2099 год эта сумма имеет то же значение:

$$-20+5=-15.$$

Так как в нумерации дат числа —15 и —30 только сдвигают номера всех дат на одно и то же число, то в расчетах их можно не учитывать. Чтобы номера дат для XX столетия не были слишком большими, из номера года вычтем 1900. На этом упрощение выражения N завершено:

$$N:=\text{int}\ (365{,}25\ (G-1900))+\text{int}\ (30{,}59M)+D.$$

Вспомним, что здесь используются уже перенумерованные значения M и G. Индикаторы ряда МК числа от нуля до единицы представляют в неудобной для чтения форме с показателем степени. Например, число 0,5 может появиться в виде **5. ... —01.** Поэтому для облегчения чтения целой части дату перенумеруем по алгоритму:

$$S := \text{int}\left(\frac{22-M}{10}\right);\ M := 12 \times S + M - 14;$$

$$G := G - 1899 - S.$$

Учитывая все упрощения, можем написать алгоритм, который каждой дате DMG с 1 марта 1900 года по 28 февраля 2100 года присваивает номер $N(DMG)$.

Алгоритм N (DMG)

D [ ][ ] := число; M [ ][ ] := месяц; G [ ][ ][ ][ ] := год

S [ ] := [22 [−] M [=][÷] 10 [=]]

P [ ] := [S [×] 12 [+] M [−] 14 [=][×] 30,59 [+] D [=]]

N [ ] := [G [−] 1899 [−] S [=][×] 365,25 [+] P [=]]

Пример

1.01.1987

$S=2$

$P=337$

$N=31\ 748$

Прямые скобки во второй, третьей и четвертой командах означают, что в адресах S, P и N следует писать целую часть показания индикатора. Ради тренировки вычислите по алгоритму N для 12 апреля 1961 года. Если вы все сделали верно, то получите N (12.04.1961) $=22\ 353$. Так как N (1.03.1900) $=31$, то $N(DMG)$ отсчитывает дни с 29 января 1900 года.

КОЛИЧЕСТВО ДНЕЙ МЕЖДУ ДАТАМИ

ная номера двух дат, можно вычислить количество дней между ними как разность соответствующих номеров.

С помощью алгоритма решите две задачи. Сколько дней между датами: началом Великой Отечественной войны (22.06.1941) и днем Победы (9.05.1945)? Сколько дней вы прожили? За начальную дату примите дату рождения, а за конечную — сегодняшнюю дату. Полученный результат вам понадобится далее при вычислении биоритмов.

Алгоритм «Количество дней между датами»

вычислить $N\,(DMG)$ для начальной даты

A [ ] $:= N$

вычислить $N\,(DMG)$ для конечной даты

B [ ] $:= N$ [−] A [=]

между данными датами B дней

Пример

N (31.12.1986) = 31 747

$A = 31\,747$

N (1.01.1987) = 31 748

$B = 1$

Рассмотренный алгоритм можно использовать и для нумерации дней в рамках одного года. За начальную дату следует взять 31 декабря предыдущего года, а за конечную — интересующую вас дату текущего года. Номер дня необходимо знать, например, при вычислении времени восхода Солнца. Определите по алгоритму номер дня наступления весны (21 марта), лета (21 июня), осени (23 сентября), зимы (22 декабря).

«ВОЗРАСТ» ФАЗЫ ЛУНЫ

Известно четыре фазы Луны: новолуние, первая четверть (видна правая часть Луны), полнолуние и последняя четверть (видна левая часть Луны). Если «возраст» первой фазы Луны принять равным нулю, «возраст» второй фазы соответствует семи дням, третьей фазы — 15 дням, четвертой фазы — 22 дням. Луна играет большую роль в нашей жизни. Между фа-

зами Луны и частотой заболевания различными болезнями имеется закономерная связь. В дни полнолуния дети рождаются чаще, чем в другие дни. Рыбаки знают, что улов рыбы также связан с фазами Луны. Латышские крестьяне посев овощей весной проводят в зависимости от «возраста» фазы Луны.

Чтобы с помощью алгоритма $N(DMG)$ вычислить «возраст» фазы Луны, надо выбрать удобную дату отсчета, когда новолуние (Луна не видна). В качестве такой даты можно избрать 31 января 1900 года. Так как $N(DMG)$ отсчитывает дни от 29 января 1900 года, то количество дней от 31.01.1900 равно $N-2$. Луна один полный оборот вокруг Земли совершает за 29,53 дня. Поэтому «возраст» фазы Луны можно определить как остаток деления $N-2$ на 29,53.

Алгоритм «Возраст» фазы Луны

вычислить $N(DMG)$

Q [ ] := [N [—] [2] [=] [÷] 29,53 [=]]

R [ ] := [[C] [—] 29,53 [×] Q [+] N [—] [2] [=]]

«возраст» фазы Луны R дней

Пример

N (24.12.1986) = 31 740

$Q = 1074$

$R = 22$

В примере выяснено, что 24 декабря 1986 года «возраст» фазы Луны 22 дня, что соответствует последней четверти.

А теперь сами определите «возраст» фазы Луны для сегодняшней даты, вашего дня рождения, а также для следующих дат:

14 сентября 1959 года, когда на Луну совершила посадку станция «Луна-2»;

7 октября 1959 года, когда впервые была сфотографирована невидимая с Земли обратная сторона Луны;

21 июля 1969 года, когда на поверхность Луны впервые ступила нога человека.

В КАКОЙ ДЕНЬ НЕДЕЛИ ВЫ РОДИЛИСЬ

Если $N(DMG)$ увеличить на один день, то числа $N+1$, соответствующие всем воскресеньям, будут делиться на семь без остатка. Это означает, что для остальных дат остаток деления от $(N+1)/7$ укажет на номер дня недели. Это позволяет составить простой алгоритм определения дня недели.

Алгоритм «День недели»

вычислить $N(DMG)$

Q [ ] := [N [+] [1] [=] [÷] [7] [=]]

R [ ] := [C] [−] [7] [×] Q [+] N [+] [1] [=]

данная дата является R днем недели

Пример

N (22.06.1941) = 15 119

$Q = 2160$

$R = 0$

Данная дата является нулевым днем недели (воскресенье)

Итак, выясните, в какой день недели вы родились. Это ваш счастливый день недели. Вычисления могут доставить радость и тому, к кому вы идете в гости на день рождения. Спросите у юбиляра, в какой день недели он родился. Большинство людей этого не знают. А вы ему преподнесете интересный подарок и подскажете тему для занимательного разговора. Если вы член большого коллектива, то попытайтесь подтвердить или опровергнуть утверждение статистиков, что большинство детей рождаются в середине недели, а меньше всего по воскресеньям и субботам.

Так как для многих людей определение дня недели кажется наиболее интересным видом календарных расчетов, то на рис. IV дан полный алгоритм. В этом алгоритме $N = N(DMG) + 1$, а дни отсчитываются от воскресенья 28 января 1900 года. Пользуясь представленным

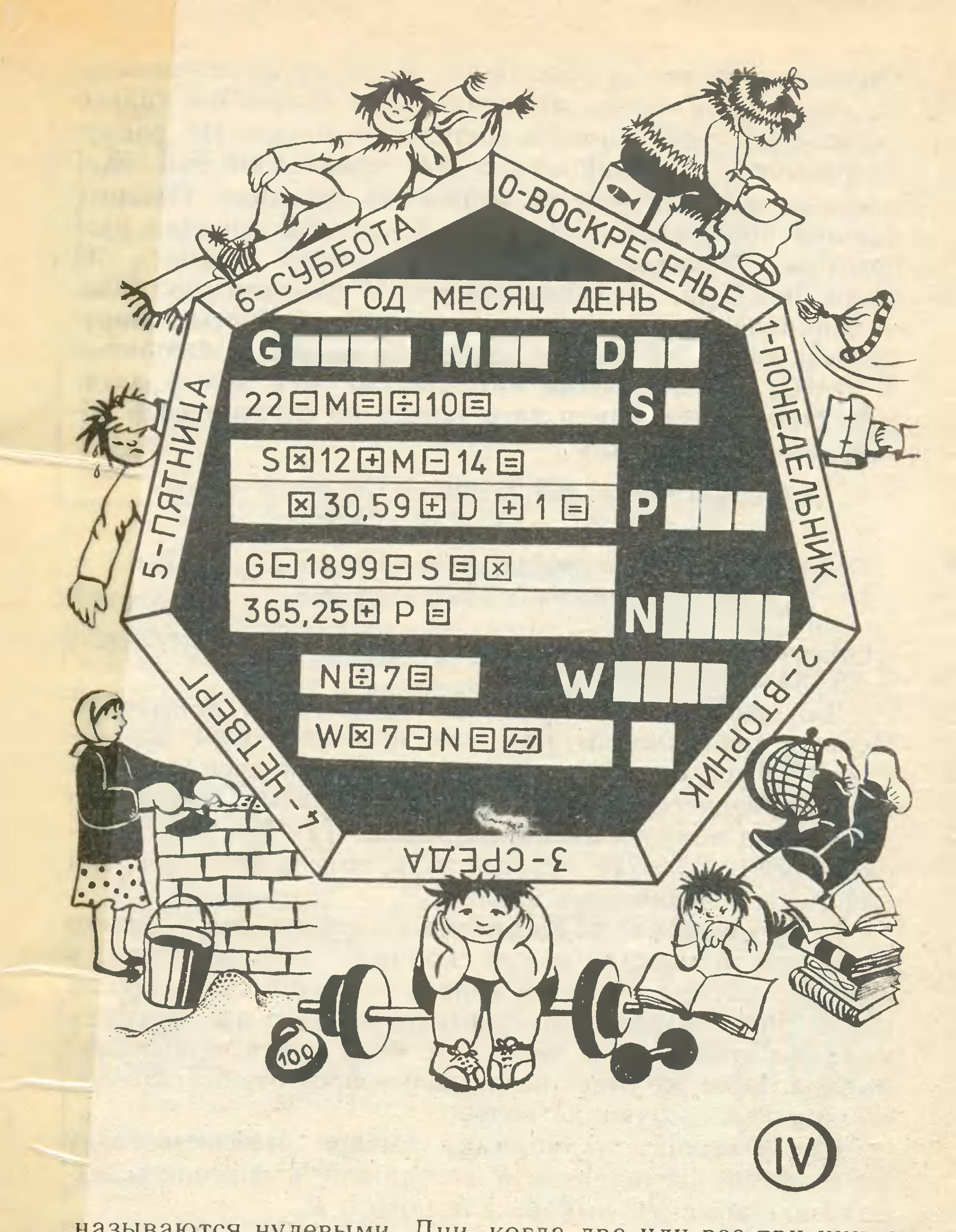
на рисунке алгоритмом, определите дни недели ряда исторических дат, приведенных в табл. 7.

Таблица 7

Событие	Дата	Число дней, прошедших с 28 января 1900 года	День недели
Великая Октябрьская социалистическая революция	7.11.1917		
Образование СССР	30.12.1922		
Начало второй мировой войны	1.09.1939		
Начало Великой Отечественной войны	22.06.1941		
Освобождение Риги от немецко-фашистских захватчиков	13.10.1944		
Освобождение Минска от немецко-фашистских захватчиков	3.07.1944		
День Победы	9.05.1945		
Запуск первого спутника Земли	4.10.1957		
Первый полет человека в космос	12.04.1961	22 354	Среда
Встреча космического зонда «Вега» с кометой Галлея	6.03.1986		
Объявление СССР моратория на ядерные взрывы	6.08.1985		

БИОРИТМЫ

Специалисты насчитывают до 100 биологических ритмов, влияющих на работоспособность и самочувствие человека. Наиболее известными считаются физический, эмоциональный и интеллектуальный ритмы с продолжительностью цикла соответственно 23, 28 и 33 дня. Каждый цикл имеет положительную и отрицательную фазы. В положительной фазе физического цикла человек может достичь более высоких результатов в трудовой деятельности, в спорте, быстрее восстанавливает силы. В отрицательной фазе самочувствие хуже. Особенно плохое самочувствие отмечается в дни перехода от положительной фазы к отрицательной. Такие дни



IV

называются нулевыми. Дни, когда два или все три цикла меняют фазу, называют критическими. В литературе можно найти много примеров, когда учет критических дней снижал аварийность, а одновременное нахождение человека в положительной фазе во всех трех циклах приводило к высоким спортивным результатам.

Автор данной книги считает, что приведенная теория

биоритмов научно не обоснована. Если все же ее принять, то следует учитывать, что проявление биоритмов сильно зависит от типа нервной системы человека. Но расчет биоритмов — хороший объект для применения МК. Желающие могут проверить теорию на практике. Поэтому опишем построение биоритмов. В качестве примера рассмотрим биоритмы спортсмена, который родился 30 июля 1969 года, а сегодня для него 17 февраля 1985 года.

Вначале надо вычислить количество прожитых спортсменом дней. Это можно сделать с помощью алгоритма $N(DMG)$ или алгоритма «Количество дней между датами». Определяем номер даты рождения спортсмена и номер сегодняшнего дня:

$$N(30.07.1969)=[365{,}25\cdot 69]+[30{,}59\cdot 5]+30=$$
$$=25\,202+152+30=25\,384,$$

$$N(17.02.1985)=[365{,}25\cdot 84]+[30{,}59\cdot 12]+17=$$
$$=30\,681+367+17=31\,065.$$

Значит, спортсмен прожил на 17.02.1985 $B=31\,065-$ $-25\,384=5681$ день.

Для рисования биоритмов обратимся к алгоритму. Первые три команды нам уже известны. Они определяют остаток от деления числа прожитых дней на 23 — период физического цикла. Остаток показывает, сколько дней назад начался физический цикл. Так как для спортсмена $5681:23=247$, остаток нуль, то у него 17 февраля начинается физический цикл.

Следующая часть алгоритма содержит новую, легко читаемую алгоритмическую команду выбора. Если в команде выбора ответ на вопрос в первой строке после слова **при** ($R\leqslant 6$?) положительный, то выполняются команды этой строки, после чего надо выйти из команды выбора. Если же ответ на первый вопрос отрицательный, то читается следующий вопрос.

После выхода из команды выбора отмечаем точку на графике, увеличиваем R на единицу и повторяем выполнение команды выбора для нового R.

Алгоритм «Физический ритм»

B [ ] := число прожитых дней

Q [ ] := [B [÷] 23 [=]]

R [ ] := [C] [−] Q [×] 23 [+] B [=]

Пример

$B=5681$

$Q=247$

$R=0$

```
выбор
  при R≤6; F := R
  при R≤17; F := 12—R
  при R≤22; F := R—23
  всё
  отметить точку F на графике
  R := R+1
  если R=23
    то R := 0
  всё
повторить
```

Дата	R	F
17.02	0	0
18.02	1	1
19.02	2	2
20.02	3	3
21.02	4	4
22.02	5	5
23.02	6	6
24.02	7	5
25.02	8	4

Те дни, в которых $F=0$, являются нулевыми днями. Из графика физического ритма спортсмена (рис. V) видим, что для него нулевыми днями являются 17 февраля, 1 марта, 12 марта, 24 марта, 4 апреля. Аналогично строятся эмоциональный и интеллектуальный ритмы.

Алгоритм «Эмоциональный ритм»

```
B [          ] := число прожитых дней
Q [          ] := [B [÷] 28 [=]]
R [          ] := [C][—] Q [×] 28 [+] B [=]
```

Пример

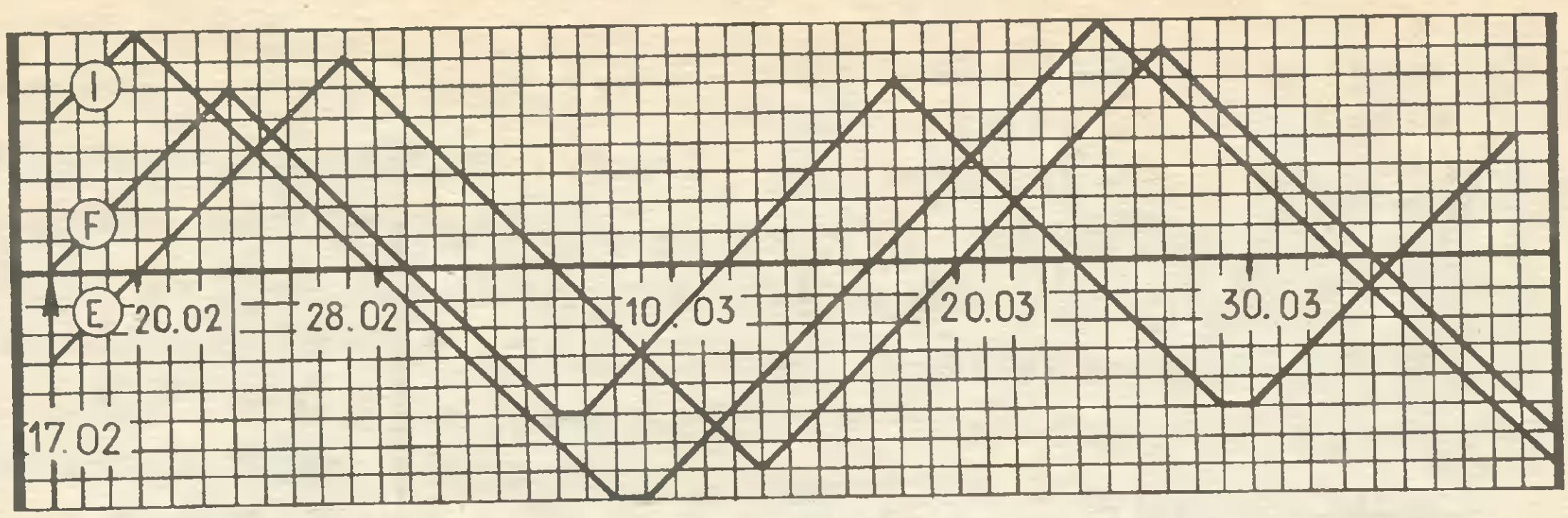
$B=5681$

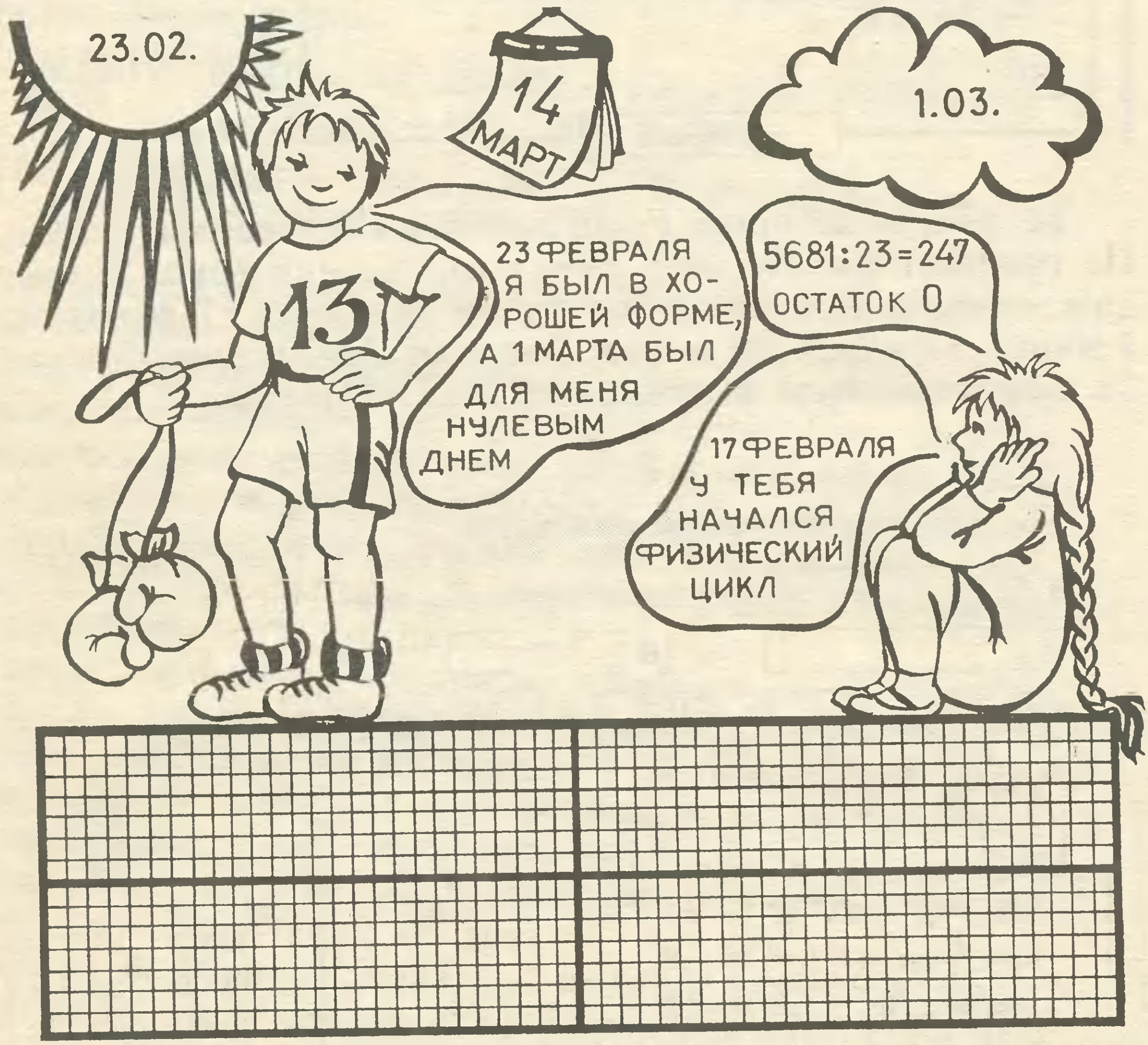
$Q=202$

$R=25$

```
выбор
  при R≤ 7; E := R
  при R≤21; E := 14—R
  при R≤28; E := R—28
  всё
  отметить точку E на графике
  R := R+1
  если R=28
    то R := 0
  всё
повторить
```

Дата	R	E
17.02	25	—3
18.02	26	—2
19.02	27	—1
20.02	0	0
21.02	1	1
22.02	2	2
23.02	3	3
24.02	4	4


I
F
E
17.02
20.02
28.02
10.03
20.03
30.03


23.02.
13
14 МАРТ
1.03.
23 ФЕВРАЛЯ Я БЫЛ В ХОРОШЕЙ ФОРМЕ, А 1 МАРТА БЫЛ ДЛЯ МЕНЯ НУЛЕВЫМ ДНЕМ
5681:23=247 ОСТАТОК 0
17 ФЕВРАЛЯ У ТЕБЯ НАЧАЛСЯ ФИЗИЧЕСКИЙ ЦИКЛ

Алгоритм «Интеллектуальный ритм»

B [ ] := число прожитых дней

Q [ ] := [B [÷] 33 [=]]

R [ ] := [C] [−] Q [×] 33 [+] B [=]

выбор

при $R \leqslant 8$; $I := R$

при $R \leqslant 24$; $I := 16 - R$

при $R \leqslant 33$; $I := R - 33$

всё

отметить точку I на графике

$R := R + 1$

если $R = 33$

то $R := 0$

всё

[повторить]

Пример

$B = 5681$

$Q = 172$

$R = 5$

Дата	R	I
17.02	5	5
18.02	6	6
19.02	7	7
20.02	8	8
21.02	9	7
22.02	10	6
23.02	11	5
24.02	12	4

Обратите внимание на команду ветвления в конце алгоритмов. Благодаря этой команде величина R принимает периодически значения от 0 до 22 (физический ритм), от 0 до 27 (эмоциональный ритм), от 0 до 32 (интеллектуальный ритм). Например, в алгоритме «Эмоциональный ритм» по достижении R значения 28 выполняется команда ветвления и R вместо 28 получает нулевое значение. Это означает, что в указанный день начинается новый цикл.

Для тех, кто имеет инженерный МК, можно предложить простые формулы для построения биоритмов. После определения остатка от деления для соответствующего ритма можете пользоваться такими клавишными программами:

$F := R$ [×] 360 [÷] 23 [=] [F sin] [×] [6] [=]

$R := R + 1$

[повторить]

Дата	R	F
17.02	0	0
18.02	1	1,6
19.02	2	3,1

$E := R$ [×] 360 [÷] 28 [=] [F sin] [×] [7] [=]
$R := R + 1$
[повторить]

Дата	R	E
17.02	25	—4,4
18.02	26	—3,0
19.02	27	—1,5

$I := R$ [×] 360 [÷] 33 [=] [F sin] [×] [8] [=]
$R := R + 1$
[повторить]

Дата	R	I
17.02	5	6,5
18.02	6	7,3
19.02	7	7,8

Не забудьте переключить МК в режим градусной меры углов. Если вы желаете вычислять в радианной мере углов, то можете пользоваться следующими формулами:

$$F = 6 \sin (R \cdot 2\pi/23),\ E = 7 \sin (R \cdot 2\pi/28),\ I = 8 \sin (R \cdot 2\pi/33).$$

Если для МК разрешены значения аргументов для тригонометрических функций до миллиона, то остаток от деления можно не вычислять, а вместо начального значения брать B — число прожитых дней.

Постройте биоритмы для себя на один месяц и проверьте применимость теории биоритмов на собственной практике. Если нулевой или тем более критический день окажется невезучим, то, скорее, это будет случайное совпадение, чем закономерность. Если вы приверженец теории биоритмов, то следует построить графики биоритмов на более длинные сроки, скажем, год, и регулярно следить за вашим реальным физическим, эмоциональным и интеллектуальным состоянием.

АЛГОРИТМЫ ВМЕСТО ТАБЛИЦ

В недавнем прошлом для облегчения решения прикладных задач люди неделями, месяцами и годами рассчитывали значения функций и составляли таблицы. Самым популярным памятником этому труду в нашей стране являются четырехзначные таблицы Брадиса. С появлением ЭВМ возродился интерес к алгоритмам нахождения значений функций. В память ЭВМ или МК можно, конечно, записать таблицы Брадиса или еще более точные таблицы. Но ведь это заняло бы миллионы

ценных ячеек электронной памяти. Поскольку ЭВМ арифметические действия выполняет молниеносно и точно, то проще заставить ее каждый раз заново вычислять значение функции. То, что раньше у человека занимало часы и дни, у ЭВМ длится ничтожные доли секунды.

Алгоритмы, по которым ЭВМ находит значения функций, знать не только интересно, но и полезно. Пользуясь ими, можно быстро узнать нужное число с помощью простейшего МК, притом с завидной для былых вычислителей точностью. Даже самый простой МК может заменить сотни страниц математических таблиц с десятками тысяч многозначных чисел несколькими страницами с записью алгоритмов. Но лучше убедимся в этом сами.

В электронной памяти инженерного МК имеется целая библиотека программ. Если набрано число 25, то после нажатия клавиши $\boxed{\sqrt{\ }}$ управляющее устройство МК в своей библиотеке находит «книжку» с названием «$\sqrt{\ }$» и читает ее. На каждой странице написана одна команда, которая после прочтения моментально выполняется. Не проходит и десятой доли секунды, как «книжка» прочитана и на индикаторе МК высвечивается результат — число 5. Заглянем в эту «книжку», где записан алгоритм нахождения квадратного корня. В электронной памяти алгоритм зашифрован на языке двоичного кода: все слова состоят только из единиц и нулей. С использованием алгоритмических команд присваивания и повторения содержание алгоритма выглядит так, как на рис. VI.

Возьмем карандаш, листок бумаги, МК; имитируем работу ЭВМ при вычислении $\sqrt{25}$. Пусть листок бумаги и будет регистром М, а индикатор МК — регистром Х. Тогда на обычном словесно-формульном языке содержание алгоритма звучит так.

1. Написать значение числа *А*.
2. На листке *М* написать 0.
3. Написать, нажимая клавиши МК, число *А*.
4. Если число на листке *М* отличается от числа на индикаторе МК, то продолжить читать эту страницу, в противном случае — перейти на следующую страницу. Записать показание индикатора МК на листке *М*, стерев (зачеркнув) старую запись. Вычислить с МК

   $A\ \boxed{:}\ M\ \boxed{+}\ M\ \boxed{=}\ \boxed{:}\ \boxed{2}\ \boxed{=}$.

   Повторить чтение этой страницы сначала.
5. Показание индикатора является квадратным корнем числа *А*.

$A=25$

M
=0=
=25=
=13=
=7,461538=
=5,4060265=
=5,0152475=
=5,000023=
5

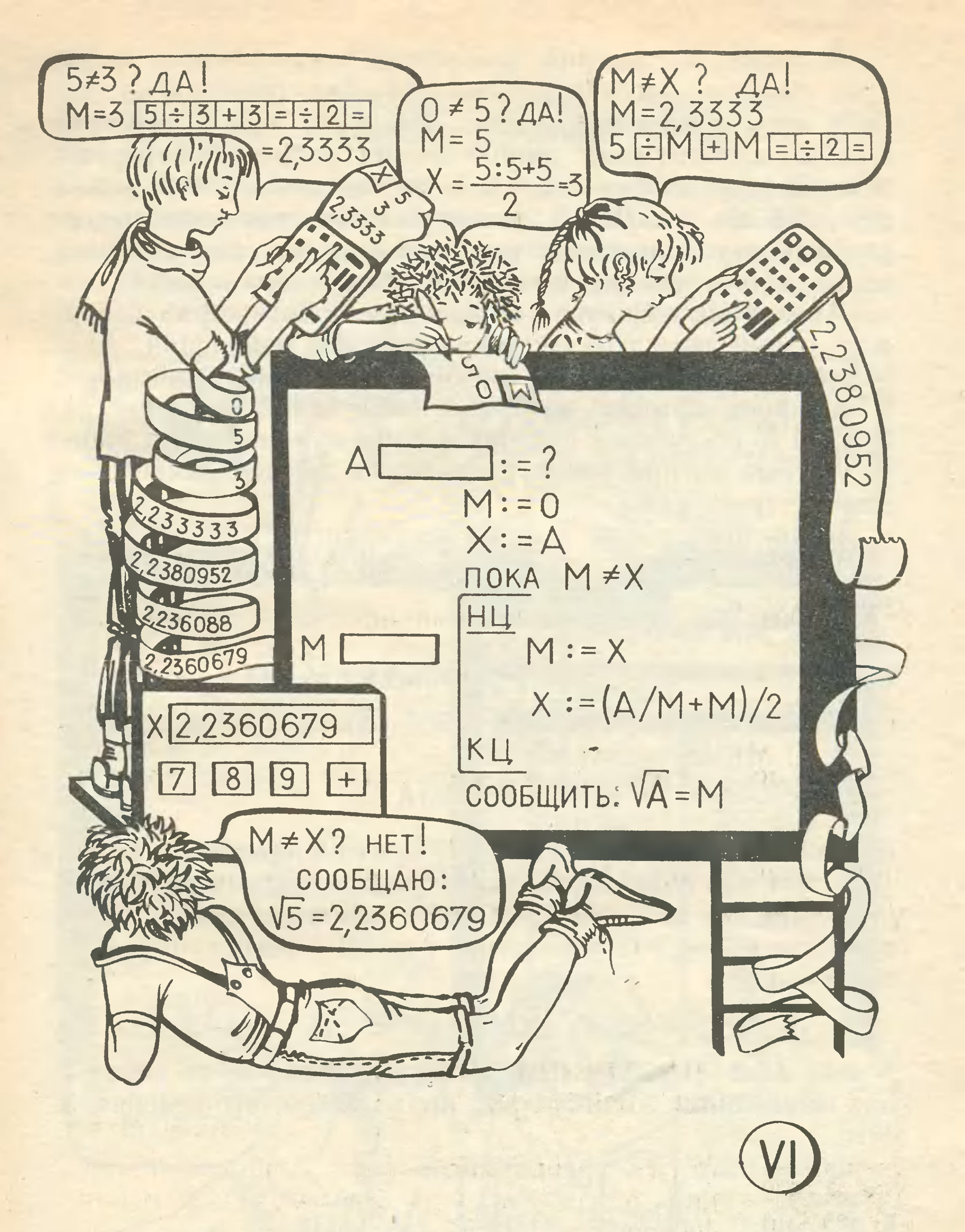
$\sqrt{25}=5$

Из примера видно, что для вычисения $\sqrt{25}$ четвертую страницу приходится читать 7 раз. Большинство МК работают с восьмизначными числами. Поэтому полученный результат очень точный. Если бы мы потребовали повторить команды четвертой страницы, пока регистры М и Х отличаются только первыми тремя знаками, то приближенное значение квадратного корня получили бы уже после трех- или четырехкратного прочтения четвертой страницы.

На рис. VI показано, что получается после трехкратного прочтения четвертой страницы при вычислении $\sqrt{5}$. Сколько раз еще надо выполнить команду повторения, чтобы числа на листке *М* и на индикаторе МК не отличались во всех восьми знаках?

ДОМАШНЯЯ БИБЛИОТЕКА АЛГОРИТМОВ

форме алгоритмов можно записать и хранить очень большой объем математических, физических, астрономических и других знаний. Только что было показано, как шесть строчек алгоритма заменяют многие страницы таблиц квадратных корней. А в случае тригонометрических, показательных и логарифмических функций алгоритмы заменяют сотни страниц математических таблиц. В дальнейшем будет показано,



VI

как алгоритмы могут заменить географические справочники (см. параграф «Расстояние между городами») и часть астрономического календаря (см. параграф «Восход и заход Солнца»). Поэтому человеку, имеющему МК, стоит ознакомиться с алгоритмами поближе и создать свою библиотеку алгоритмов.

Вначале рассмотрим алгоритмы элементарных функций. Владельцам простейших МК они помогут расширить круг решаемых задач. Каждый, кто поработает с этими алгоритмами, лучше поймет работу инженерных МК. Следует также заметить, что некоторые МК, такие как «Б3-32» и «МКШ-2», вычисляют тригонометрические функции только для углов от 0 до 90°. Приведенные далее алгоритмы не имеют подобных ограничений.

Алгоритмы «Синус», «Арксинус», «Логарифм» содержат новые регистры, но одинакового назначения. Буквой *K* обозначим ячейку памяти для записи константы, т. е. числа, которое во время вычислений не меняется. Буквой *N* обозначим счетчик. Чтобы лучше понять работу с этими алгоритмами, рассмотрим пример вычисления sin 30° (рис. VII).

Итак, приступаем к вычислению sin 30°.

1. В регистры α и N заносим числа 30 и 0 соответственно.

2. С МК вычисляем:

30 [×] 30 [÷] 3282,8064 [=],

показание индикатора 0,2741556 заносим в регистр K.

3. С МК вычисляем:

30 [÷] 57,29578 [=],

показание индикатора 0,5235987 заносим в регистры X и M.

4. Так как содержание регистра X по абсолютной величине больше 10^{-7}, то выполняем команды цикла: устно вычисляем 0+2=2 и заносим число 2 в регистр N, с МК вычисляем:

[C] [−] 0,5235987 [×] 0,2741556 [÷] 2 [÷] 3 [=]

и результат —0,0239245 заносим в регистр X, не сбрасывая показания индикатора, продолжаем вычисления с МК:

[+] 0,5235987 [=]

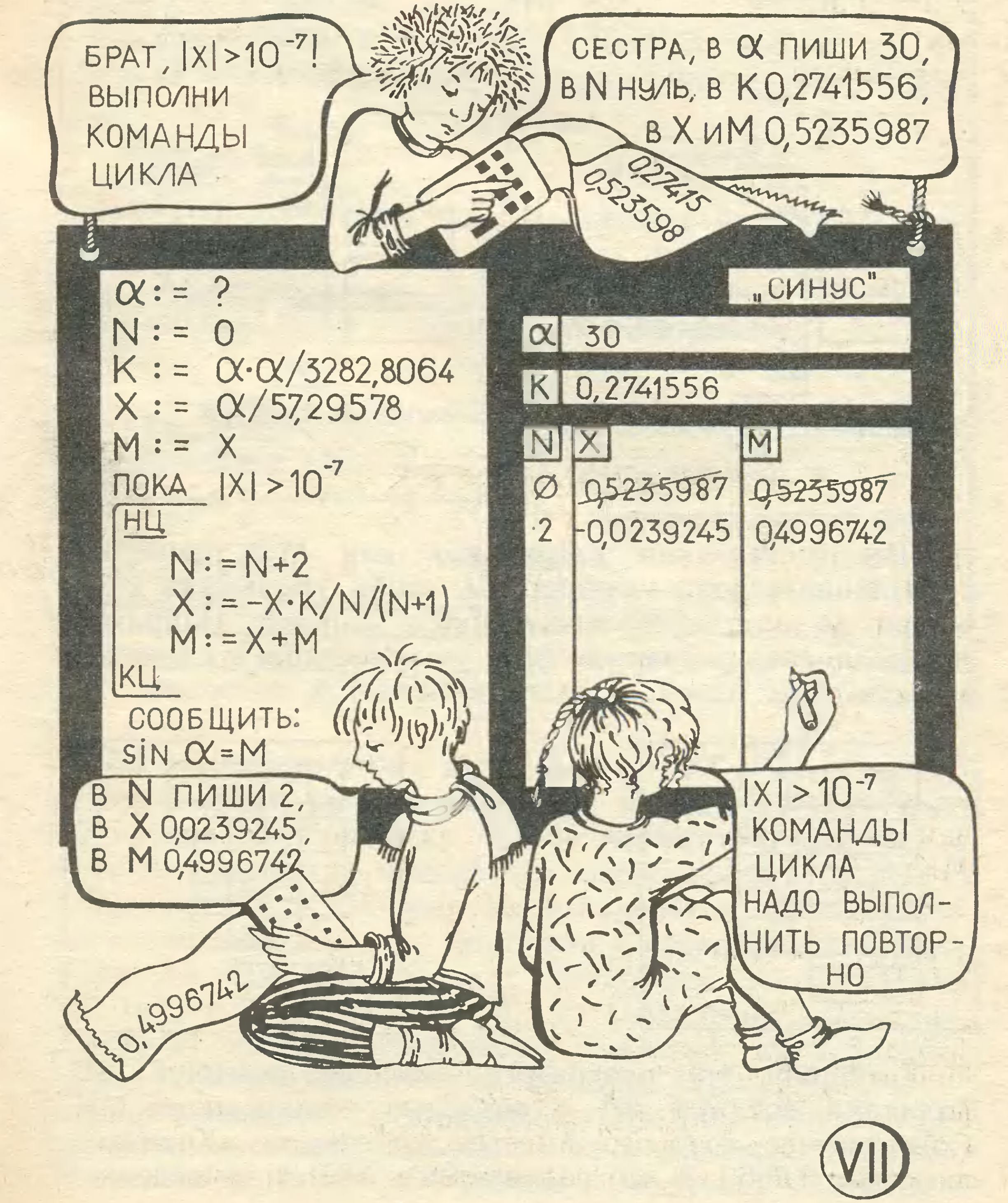
и результат 0,4996741 заносим в регистр M.

Теперь возвращаемся к проверке условия $|X|>10^{-7}$. Так как оно соблюдается, то команды цикла надо выполнить повторно. Команду повторения приходится выполнить 5 раз, чтобы условие $|X|>10^{-7}$ не выполнилось. Содержание регистров после каждого прохождения цикла меняется следующим образом:

N	0	2	4	6	8
X	0,5235987	—0,0239245	0,0003279	—0,000002	0
M	0,5235987	0,4996741	0,5000020	0,5	0,5

После пятого повторения команд цикла можно перейти к последней команде и сообщить результат: sin 30°=0,5.

С помощью алгоритма «Синус» можно вычислить также косинус, надо только в регистр записать не α, а $90-\alpha$. С помощью алгоритма «Арксинус» можно вы-



VII

числить арккосинус. После получения результата по алгоритму надо вычесть полученное значение угла из 90°.

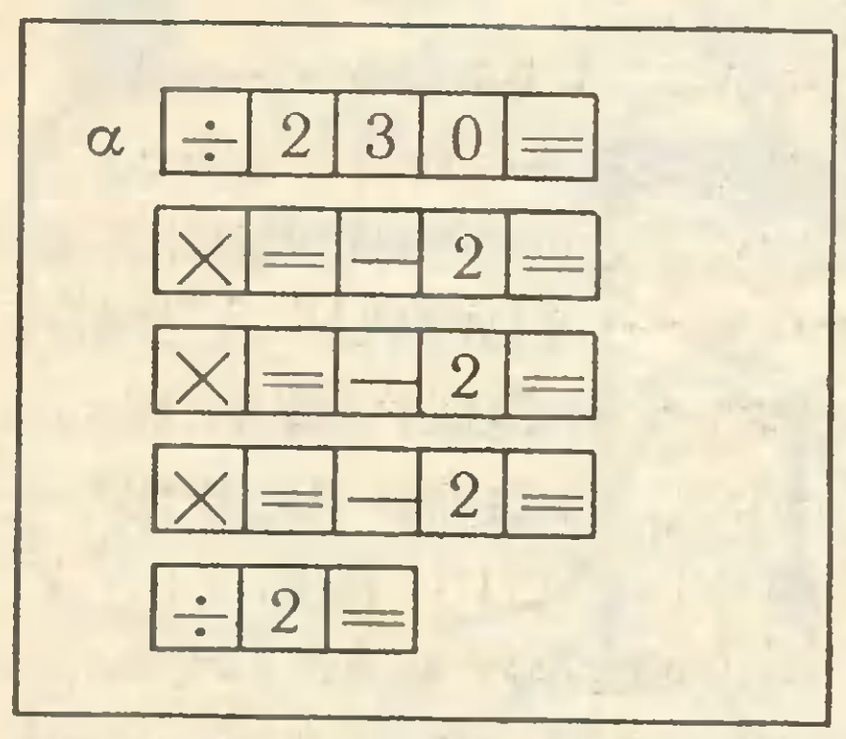
Алгоритм «Арксинус»

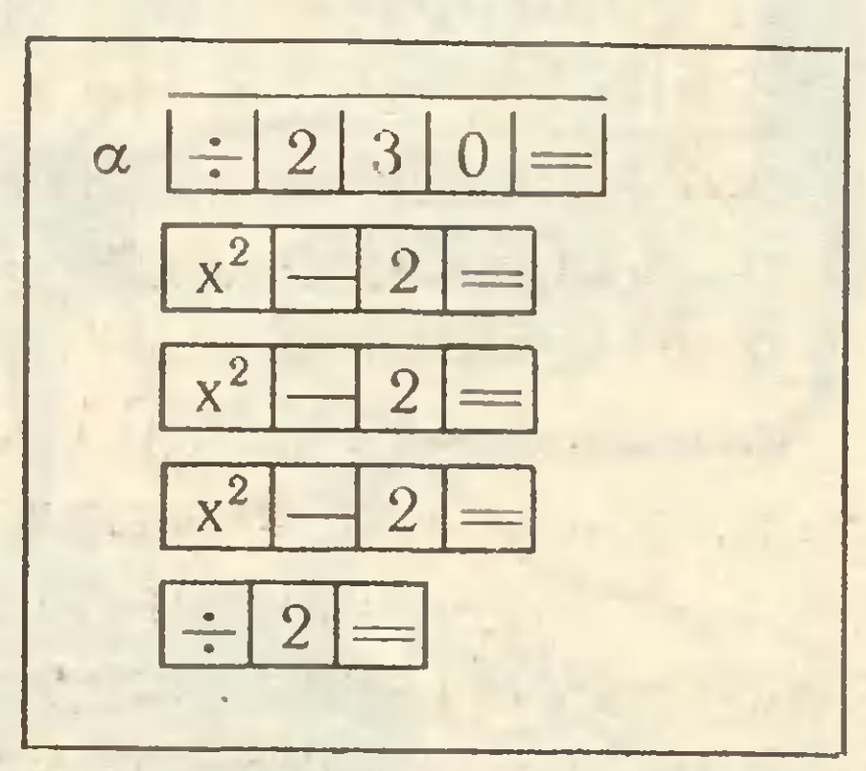
```
A [      ] :=?
        N :=0
        X :=A
K [      ] :=X²
        M :=A
        пока |X| > 10⁻³
N [      ]   нц
X [      ]     N :=N+2
M [      ]     X :=X×K(N−1)/N
             M :=X/(N+1)+M
             кц
сообщить: arcsin A=M×57,29578
          arccos A=90−arcsin A
```

Алгоритм «Логарифм»

```
A [      ] :=?
        N :=1
        X :=(A−1)/(A+1)
        M :=X
K [      ] :=X²
        пока X > 10⁻³
N [      ]   нц
X [      ]     N :=N+2
M [      ]     X :=X×K
             M :=X/N+M
             кц
сообщить: ln A=M×2
          lg A=lnA×0,4342944
```

При составлении алгоритмов для МК прибегают к различного рода ухищрениям, чтобы уменьшить количество команд и промежуточных записей. Например, ограничиваясь углами до 90°, значение косинуса можно вычислить по одной из таких клавишных программ:





Проверьте эту программу, вычислив косинус 30°. Вычисляя косинус 30° с помощью инженерного МК, в библиотеке которого имеется программа «Косинус», получают 0,8660. А что получается у вас по приведенной

программе? Отличия могут быть только в четвертом знаке. За простоту программы приходится рассчитываться весьма ограниченным диапазоном углов. Но используя основную идею этой программы и команду повторения, можно написать алгоритм для вычисления значения косинуса углов до миллионов градусов.

Алгоритм «Косинус»

α [÷] 57,29578 [=]

пока на индикаторе $|X| > 0{,}05$

нц

[÷] [2] [=]

начертить одну отметку

кц

пока имеется хотя бы одна отметка

нц

[x^2] [—] [2] [=]

перечеркнуть одну отметку

кц

[x^2] [÷] [2] [—] [1] [=]

сообщить: на индикаторе cos α

Отметки

Алгоритм «Арккосинус»

A [×] [2] [=]

пока на индикаторе $|X| < 1{,}999$

нц

[+] [2] [=] [√]

начертить одну отметку

кц

[—] [2] [=] [/—/] [√]

пока имеется хотя бы одна отметка

нц

[×] [2] [=]

перечеркнуть одну отметку

кц

[×] 57,29578 [=]

сообщить: на индикаторе arccos *A*

Вычислите по этому алгоритму cos 30°. После выполнения деления на два начертите карандашом на поле «Отметки» одну отметку. После четвертого повторения деления на два на индикаторе высвечивается 0,0327249 и условие $|X| > 0{,}05$ уже не выполняется. Поэтому выполнение этой команды повторения прекращаем и переходим к следующей команде повторения. Если у вашего МК отсутствует клавиша [x^2], то возведение в квадрат, наверное, можно осуществить нажатием двух клавиш [×], [=]. После выполнения команды [x^2] [—] [2] [=] перечеркните одну отметку на поле «Отметки». Когда перечеркнута последняя отметка,— на индикаторе 1,931846. Выполняя следующую команду, получаем 0,8660144.

Это приближение значения косинуса 30° совпадает с результатом инженерного МК во всех четырех знаках после запятой. Если в вашем МК имеется клавишная операция вычисления квадратного корня, то можно пользоваться столь же простым алгоритмом для вычисления значения арккосинуса.

Вычислите с помощью алгоритма арккосинус 0,998. Пользуясь инженерным МК, получаем значение 3,6243...— это угол между лучами, которые соединяют центр Земли с Ригой и Минском. Если на вашем МК отсутствует клавиша изменения знака числа [/—/] или [+/—], то после выполнения команды повторения запишите показание индикатора М и совокупность команд [—] [2] [=] [/—/] замените на [2] [—] [M] [=].

Интересно отметить, что с помощью клавишной операции [√‾] можно вычислить значение и столь сложной функции, как x^y.

Алгоритм «x^y»

набрать клавишами x

пока на индикаторе $x>1{,}001$ или $x<0{,}999$

нц

[√‾]

сделать одну отметку (или считать в уме нажатия этой клавиши)

кц

[—] [1] [=] [×] y [+] [1] [=]

пока имеется хотя бы одна отметка

нц

[x^2] или [×] [=]

перечеркнуть одну отметку

кц

сообщить: на индикаторе значение x^y

Отметки

Вычислите по алгоритму корень двенадцатой степени из двух. Это значит, что $x=2$, а $y=1/12=0{,}0833333$. Полученное число используется в задаче «Музыка».

РИСОВАНИЕ И МАШИННАЯ ГРАФИКА

Сегодня ЭВМ используется не только для обработки чисел и текста, но и для построения графиков. Графики, чертежи и рисунки ЭВМ может воспроизводить на экране телевизора, печатающем устройстве и графопостроителе. В общих чертах автоматическое рисование происходит так. ЭВМ по программе вычисляет или берет заранее заданные координаты некоторой точки. Рисунок создается либо по точкам, либо каждые две точки соединяются отрезком прямой. В обоих случаях расстояния между точками могут быть столь малыми, что на экране или бумаге мы увидим непрерывные кривые.

Предлагаю вам некоторые алгоритмы для машинной графики с помощью МК. Естественно, что роль рисующего устройства придется взять на себя.

Попробуйте сначала с помощью алгоритма «Звезда» нарисовать на подготовленной координатной сетке звезду (рис. VIII). Алгоритм предусматривает последовательное чтение строк при точном выполнении всех указаний. В таблицу запишите округленные до двузначного числа показания индикатора. Если синус и косинус являются вторыми назначениями некоторой клавиши, то не забудьте предварительно нажать клавишу совмещенной функции [F].

Алгоритм «Звезда»

$s := 0;\ x := 0;\ y := 5$

отметить на координатной сетке точку x, y

пока $s \neq 10$

нц

$s := s + 2$

$x := 5 \sin (72 \cdot s)$

$y := 5 \cos (72 \cdot s)$

отметить на координатной сетке точку x, y и соединить с прежней точкой отрезком прямой

кц

сообщить: звезда нарисована

s	x	y
0	0	5
2	2,9	—4,0
4		
6		
8		
10		

VIII

В команде повторения команду $s := s+2$ выполняем в уме, а следующие две команды при помощи МК:

s [×][7][2][=][sin][×][5][=] (показание индикатора записать в x),

s [×][7][2][=][cos][×][5][=] (показание индикатора записать в y).

Вершины регулярных многоугольников размещаются на круговой линии, круг, в свою очередь, является частным

случаем эллипса. Это позволяет написать единый алгоритм для всех названных фигур. Если выбрать $N=6$, $A=B=5$, то согласно алгоритму получите вершины шестиугольника. Взяв $N=12$, $A=B=5$, можно нарисовать циферблат стрелочных часов. Для рисования круга радиусом пять единиц можно использовать прежний 12-угольник. Ну а если хочется поточнее нарисовать круг, то берите N, равное 24 или 36. Если выбрать $A=12$ и $B=3$, то можно нарисовать орбиту кометы Галлея.

Алгоритм «Многоугольник—круг—эллипс» $N=12$, $A=5$, $B=5$

$s := 0$; $N := ?$; $A := ?$; $B := ?$
$x := A$; $y := 0$

отметить на координатной сетке точку x, y

пока $s \neq N$

нц

$s := s+1$

$x := A \cdot \cos(360 \cdot s/N)$

$y := B \cdot \sin(360 \cdot s/N)$

отметить на координатной сетке точку x, y и соединить с прежней точкой отрезком прямой

кц

сообщить: многоугольник построен

s	x	y	s	x	y
0	5	0			
1	4,3	2,5			

Напомним, что $N := ?$, $A := ?$, $B := ?$ означает, что величинам N, A и B надо присвоить конкретные числовые значения. Например, при желании построить круглый циферблат часов в виде 12-угольника с радиусом пять единиц пишем $N=12$, $A=5$, $B=5$.

В команде повторения $s :=$, $x :=$, $y :=$ означает, что полученный результат (значение выражения за знаком $:=$) следует записать в соответствующий столбец таблицы. Первую команду цикла $s := s+1$ выполняем в уме, а следующие две при помощи МК:

s [×] 360 [÷] N [=] [cos] [×] A [=] (показание индикатора записать в x),

s [×] 360 [÷] N [=][sin][×] B [=] (показание индикатора записать в y).

Если вы хотите вычисления проводить в радианной мере углов, то вместо 360 надо брать число $2\pi=6{,}2831852$.

Круг, конечно, проще нарисовать циркулем, поэтому обратимся к более экзотичной фигуре и нарисуем яйцо. Если на МК нет клавиши [x^2], то замените в программе [×][x^2] клавишами [×][=][=] или найдите другой способ возведения числа в куб.

Алгоритм «Яйцо»

$s := 0$; $x := 0$; $y := 8$

отметить на координатной сетке точку x, y

пока $s \neq 18$

нц

$s := s+1$

$x := 4 \cdot \sin(20 \cdot s)$

$y := 8((1+\cos(20 \cdot s))/2)^{3/4}$

отметить на координатной сетке точку x, y и соединить с прежней точкой отрезком прямой

кц

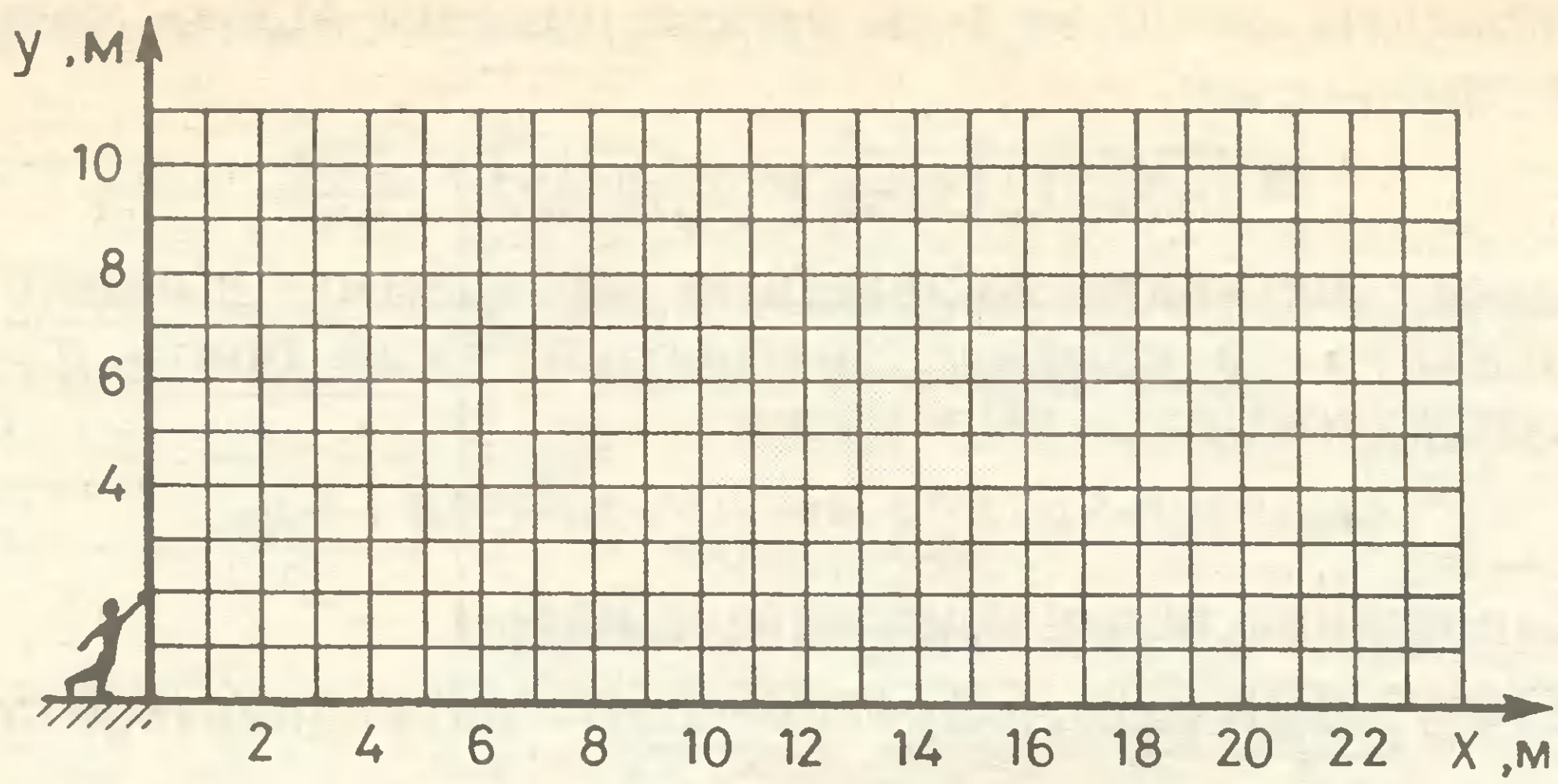
сообщить: яйцо нарисовано

Для вычисления значений x и y с помощью МК можно пользоваться такими клавишными программами:

s [×][2][0][=][sin][×][4][=] (показание индикатора записать в x),

s [×][2][0][=][cos][+][1][=][÷][2][=][×][x^2][=][√][√][×][8][=] (показание индикатора записать в y).

С помощью МК можно нарисовать также то, что трудно увидеть или сфотографировать. Толкание ядра — эффектный вид спорта. Но полет ядра происходит так быстро, что наш мозг не успевает фиксировать его траекторию. В то же время известно, что полет ядра хорошо подчиняется простым законам механики. С помощью уравнений движения и машинной графики можно воссоздать траекторию полета спортивного ядра. Пользуясь алгоритмом «Траектория ядра» и рис. 29, нарисуйте



29. Заготовка для рисования по алгоритму «Траектория ядра»

траекторию ядра, которое толкает спортсмен мирового класса на высоте $y_0=2$ м со скоростью $v=14$ м/с под углом $\alpha=40°$ к горизонту с ускорением свободного падения $g=9{,}8$ м/с^2.

Алгоритм «Траектория ядра» $v_x=$ [ ], $v_y=$ [ ] (м/с)

$g:=9{,}8;\ y_0:=2;\ t:=0$

$\alpha:=?;\ v:=?$

$v_x:=v\cdot\cos\alpha;\ v_y:=v\cdot\sin\alpha$

$x:=0;\ y:=y_0$

отметить на координатной сетке точку x, y

пока $y>0$

нц

$t:=t+0{,}2$

$x:=v_x\cdot t$

$y:=y_0+v_y\cdot t-g\cdot t^2/2$

отметить на координатной сетке точку x, y

кц

сообщить: ядро упало на землю

t, с	x, м	y, м	t, с	x, м	y, м
0	0	2	1,4		
0,2			1,6		
0,4			1,8		
0,6			2,0		
0,8			2,2		
1,0			2,4		
1,2			2,6		

Как видно из алгоритма, сначала надо присвоить значение углу и скорости выталкивания, например, $\alpha=40$ и $v=14$. Вычисление горизонтальной и вертикальной

компоненты скорости v_x и v_y при помощи МК не составляет трудностей:

α [cos][×][1][4][=] и α [sin][×][1][4][=].

Труднее составить клавишную программу вычисления значения y в команде повторения. Если брать $g=9{,}8$ и преобразовывать выражение

$$y_0+v_y t-g\cdot t^2/2=(-(g/2)t+v_y)\,t+g_0,$$

то клавишная программа несложная:

[C][−] 4,9 [=][×] t [+] v_y [=][×] t [+][2][=] — на индикаторе y.

По полученной траектории полета ядра определите высоту и дальность его полета. Приведенный алгоритм можно использовать также для более точного нахождения дальности полета ядра. Из табличных данных, которые вы сами получили, отберите время, при котором значение y еще положительно, и время, при котором y уже отрицательно. Потом произвольно выберите время из этого промежутка и сделайте вычисления по программе. Если y окажется отрицательным, то следующее время полета возьмите чуть меньше. Если же y положительно, то увеличьте время полета. Так продолжайте, пока не найдете время полета ядра, для которого $-0{,}05$ м $< y <$ $+0{,}05$ м. Для этого значения времени вычислите x, это и будет дальность полета ядра.

В параграфе «Календарь XX столетия» был дан алгоритм, с помощью которого можно вычислить «возраст» фазы Луны. А как выглядит Луна в какой-то определенный день? И это можно нарисовать по алгоритму.

Алгоритм «Фаза Луны»

Пример

R [ ] := «возраст» фазы Луны	R [22]
F [ ] := $R\cdot 360/29{,}53$	F [268]
если $F \leqslant 180$	
то $A := 50\cdot\cos F$; $B := -50$	A [1,7]
иначе $A := -50\cdot\cos F$; $B := 50$	B [50]
всё	
A [ ]	
B [ ]	
$\varphi := 0$	

```
пока φ≠360
нц
  если φ ⩽ 180
  то X := A·sin φ+50
  иначе    X := B·sin φ+50
  всё
  Y := —50·cosφ+50
  отметить на координатной сетке
  точку X, Y
  φ := φ+15
кц
сообщить: Луна нарисована
```

φ	0; 15; 30
X	50; 50; 49
Y	0; 1,7 6,7

В отличие от прежних алгоритмов, в которых результаты надо было записывать в таблицу, на сей раз предлагается их писать в указанных адресах. Получив новое значение, прежнее следует стереть. Чтобы алгоритмом было удобно пользоваться, желательно его переписать на более плотную бумагу, продев в окошки бумажные полоски. Команды присваивания лучше перевести в клавишные программы, например:

$$A := F\ \boxed{\cos}\ \boxed{\times}\ 50\ \boxed{=},$$

$$X := \varphi\ \boxed{\sin}\ \boxed{\times}\ A\ \boxed{+}\ 50\ \boxed{=}.$$

Рисовать лучше всего на миллиметровой бумаге.

Итак, вычислите «возраст» фазы Луны для сегодняшнего дня и по алгоритму нарисуйте Луну. Как она должна выглядеть сегодня ночью?

Для тех, кто обладает терпением и трудолюбив, предлагаем нарисовать Луну для R от 0 до 28. Вы можете распределить задание между несколькими играющими. Вырезав фигуры Луны, можно составить или нарисовать календарь фаз Луны на любой желаемый срок.

РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ГОРОДАМИ

Наша страна очень велика. Знаете ли вы, какие расстояния разделяют столицы союзных республик? Города характеризуются двумя координатами: географической широтой φ и долготой λ (табл. 8). По этим координатам можно вычислить угол γ, который образуют лучи, соединяющие центр земного шара с двумя городами. Так как один градус на поверхности Земли соответствует приблизительно 111,2 км, то, умножив угол γ на это число, можно узнать кратчайшее

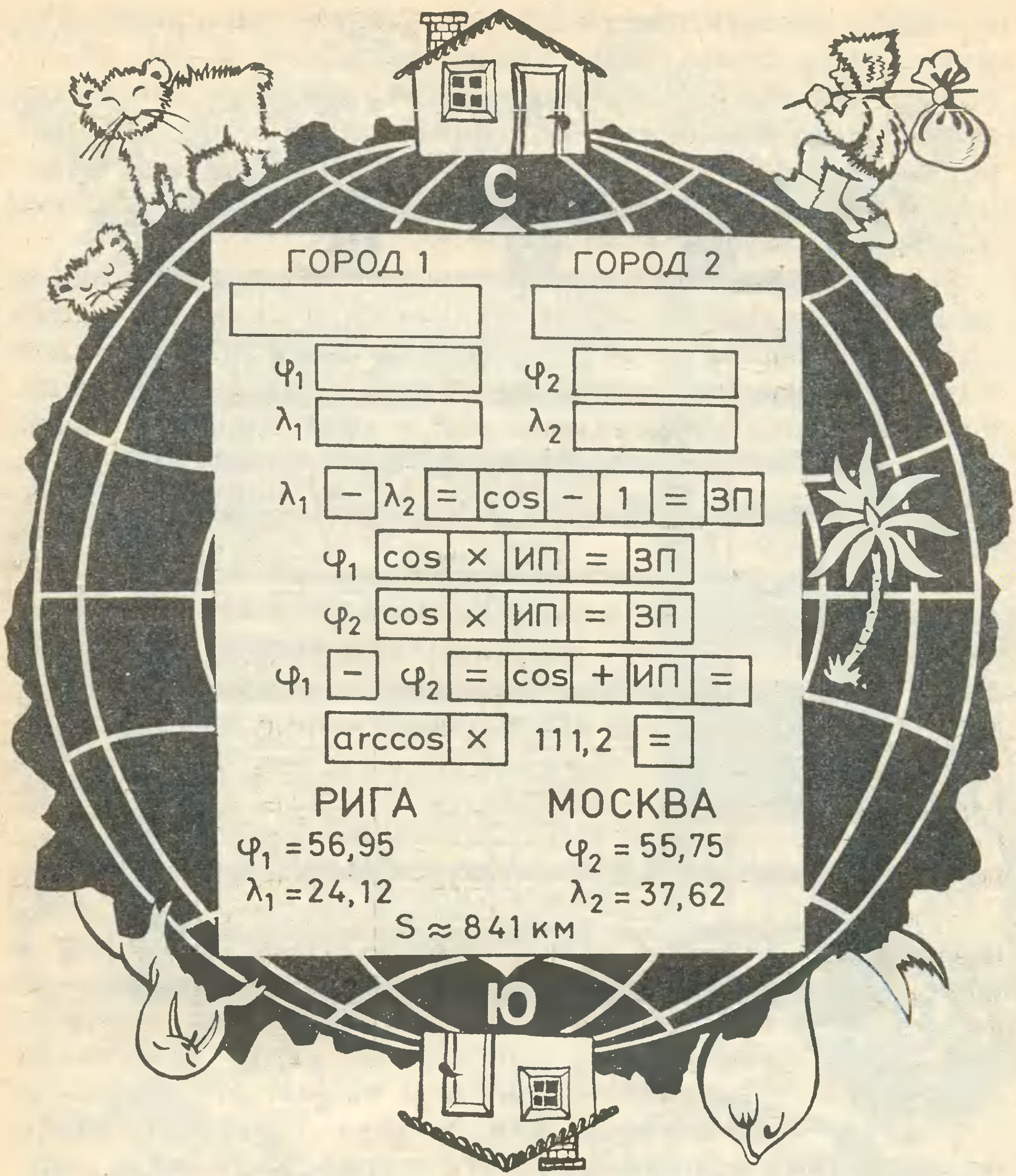
Таблица 8

Город	Широта, град.	Долгота, град.	Расстояние от Риги, км
Алма-Ата	43,26	76,95	
Ашхабад	37,75	58,40	
Баку	40,35	49,85	
Берлин	52,48	13,05	
Будапешт	47,49	19,06	
Бухарест	44,41	26,11	
Варшава	52,22	21,01	
Вильнюс	54,88	25,27	
Владивосток	43,12	131,90	
Ереван	40,23	44,50	
Киев	50,45	30,45	
Кишинев	47,03	28,82	
Минск	53,90	27,57	
Москва	55,75	37,62	
Прага	50,09	14,42	
Рига	56,95	24,12	
София	42,68	23,34	
Таллин	59,43	24,75	
Ташкент	41,33	69,30	
Тбилиси	41,70	44,82	
Фрунзе	42,88	74,62	

расстояние между городами. Ниже приведены формулы для расчета:

$$z = \sin\varphi_1 \sin\varphi_2 + \cos\varphi_1 \cos\varphi_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2);$$

$$\gamma = \arccos z; \quad s = 111{,}2\gamma.$$



IX

Расчет по формулам возможен не на всех МК. Поэтому лучше пользоваться программой, приведенной на рис. IX, в которой для удобства вычисления величины z первая формула преобразована к виду

$$z = (\cos(\lambda_1 - \lambda_2) - 1) \times \cos\varphi_1 \times \cos\varphi_2 + \cos(\varphi_1 - \varphi_2).$$

При чтении и пользовании программой следует учесть, что клавишные операции «ЗП» (запись числа в память)

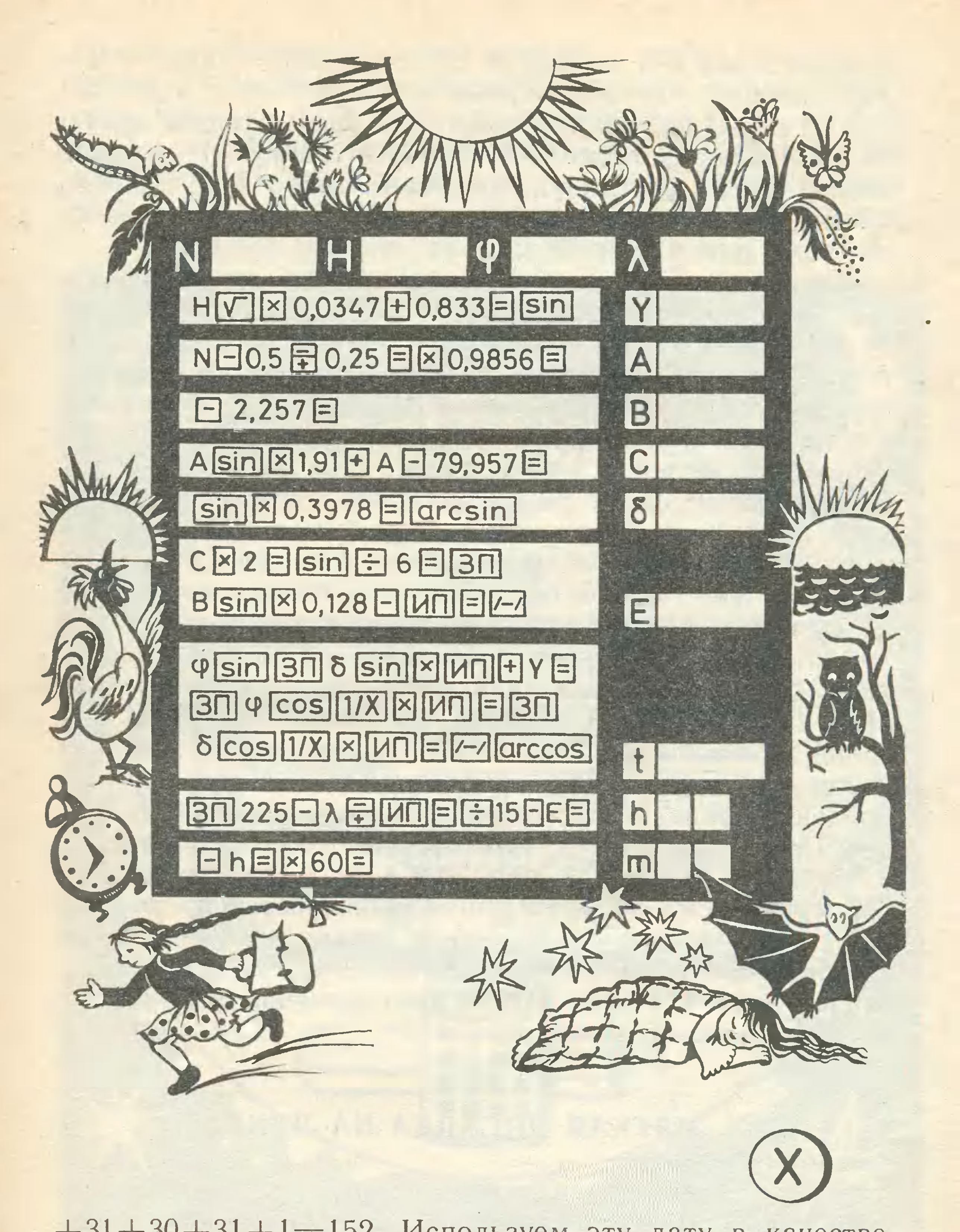
и «ИП» (извлечение числа из памяти) на вашем МК могут быть обозначены иначе, например X→M, M→X или STO и RCL. Если косинус и арккосинус являются вторыми назначениями некоторых клавиш, не забудьте перед их нажатием нажать клавишу совмещенной функции. Приступая к вычислениям, МК надо переключить в режим градусов: Р→Г.

Перед применением программы для расчета расстояния между городами проверьте работоспособность МК и программы на примере Рига— Москва. Запишите названия и географические координаты городов в указанные ячейки. Сравните показания вашего МК с контрольными числами после каждой строки: 1) —0,0276 . . . , 2) —0,01506 . . . , 3) —0,00848 . . . или (—8,48 . . .—03), 4) 0,9912 . . . , 5) 841, . . . км.

Теперь проверьте свои представления о расстоянии между интересующими вас городами. Напишите это расстояние и потом по программе узнайте точное расстояние между этими городами. Расстояния между городами — интересный объект для игр «Угадай число» или «Измерение делением».

ВОСХОД И ЗАХОД СОЛНЦА

Восход и заход Солнца всегда вызывают у людей глубокие эстетические и эмоциональные переживания. Но достаточно ли часто мы бываем свидетелями этих волнующих явлений? Что же нам мешает наблюдать за появлением или уходом огненно-красного сплющенного у линии горизонта шара? Чаще всего лень. Данные о восходе и заходе Солнца можно получить в любом календаре. Ну а если календаря нет? Тогда время восхода и захода Солнца можно вычислить с помощью МК по программе, приведенной на рис. X. Для вычислений надо знать географические координаты места наблюдения, которые можно взять из табл. 6 или определить по карте, высоту наблюдения *H*, которую можно приравнять к вашему росту в метрах (1,7 м), и порядковый номер дня года *N*. Последнее проще вычислить так: суммируем число дней прошедших месяцев и прибавляем порядковый номер дня данного месяца: например, 1 июня 1985 г. — 152-й день года, поскольку 31+28+



+31+30+31+1=152. Используем эту дату в качестве примера освоения программы.

Итак, если высота наблюдения $H=1{,}7$ м, место наблюдения — Рига ($\varphi=56{,}95$, $\lambda=24{,}12$), $N=152$, то должны получиться следующие контрольные значения: $Y=0{,}0153$, $A=149{,}072$, $B=146{,}815$, $C=70{,}0966$, $\delta=21{,}9649$, $E=0{,}0366...$, $t=130{,}55...$, $h=4$, $m=39$. При вычислениях

следует обратить внимание на странную запись «±». Это означает, что для восхода надо брать «—», а для захода «+». В ячейку h (часы) надо писать только целую часть показания табло, а в ячейку m (минуты) — округленное до целых минут показание табло МК. Значит, 1 июня 1985 г. Солнце взойдет в 4 ч 39 мин по московскому времени, или в 5 ч 39 мин по летнему времени.

По ходу вычислений мы фактически узнаем много других интересных сведений о мнимом движении Солнца по небу, или о движении Земли вокруг Солнца и своей оси. Например, A имеет смысл угла, который Земля прошла с 1 января до 1 июня, B — угол от перигелия, а C — угол от весенней точки. С помощью значения склонения светила δ можно узнать угол над горизонтом, под которым Солнце видно в полдень. Для этого из 90° надо вычесть географическую широту места наблюдения и прибавить угол δ. 1 июня Солнце в полдень будет под углом 55° над горизонтом. Поскольку Земля вокруг Солнца движется весьма неравномерно, то солнечные часы то отстают, то опережают наши равномерные электронные часы. На разницу показаний этих часов указывает величина E. 1 июня эта разница составляет 0,0366 ч, или $0{,}0366 \times 60 = 2$ мин. Величина $t : 15$ показывает, сколько часов отделяет полдень от восхода и захода. Местный полдень определяется (по московскому времени) разницей $15 - (\lambda : 15) - E$. 1 июня в Риге полдень наступает в 13,3534 ч = 13 ч 21 мин, или в 14 ч 21 мин летнего времени. Время захода Солнца вычисляется по той же программе, только во второй и предпоследней строках нужно не вычитать, а суммировать. 1 июня 1985 г. Солнце зайдет в 22 ч 4 мин московского времени, или в 23 ч 4 мин летнего времени.

МЯГКАЯ ПОСАДКА НА ЛУНУ

Радиоуправляемые игрушечные автомашины, корабли, самолеты и другие игрушки сегодня не редкость. Но представьте себе, что вам предлагают радиоуправляемую игру с автоматической космической станцией, которая имеет ракетный двигатель. Станция приближается к Луне. Ее масса $M = 8000$ кг, максимальная сила тяги двигателя $F = 36\,000$ Н, масса горючего

$m=90$ кг, скорость станции $v=8$ м/с, высота над поверхностью Луны 50 м. На станцию действует сила притяжения Луны, которая ускоряет движение станции на 1,62 м/с^2. С помощью радиопередатчика вы можете включить ракетный двигатель и дать сигнал z для указания силы тяги в процентах от максимальной силы. Поскольку

XI

Луна не окружена атмосферой, то уравнения движения весьма простые. Высота над Луной h, скорость v, ускорение a и масса горючего m по истечении каждой секунды зависят от расхода горючего d. Ежесекундно вы должны контролировать расход горючего. Максимальная сила тяги достигается при $d=15$ кг/с. Для компьютера игру можно описать алгоритмом.

Алгоритм «Посадка космической станции»

```
M := 8000; F := 36 000; m := 90; h := 50; v := 8
пока h > 0 или m > 0
 нц
   d := ? (расход горючего, кг/с, не более 15 кг/с)
   если d > m
    то d := m
   всё
   m := m−d
   a := 1,62 (F·d)/(M·15)
   h := h−v−a/2
   v := v+a
   сообщить: h, v, a, m
 кц
 если m=0
   то a := 1,62
 всё
 v := √(v² + 2ah)
 выбор
   при v < 2; сообщить: «Прекрасно»
   при v < 4; сообщить: «Удовлетворительно»
   при v ≤ 6; сообщить: «Станция повреждена»
   при v > 6; сообщить: «На Луне образовался новый кратер»
 всё
```

Так как каждую секунду все параметры станции меняются, то это весьма сложная игра на управление. Для игры с МК следует изготовить пульт управления (рис. XI) в виде панели измерительных приборов. Программа игры упрощена. Посадка космической станции теперь управляется не расходом горючего, а силой тяги двигателя (% от максимальной силы тяги).

Сначала запишите в ячейки начальные условия: $m=90$ кг, $h=50$ м, $v=8$ м/с. Теперь дайте сигнал управления ракетным двигателем, например $z=50\%$, запишите 50 в ячейку z. Сделайте вычисления по указанным программам и показания табло запишите в соответствующие ячейки, предварительно стерев или передвинув полоску со старой записью. Изучите показания пульта управления и дайте следующий сигнал управления ракетным двигателем, силу тяги двигателя запишите в ячейку z и повторите вычисления. Ваши действия (выбор z) должны быть направлены на то, чтобы мягко сесть на Луну. Вычисления и полет кончаются в тот момент, когда h становится равным нулю или меньше его. Если при этом скорость станции меньше 2 м/с, то вы посадили станцию на «отлично», если v в пределах от 2 до 4 м/с — на «хорошо». При скорости от 4 до 6 м/с вы станцию посадили, но она повреждена и назад вернуться не сможет. При бóльших скоростях станция разбита. Если вы, не достигнув поверхности Луны, истратите все горючее, то дальнейший полет является свободным падением. Тогда при последующих вычислениях надо брать $z=0$. Если ракетный двигатель постоянно включен на полную мощность, то не исключено, что станция некоторое время будет не приближаться к Луне, а, наоборот, удаляться от нее. После того как вам удалось мягко посадить станцию, попробуйте это сделать с более сложными начальными условиями: например, начальная высота $h=150$ м, скорость $v=14$ м/с, масса горючего $m=130$ кг или $h=1000$ м, $v=25$ м/с, $m=350$ кг.

В уравнениях данной игры не учтено, что во время полета за счет изменения массы горючего меняется масса самой станции. Желающие произвести более точные расчеты могут это учесть, дополнив алгоритм командой M := M—m.

ЧЕРЕЗ СКОЛЬКО МИНУТ ПОДАТЬ КОФЕ

С помощью алгоритмов можно не только определить значения математических функций, но и моделировать самые различные физические явления. Обратимся к моделированию процесса охлаждения жидкости в стакане. Вы только что залили кофе кипящей водой. В этот момент температура жидкости обычно $T=90$ °С, а комнатная температура $T_к=20$ °С. Через сколько минут можно подать кофе, если его приятно пить при $T=60$ °С?

Из законов физики известно, что изменение температуры за единицу времени пропорционально разнице температур воды T и окружающей среды $T_к$. Для 200 г кофе в стакане изменение температуры за одну минуту равно $0{,}03\ (T-T_к)$. На этом законе построена алгоритмическая модель остывания кофе. Для этого алгоритма легко написать программу для МК.

В соединении с приведенной программой МК представляет собой термометр, измеряющий температуру кофе через каждую минуту. В конце каждого цикла вычислений на табло высвечивается температура кофе. Теперь приступайте к этому модельному эксперименту, сделайте вычисления и посмотрите, какова температура кофе, и так повторяйте, пока ваш «термометр» не покажет приблизительно 60 °С. Теперь кофе можно пить. Итак, через сколько минут можно пить кофе?

При 30 °С кофе можно считать уже остывшим. Через сколько минут кофе примет эту температуру?

Алгоритм «Температура кофе»

```
t := 0; T := 90; Tк := 20
пока T > 60
  нц
    t := t+1
    T := T-0,03(T-Tк)
    сообщить: t, T
  кц
сообщить: кофе можно пить
```

t, м	T, °С
0	90
1	
2	
3	
4	
5	
6	

T, м	T, °С
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	

Для вычисления очередного значения температуры T при помощи МК можно рекомендовать такую клавишную программу:

[2] [0] [−] T [=] [×] 0,03 [+] T [=]

повторить

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ВЗРЫВ, ИЛИ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СЛУХОВ

Если в городе случается что-то необычное, то не проходит и полдня, как все об этом узнают. Такое явление называют информационным взрывом по аналогии с неизмеримо более разрушительным по силе химическим и ядерным взрывом. Все эти явления описываются определенной математической моделью — геометрическим рядом. Выясним вначале тайну быстрого распространения слухов.

Примем, что один человек видел неопознанный летающий объект (НЛО). В течение 15 мин он встречается с тремя знакомыми. В следующие 15 мин каждый из трех тоже встречает трех своих знакомых и т. д., т. е. через каждые 15 мин общее число осведомленных меняется как сумма геометрического ряда:

$$s=1+3+3\times3+3\times3\times3+\ldots=1+(((3+1)3+1)3+\ldots.$$

Программа-модель для описания распространения слухов проста:

Алгоритм

$s := 1$

$s := s\cdot3+1$

сообщить: s

повторить

Клавишная программа

[1]

[×] [3] [+] [1] [=]

сообщить: число осведомленных

повторить

Промоделируйте процесс распространения слухов, результаты занесите в таблицу. Сколько людей будут

«осведомлены» о появлении НЛО над городом через 3 ч? Распространитель слухов видел НЛО в 8.00 утра.

Время	8.00	8.15	8.30	8.45	9.00	9.15	9.30
Число осведомленных	1	4	13	40	121		

Время	9.45	10.00	10.15	10.30	10.45	11.00
Число осведомленных						

Этой же моделью в главных чертах описывается также эпидемия гриппа: в течение короткого времени можно заразить большой город.

Исследуем еще одно явление. Среди детей и взрослых иногда возникает такая игра. Вы получаете письмо, в котором сказано: «Вышлите шести своим знакомым письмо с приложенным списком адресов. Первому адресату вышлите карточку, его адрес зачеркните, а в конце списка напишите свой адрес. Участвуя в этой игре, вы через некоторое время получите много тысяч карточек». Как будто бы безобидная игра. Только странно, что я высылаю одну карточку, а получаю тысячи. Эта игра описывается прежней моделью. Число участников на каждом этапе меняется как сумма геометрического ряда с $q=6$. Изменение числа участников на каждом этапе можно опять описать уже знакомой программой-моделью:

Алгоритм

$s := 1,\ q := 6$

$s := s \cdot q + 1$

сообщить: s

повторить

Клавишная программа

[1]

[×] [6] [+] [1] [=]

сообщить: число участников

повторить

Занесите результаты вычислений в заготовку.

Этап	1	2	3	4	5	6
Число участников	1	7	43	259	1555	

Этап	7	8	9	10	11	12	13
Число участников							

Итак, сколько детей должно быть вовлечено в игру, чтобы вы как участник шестого этапа получили тысячи обещанных карточек? Уже на девятом этапе охвачены все дети нашей республики. Поэтому такая игра нечестная. Основатель ее выигрывает за счет других. Мы, конечно, рассмотрели идеализированные модели. На практике некоторые связи обрываются, и игра прекращается раньше.

КАК ПОЛУЧИТЬ СЛУЧАЙНЫЕ ЧИСЛА

ногие явления в природе и жизни человека подчинены случайностям. Если обратить внимание на движение пылинки в солнечном луче или свете прожектора, то видно, что она блуждает непредсказуемым образом: то вверх, то вправо, то вниз и снова вверх и т. д. Нельзя, например, предсказать выигрышное число в «Спортлото» или число при бросании игральной кости. В физике много явлений, в которых отдельное событие непредсказуемо, например распад отдельного радиоактивного атома, поглощение отдельного фотона, перемещение отдельной примесной молекулы. Все эти явления подчинены статистическим закономерностям. Их можно исследовать методом математического моделирования, в котором каждое отдельное событие разыгрывается случайным числом. Случайное число можно получить с помощью игральной кости или из таблиц «Спортлото». Но такой метод слишком трудоемок и громоздок. Поэтому до изобретения ЭВМ физические и экономические явления не исследовались моделированием случайных событий.

Такой метод появился в 1949 году и был назван по названию города Монте-Карло в королевстве Монако. Монте-Карло издавна известен своими игорными домами. Но метод Монте-Карло абсолютно бесполезен в азартных играх. Город и метод роднит лишь то, что используемая в игровых домах рулетка является простейшим механическим устройством получения случайных чисел.

С помощью ЭВМ случайные числа получают иначе. Вот один из способов. Выбираем четырехзначное число, например 9876. Возводим его в квадрат, получаем 97 535 376. Выделяем четыре средние цифры 5353 и рас-

сматриваем это число как случайное. Возведя это число в квадрат и выделив среднее четырехзначное число, получаем 6546. Поскольку для получения следующего числа используется прежнее число, эти числа не совсем случайны, из-за чего их называют псевдослучайными числами. Через несколько десятков, сотен или тысяч чисел они повторяются. Поэтому для каждой задачи надо выбрать такой вариант, чтобы в течение поиска числа не повторялись. Для МК придуман целый ряд интересных способов получения случайных чисел. Общепринятым способом является написание такой формулы или алгоритма, при которых случайные числа находились бы в интервале от 0 до 1.

Приведем три программы получения случайных чисел. В первой программе в качестве начального числа можно взять $q=0{,}5284163$.

Алгоритм	*Клавишная программа*
$q := 0{,}5284163$	0 ‚ 5 2 8 4 1 6 3
$X := (q+\pi)^8$ $q := X - \mathrm{int}\ (X)$ **сообщить:** q повторить	q + π = x^2 x^2 x^2 **записать** дробную часть показания индикатора q повторить
$q := 0{,}5284163$	0 ‚ 5 2 8 4 1 6 3
$X := q \cdot 997$ $q := X - \mathrm{int}\ (X)$ **сообщить:** q повторить	× 9 9 7 = **вычесть** целую часть **записать** q повторить

Если у МК нет клавиши [π], то вместо нее надо, нажимая клавиши, набрать число 3,1415926. Вместо клавиши [x^2] можно пользоваться совокупностью клавиш [×], [=]. В качестве начального числа 0,5284163 можно взять любое число, просто опыт подсказывает, что это число дает много неповторяющихся случайных чисел. Вместо 997 можно брать 97, а вместо 9821 — 981 или какое-либо другое число. Но всегда желательно установить, каков период получаемых случайных чисел.

тобы получить представление о случайных числах и возможностях их использования, рассмотрим задачу о случайном узоре. Как цифры и буквы, так и любое изображение можно зашифровать на языке нулей (белый) и единиц (черный). Если мы выберем поле размером 5×7 клеток и в каждой из семи строк закрасим клетки, соответствующие единицам, то множество двоичных чисел 00100, 01010, 10001, 10001, 11111, 10001, 10001 изобразит букву *А*.

На этом принципе основывается шифровка, хранение и изображение рисунков на компьютерах. Экран телевизора делится, например, на 24×32 клетки, каждая из которых делится в свою очередь на 8×8 маленьких клеточек. Это позволяет на экране рисовать цифры, буквы, графику (рис. 30). О том, что столь простым способом можно передавать весьма сложные рисунки, все могли убедиться на церемонии открытия и закрытия Олимпийских игр в Москве.

А теперь обратимся к случайным узорам. Их можно наблюдать во многих явлениях природы: листопаде, снегопаде и т. д. Место падения отдельного листочка или

30. Портрет известной американской актрисы Мэрилин Монро, напечатанный компьютером в поле 48×60 клеток

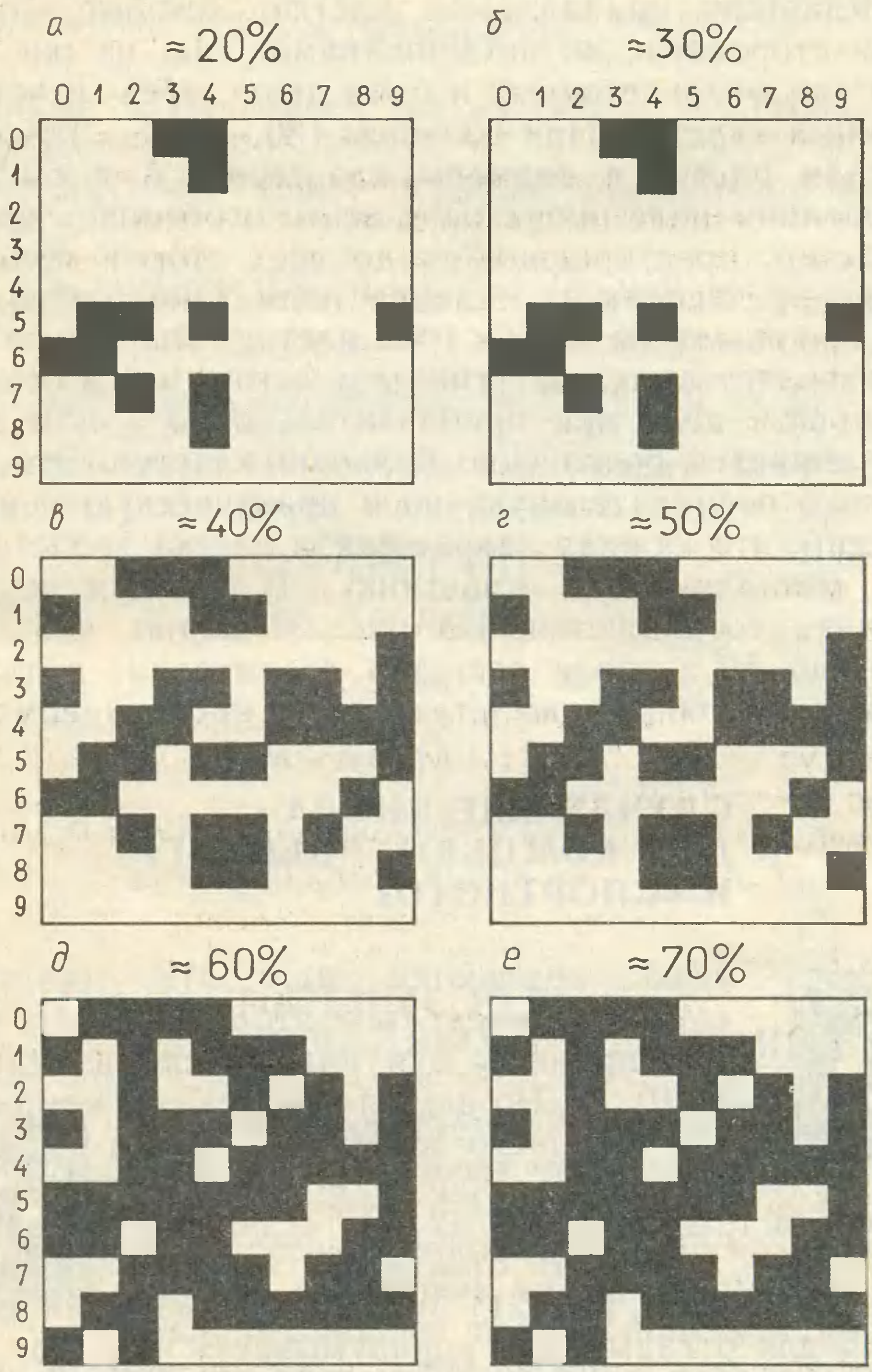
Таблица 9

0.	8310	20.	6398	40.	9447	60.	1455	80.	6424
1.	5579	21.	9714	41.	8969	61.	1343	81.	4838
2.	2728	22.	5124	42.	2159	62.	9835	82.	4150
3.	0413	23.	8826	43.	3319	63.	5892	83.	8546
4.	1963	24.	9923	44.	9644	64.	5124	84.	0364
5.	7500	25.	4019	45.	5258	65.	9217	85.	3896
6.	8324	26.	7568	46.	2651	66.	9575	86.	4338
7.	9545	27.	5414	47.	3763	67.	6593	87.	5902
8.	6806	28.	8399	48.	2551	68.	3263	88.	4536
9.	6250	29.	3873	49.	3816	69.	4079	89.	2662
10.	2234	30.	2165	50.	5137	70.	7148	90.	4200
11.	7336	31.	9142	51.	1827	71.	7392	91.	7837
12.	4872	32.	4656	52.	1801	72.	0305	92.	4169
13.	7733	33.	2780	53.	5747	73.	4634	93.	7441
14.	0745	34.	2404	54.	0304	74.	0443	94.	8823
15.	2923	35.	7544	55.	3445	75.	2627	95.	7088
16.	4752	36.	2088	56.	5585	76.	9241	96.	7058
17.	8173	37.	2564	57.	8475	77.	3906	97.	6856
18.	9185	38.	6813	58.	9881	78.	4388	98.	6336
19.	8321	39.	3038	59.	1435	79.	5512	99.	7270

снежинки на определенное поле — явление случайное. Значит, узор из упавших листьев можно получить и с помощью случайных чисел.

В табл. 9 приведены 100 случайных чисел 0,*klmn*, которые получены с помощью второго алгоритма. Конкретное значение этих чисел зависит от точности МК. Если ваш МК менее точен, вы получите другой список чисел. Но они также будут случайными. Примем, что мы хотим получить узор, в котором число закрашенных клеточек больше 10 %, но меньше 20 %. Тогда поступаем так. Если случайное число начинается нулем или единицей, то на рисунке закрасим соответствующую клеточку. Например, третье и четвертое числа (0413 и 1963) в табл. 9 удовлетворяют этому требованию. Значит, третью и четвертую клеточки следует закрасить. Просматривая все 100 случайных чисел, получаем рис. 31, *а*. На рис. 31, *б* закрашены те же клеточки. Чтобы получить узор, в котором закрашено более 20 %, но менее 30 % клеточек, просмотрите таблицу случайных чисел и закрасьте дополнительно клеточки с номерами, которым соответствуют

случайные числа, начинающиеся цифрами 0, 1, 2. Аналогично получены рис. 31, *в*, *д*. На рис. 31, *в* закрашены клеточки, которые соответствуют случайным числам, начинающимся цифрами 0, 1, 2, 3, а на рис. 31, *д* — цифрами 0, 1, 2, 3, 4, 5. Ваша задача завершить рис. 31, *г*, *е*, которые соответствуют случайным числам, начинающимся цифрами 4 и 5 соответственно.



31. Случайные узоры при различной степени закрашивания клеток. Узоры *б*, *г*, *е* рекомендуется дополнить читателю

В случайных узорах можно обнаружить много интересного.

Физики-теоретики также изучают случайные узоры, только на больших полях: 100×100 и 1000×1000 клеток. Из рис. 31 можно видеть, что при малом заполнении поля закрашенные клеточки размещаются врозь и в маленьких группах, или, как говорят физики,— в кластерах. Кластеру принадлежат клетки, которые соприкасаются сторонами, но не вершинами. Так, на рис. 31, *а* видим три одноклеточных и один двух-, трех- и четырехклеточный кластер. При большем (30, 40 %, ...) заполнении поля растут и размеры кластеров. А в 60 %-ном закрашенном поле происходит нечто особенное: возникает кластер, простирающийся до всех сторон поля. Это явление не зависит от размера поля. Оно наблюдается на полях размером 1000×1000 клеток. Описанное явление позволяет высказать гипотезу о том, что в бесконечно большом поле при приблизительно 60 %-ном заполнении появится бесконечно большой кластер. Это имеет не только познавательную, но и практическую ценность. Допустим, что каждая закрашенная клетка представляет собой металлическую пластинку. В каждом кластере пластинки соединяются. Из рис. 31 видно, что заполненное до 50 % поле остается изолятором, а при заполнении на 60 % оно становится проводником тока.

СЛУЧАЙНЫЕ ЧИСЛА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР И «СПОРТЛОТО»

Любой компьютер или МК (например, «МК-61») имеет генератор случайных чисел. Как правило, они дают числа из интервала (0, 1). Но для классических и компьютерных игр часто необходимы числа из другого интервала. Бросая игральную кость, получают числа 1, 2, 3, 4, 5, 6. В игре «Спортлото» получают числа от 1 до 49. В описанной электронной игрушке «Dataman» (см. рис. 21) имеется игра «Угадай число», которая для отгадывания «придумывает» числа от 10 до 98. Для получения случайных чисел из интервала от p до q пользуются формулой

$$z = \mathrm{int}\ ((q+1-p)\ u+p),$$

где u — случайное число из интервала (0, 1). Для случая, когда $p=1$, формула упрощается:

$$z=\text{int}(q\times u)+1.$$

Попробуем получить некоторые случайные числа для игры «Угадай число» из интервала [11, 99]. Так как $p=11$, а $q=99$, то получаем формулу

$$z=[89\times u+11],$$

где прямые скобки имеют тот же смысл, что **int**, т. е. целую часть.

Воспользуемся тремя первыми случайными числами u из табл. 9:

$$z_1=[89\times 0{,}8310+11]=[84{,}959]=84,$$
$$z_2=[89\times 0{,}5579+11]=[60{,}6531]=60,$$
$$z_3=[89\times 0{,}2728+11]=[35{,}2792]=35.$$

А теперь сами попробуйте имитировать игру «Спортлото» и получите шесть «счастливых» чисел:

$$z_1=[49\times 0{,}8310+1]=_____,$$
$$z_2=[49\times 0{,}5579+1]=_____,$$
$$z_3=[49\times 0{,}2728+1]=_____,$$
$$z_4=[49\times 0{,}0413+1]=_____,$$
$$z_5=[49\times 0{,}1963+1]=_____,$$
$$z_6=[49\times 0{,}7500+1]=_____.$$

НАСТОЛЬНЫЕ ИГРЫ СО СЛУЧАЙНЫМИ ЧИСЛАМИ

Многие настольные игры построены на использовании случайных чисел от 1 до 6, которые получают с помощью бросания игральной кости. Микрокалькулятор позволяет получить случайные числа из любого интервала. Наиболее просто получить числа от 0 до 9. Рассмотрим игру «Соревнование черепахи, улитки и гусеницы». Для получения начального случайного числа можно использовать следующий прием. Каждый игрок называет некоторое двузначное число, например

XII

37, 18 и 25. Ведущий набирает 0,371825 и дальше поступает согласно алгоритму получения случайного числа (рис. XII). Эти случайные числа имеют вид 0,*kmn*. При названном начальном числе первое случайное число

0,7092. Первый игрок (черепаха) делает $k=7$ шагов, второй $m=0$ (остается на месте), третий $n=9$ шагов. Потом по алгоритму надо получить следующее случайное число и сделать соответствующее количество шагов. Так повторяется до победы, которую одерживает тот, кто первый достигнет финиша. Начальное число может оказаться неудачным, на что укажут регулярно повторяющиеся случайные числа, например 0,35742 на втором и четвертом ходу. Тогда надо переиграть начальное число.

Получаемые в этой игре случайные числа $0,kmn$ можно использовать также для проверки навыков устного счета при умножении: $k \times m$, $k \times n$, $m \times n$. В кругу детей проверка на умножение может стать дополнительным условием для выполнения соответствующего хода. Если игрок дает неправильный ответ, то он лишается данного хода.

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ИГРЫ И ЗАДАЧИ

Используя такие программируемые устройства, как персональные ЭВМ, бытовые компьютеры и программируемые МК, можно придумать более содержательные и увлекательные игры. Здесь приводятся алгоритмы игр и их перевод на входной язык программируемых МК «Б3-34», «МК-54», «МК-56», «МК-61». Игровые алгоритмы написаны с использованием алгоритмических команд присваивания, ветвления и повторения, которые рассматриваются в школьном курсе информатики. Это позволяет приведенные алгоритмы перевести на язык программирования любого другого программируемого устройства.

Хотя программы одинаково реализуемы на всех названных программируемых МК, следует знать различия в обозначении некоторых клавишных операций:

«Б3-34»		«МК-54», «МК-56», «МК-61»	
↑	← XY →	В↑	↔
П	F arccos	X → П	F $\cos^{-1}$
ИП	F arctg	П → X	F tg^{-1}

Здесь используются наиболее короткие обозначения ↑, П, ИП, $\cos^{-1}$, XY.

«Попади в цель». Воспользуемся этой простейшей игрой, чтобы ознакомиться с техникой программирования игры на программируемом МК. Рассмотрим такую задачу игры: на какое число надо умножить 3,6, чтобы получить целевое число 1242. В неавтоматизированном варианте эта игра на «Б3-34» и его аналогах осуществляется так. В регистр RC заносится константа 3,6, что достигается нажатием клавиш [3] [,] [6] [П] [С]. Теперь набирается пробное число и вызываются программы «ИПС» и «×»:

300 [ИПС] [×] — на индикаторе 1080 (300 — мало),

400 [ИПС] [×] — на индикаторе 1440 (400 — много).

Таким образом продолжаем вычисления, пока МК на входное число не ответит числом 1242. Для автоматизации этой игры необходимо организовать автоматический вызов программ «ИПС» и «×» из ПЗУ. Пользователю важно знать, что в ПЗУ эти же программы имеют другие названия или коды. Так, программу «ИПС» в ПЗУ можно найти под названием «6С», а «×» — под названием «12». В дальнейшем для режима программирования будут даны как клавишные, так и «машинные» названия. В режиме программирования на индикаторе появляется «машинное» название программ ПЗУ. Но лучше увидеть это на реальном примере.

Алгоритм игры	Адрес	Нажимаемые клавиши	Показание индикатора
$RC := 3{,}6$		[3] [,] [6] [ПС]	3,6
$X := 300$		[3] [0] [0]	300
начало		[В/0] [F ПРГ]	00
$Y := X,\ X := RC$	00	[ИПС^{6C}]	6C 01
сообщить: $Y \cdot X$	01	[×^{12}]	12 6C 02
$X := ?$	02	[С/П^{50}]	50 12 6C 03
повторить	03	[БП^{51}]	51 50 12 04
с адреса 00	04	[00^{00}]	00 51 50 05
конец		[F АВТ] [В/О]	300
проверка		[С/П]	1080

Поскольку программа работает верно, то можно приступить к игре. Набираем пробное число и, нажимая клавишу [С/П], пускаем программу:

350 [С/П] — на индикаторе 1260 (350 — много),

340 [С/П] — на индикаторе 1224 (340 — мало),

345 [С/П] — на индикаторе 1242 (решение найдено).

В описании алгоритма игры имеются две команды, отсутствующие в школьном алгоритмическом языке, но которые очень нужны для описания диалога между исполнителем алгоритма (машиной) и пользователем (человеком). Когда исполнитель читает строку **сообщить:** $Y \cdot X$, то это означает, что исполнитель должен вычислить значение произведения $Y \cdot X$ и сообщить пользователю результат. Строка $X := ?$ означает, что исполнитель запрашивает значение для величины X. В случае программируемого МК пользователь набирает число, нажимая цифровые клавиши, и оно автоматически заносится в регистр X.

Изменяя значение константы, можно перейти к игре с другим условием. Запишем в регистр RC константу 5,35, и тогда мы имеем игру «Езда на велосипеде» с целевым числом 1000, ... :

5,35 [П С],

200 [С/П] — на индикаторе 1070 (200 оборотов — много),

180 [С/П] на индикаторе 963 (180 оборотов — мало).

Дальше играйте сами: наберите пробное число и, нажимая клавишу [С/П], вызывайте программу игры. Вы должны найти такое число, на которое программа ответит числом 1000, ... (вместо точек могут быть любые цифры).

«Расстояние до горизонта». Исправление и дополнение программ. Взаимодействие человека с программируемым МК при решении названной задачи показано на рис. XIII. Но такая программа не полностью автоматизирует игру. В ней отсутствует команда автоматического возвращения на начало программы. Это можно легко сделать. Из рисунков видно, что вычислительная часть программы размещена в адресах 00—03. Ознакомимся с тем, как просмотреть занесенную программу и как ее дополнить новыми командами.

Содержание выполняемых действий	Нажимаемые клавиши	Показание индикатора
Гашение регистра X	C_x	0
Сброс счетчика адресов	В/О	0
Переход в режим программирования	F ПРГ	00
Просмотр содержания адресов 00—03 программной памяти	$\overrightarrow{\text{ШГ}}$	61 01
	$\overrightarrow{\text{ШГ}}$	12 61 02
	$\overrightarrow{\text{ШГ}}$	21 12 61 03
	$\overrightarrow{\text{ШГ}}$	50 21 12 04
Ввод команды безусловного перехода по нулевому адресу	БП	51 50 21 05
	00	00 51 50 06
Возвращение в режим автоматического счета	F АВТ	0
Сброс счетчика адресов	В/О	0
Проверка программы	1,7 С/П	4,6538156

Попробуйте теперь в численном эксперименте найти высоту глаз, чтобы до горизонта было 50, ... км (вместо точек могут быть любые цифры):

100 С/П — на индикаторе 35,69, ... (100 м — мало).

Дальше экспериментируйте сами.

Изменим условие игры. Перенесемся на Луну. Занесем в регистр R1 диаметр Луны (в тыс. км):

3,476 П1.

Проверим программу с новой константой и выясним, как далеко на Луне видит человек, если его глаза находятся на высоте 1,7 м:

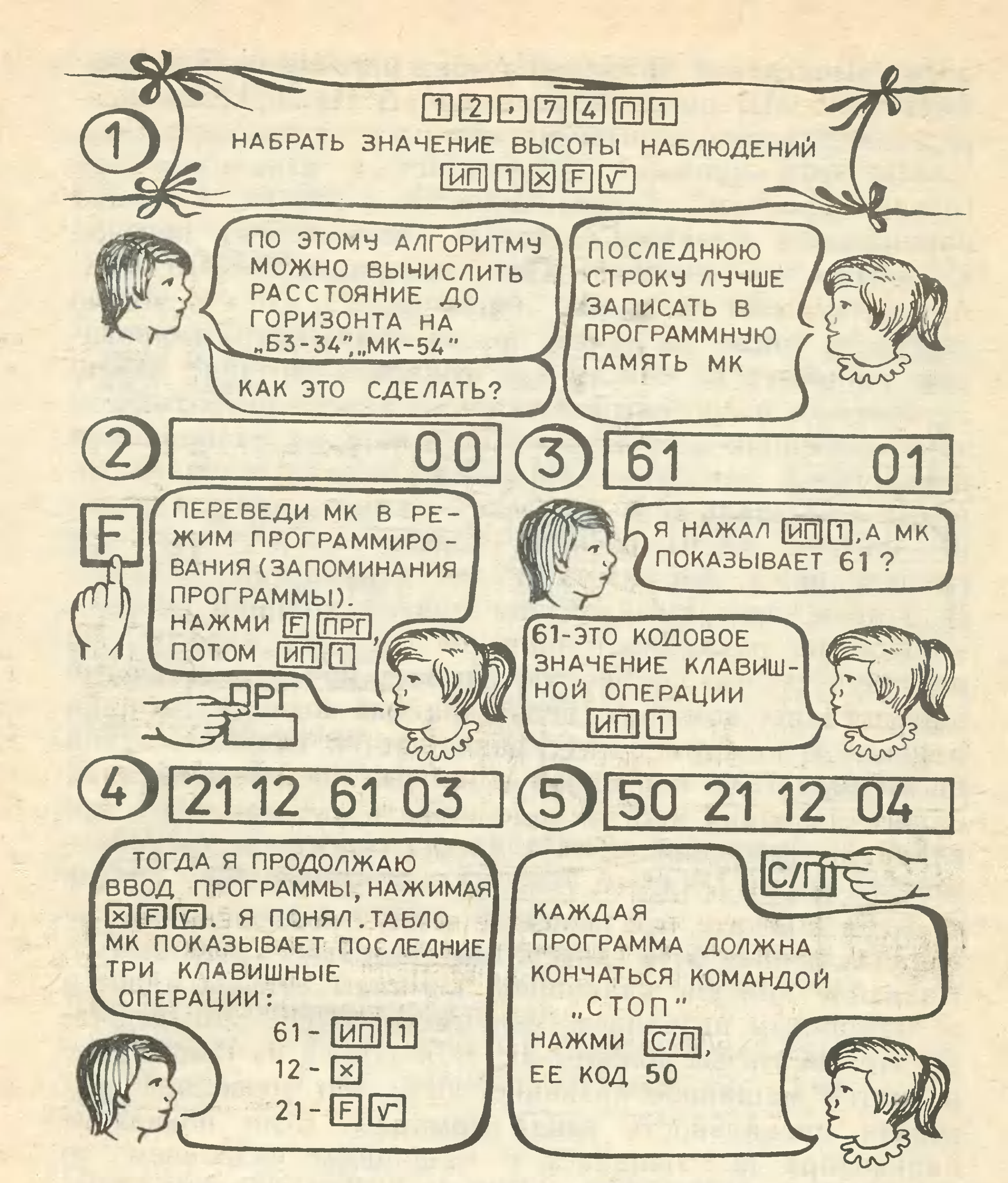
1,7 С/П — на индикаторе 2,43, ... (км).

Программа «Площадь тела человека». Как работать с готовой программой. Формула Бойде для расчета площади кожи тела весьма сложна (см. параграф «Познавательные задачи»). Поэтому при использовании инженерного МК или программируемого МК в непрограммируемом режиме велика вероятность внесения ошибки во

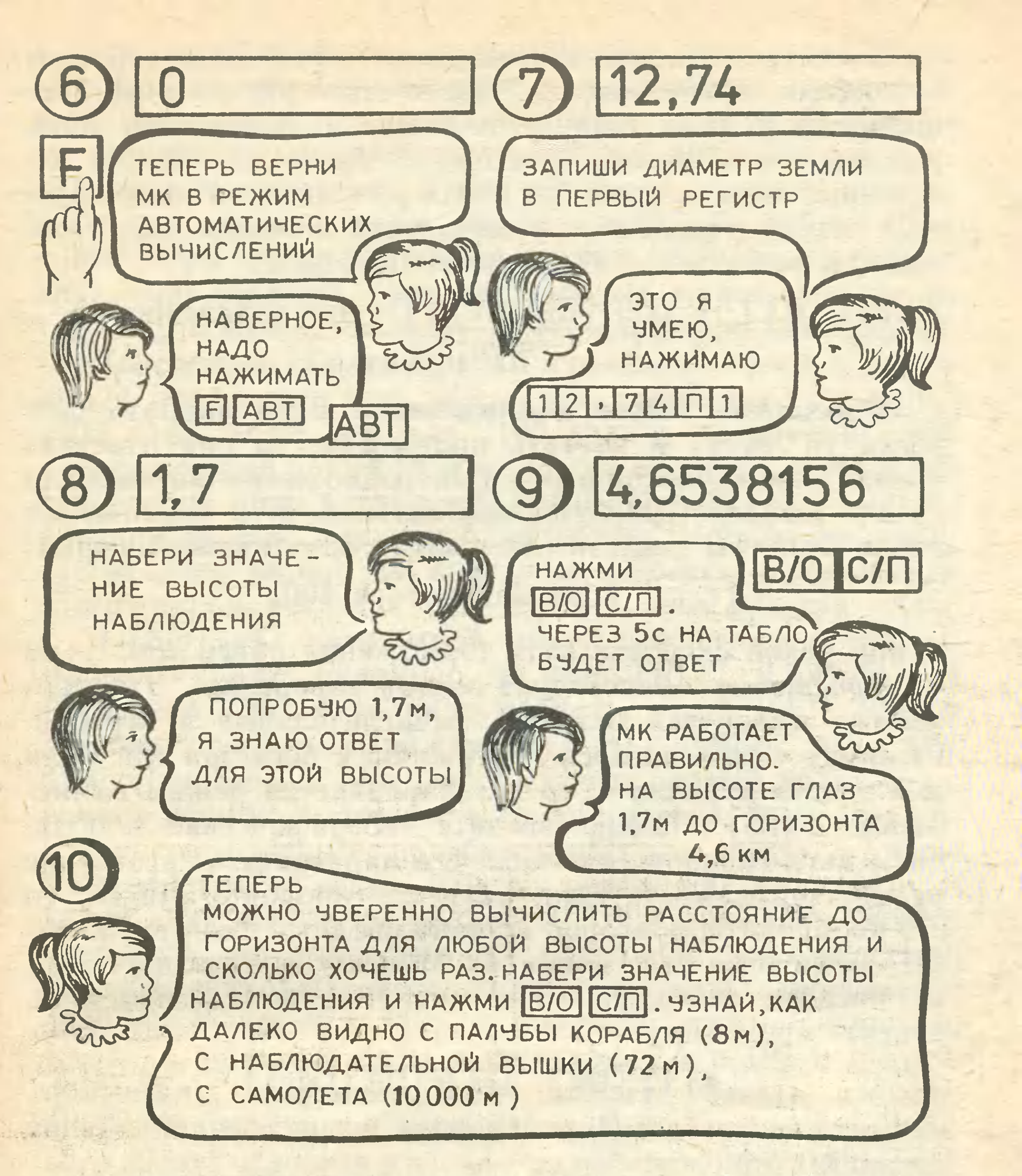
время вычислений. В таких случаях применение программируемого МК очень эффективно. В Приложении приведен алгоритм и программа для расчета площади тела.

На этом примере ознакомимся с использованием готовых программ. Слева пишется алгоритм, а справа нажимаемые клавиши, которые обеспечивают перевод алгоритма на входной язык программируемого МК. Алгоритм имеет настолько общую форму, что его можно перевести также на любой другой язык программирования, например на бейсик или фокал. В середине между алгоритмом и программой указаны адреса оперативного запоминающего устройства МК, в которых размещается одна строка алгоритма. Например, первая строка алгоритма «Площадь тела человека» размещается в адресах 00—03, т. е. 00, 01, 02 и 03. Адреса служат только для ориентации в программе и для исправления ошибок. В режиме программирования правая крайняя позиция индикатора показывает значение счетчика адресов. Но не забудьте, что счетчик показывает номер *следующего* адреса; адрес команды (левая крайняя позиция) на один меньше. В каждом адресе размещается название одной программы ПЗУ или одной команды. Но для написания одного названия иногда надо нажать две или даже три клавиши: написание КИП4 требует нажатия трех клавиш: [К], [ИП], [4], а [FX=0] — двух клавиш: [F] и [X=0]. Заметьте, что название «ПП» (подпрограмма) — одна клавиша, а не двукратное нажатие клавиши [П]. Название каждой клавишной команды сопровождается ее машинным названием, например ИПД^{6Г}. Это означает, что писать вы должны «ИП» и «Д», а на индикаторе появится машинное название «6Г». Это позволяет проверить правильность ввода команды. Если показание индикатора не совпадает с машинным названием, то введенную команду надо исправить. Для этого надо нажать клавишу [←ШГ] (шаг влево) и написать название команды еще раз. Если вы ошиблись в написании двузначного числа, которое следует за командами БП, ПП или FX=0, FX < 0, FX ⩾ 0 и FX≠0, то клавишу [ШГ] надо нажать 2 раза и заново написать как команду перехода, так и следующее за ней двузначное число.

В написании алгоритмов использованы команды при-



сваивания, ветвления, повторения и выбора школьного алгоритмического языка. Но так как в играх используется диалог между машиной (исполнителем алгоритма) и человеком, то в игровых алгоритмах используются две диалоговые команды: **сообщить:** X и $X := ?$. **Сообщить** означает, что исполнитель алгоритма (машина) сообщает значение величины X; $X := ?$ означает, что исполни-



тель запрашивает значение величины *X* у человека. Только после того как человек присвоит значение величине *X*, исполнитель может продолжить выполнение алгоритма. В случае программируемого МК в режиме автоматической работы человек присваивает регистру X значение просто набором числа с помощью цифровых клавиш и нажатия клавиши С/П (пуск).

Введите и проверьте правильность работы программы «Площадь тела человека». После этого рассчитайте площадь своего тела. Вычислите также площадь тела новорожденного младенца ростом 50 см и массой 3,5 кг. А в виде игры попробуйте найти разумные значения роста и массы человека, площадь тела которого 1,0, ... $м^2$ (вместо точек могут быть любые цифры):

? (см) [ПА], ? (кг) [ПВ] [С/П] — на индикаторе 1,0, ... ($м^2$).

Программа «Путь торможения». Если набрать скорость (в км/ч) и пустить программу, то она отвечает числом, смысл которого — путь торможения автомобиля (в м). Найдите скорость, при которой путь торможения равен 100, ... м (вместо точек могут быть любые цифры):

? [С/П] — на индикаторе 100, ...

А при какой скорости путь торможения равен 200, ... м?

Программа «Расстояние между городами». Эта программа имеет два режима: вычислительный и игровой. Режим устанавливается содержанием регистра R9. Если там записать число 4, то устанавливается режим вычислений: 4 [П9]. Теперь введите географические координаты двух городов (см. табл. 8 в параграфе «Расстояние между городами»). Если один из городов — Минск, то его координаты повторно не надо вводить. Если вы желаете вычислить расстояние от Минска до Владивостока, то введите географические координаты Владивостока, пустите программу

43,12 [ПА], 131,9 [ПВ] [С/П]

и ждите результат. Потом можете вычислить расстояние до других городов.

Если вы желаете расстояние между городами найти путем целенаправленного угадывания, то установите режим игры, изменяя содержание регистра R9 : 24 [П9]. Теперь введите координаты двух интересующих городов и пустите программу. Микрокалькулятор вычисляет расстояние между ними, округляет результат до целых десятков километров и на индикаторе высвечивается число —1. Вы в уме прикидываете расстояние между городами, набираете это число и нажимаете клавишу [С/П]. Микрокалькулятор отвечает показом либо единицы (выбранное вами расстояние велико по сравнению

с истинным), либо —1 (выбранное вами расстояние мало). В случае отгадывания на индикаторе высвечивается число, которое посередине имеет цифру 5. Цифры до пятерки составляют число, соответствующее расстоянию между городами, а цифры после пятерки показывают, за сколько ходов вы отгадали расстояние. Для новой игры введите географические координаты новых двух (или одного) городов, которые можно узнать из табл. 8, нажмите клавишу [С/П] и играйте, как прежде.

Программа «Календарь XX столетия». По программе можно определить день недели для любой даты с 1 марта 1900 года до 28 февраля 2100 года и количество дней между любыми двумя датами. После введения и проверки программы надо установить режим программы: выяснение дня недели для одной даты или вычисление количества дней между двумя датами. Режим определяется содержанием регистра RD. Если в него занести число 4 : 4 [ПД], то с программой можно выяснить день недели. Наберите дату, например, в виде ГГГГ, ДДММ: для 12 апреля 1961 года надо набрать число 1961, 1204 и пустить программу нажатием [С/П]. Через 20 с МК ответит числом 3, что означает, что первый полет человека в космос состоялся в среду (третий день недели).

Теперь наберите подобным образом число, которое составляется из даты вашего рождения, и узнайте, в какой день недели вы родились. Эти вычисления можете повторить для выяснения дня рождения своих родственников и знакомых. Если желаете вычислить количество дней между двумя датами, то измените режим программы: 19 [ПД], занесите даты в регистры RA и RB и пустите программу. Например, если желаете узнать, сколько дней прошло со дня запуска первого спутника до первого полета человека в космос, то наберите 1957,0410 [ПА]; 1961,1204 [ПВ] и пустите программу: нажмите клавишу [С/П], через 30 с на индикаторе появится число дней между этими датами. Теперь введите в регистр RA дату своего рождения, а в регистр RB сегодняшнюю дату, пустите программу и узнаете, сколько дней вы прожили.

Игры с генератором случайных чисел. Введите и проверьте работу программы «Генератор случайных чисел». Именно генерирование случайных, и тем самым не предсказуемых для играющего чисел делает игры с программируемым МК более интересными. Эта программа станет подпрограммой ряда последующих игр. В режиме

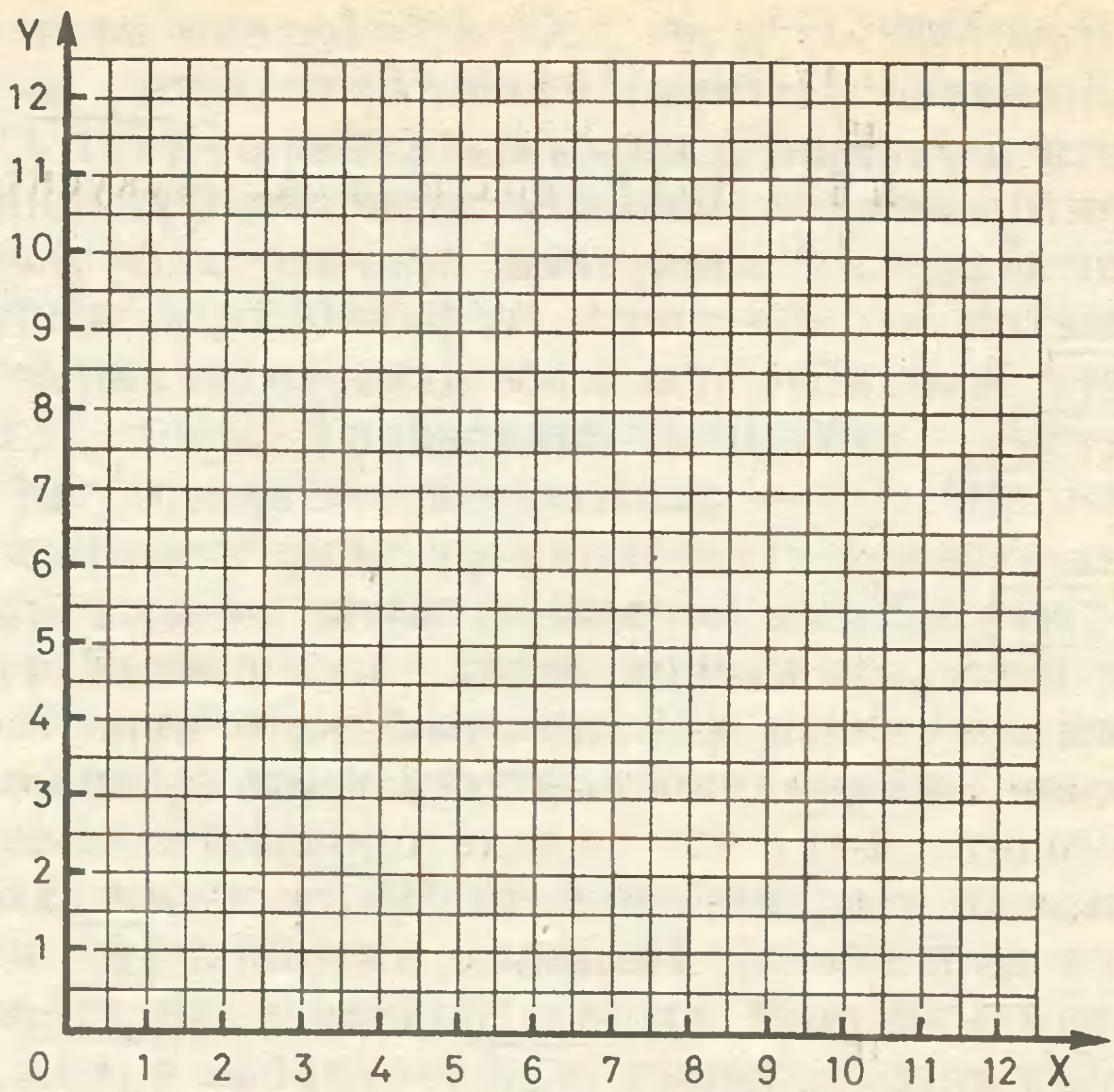
проверки программа имитирует игру «Спортлото». Если вам трудно придумать числа для игры «Спортлото», то попробуйте раз поиграть с числами, которые выдает генератор случайных чисел. Теперь убедитесь в том, что с этой программой можно имитировать случайные числа и для других игр, например игральную кость, на которой можно получить числа от 1 до 6. Введите в регистр RC число 6 : 6 [ПС] и пустите программу: [С/П]. Программа ответит каким-нибудь числом из интервала от 1 до 6. Повторное нажатие клавиши [С/П] выдаст следующее случайное число. Цепочка случайных, вернее псевдослучайных, чисел определяется начальным числом, которое находится в регистре R6. Если вы измените это число, то получите другой ряд случайных чисел, например 0,5284163 [П6].

«Угадай число от 10 до 99». Микрокалькулятор по программе задумывает некоторое случайное число из множества целых чисел от 10 до 99. После нажатия клавиши [С/П] на индикаторе высвечивается 1099, что означает, что МК задумал некоторое число из указанного интервала. Вы должны набрать какое-нибудь двузначное число, например 30, и нажать клавишу [С/П]. Микрокалькулятор сравнивает ваше число с задуманным и показывает либо 1030, либо 3099. В первом случае задуманное МК число находится в интервале от 10 до 30, во втором — от 30 до 99. В зависимости от показания индикатора вы набираете следующее двузначное число, естественно, из нового суженного интервала, и нажимаете клавишу [С/П]. Микрокалькулятор ответит показом следующего четырехзначного числа, первые две цифры которого означают нижнюю, а вторые две цифры — верхнюю границу интервала, в котором находится задуманное МК число. При отгадывании числа на индикаторе появится дробное число. Целая часть этого числа — число ходов, за которое вы отгадали задуманное МК число, а число за запятой — задуманное МК и отгаданное вами число. Если оно содержит всего одну цифру, то в уме надо присоединить нуль. Например, 5,7 означает, что отгадано за пять ходов число 70. Для новой игры нажмите клавишу [С/П]. Микрокалькулятор придумает новое случайное число и сообщит вам об этом показом числа 1099.

«Угадай функцию». Программа задумывает одну из функций, представленных клавишными операциями на

клавиатуре МК: 1/X, $\sqrt{\ }$, X^2, 10^x, lg, sin, но не сообщает вам, какую. Наберите некоторое число в качестве аргумента функции и нажмите клавишу [С/П]. Микрокалькулятор ответит показом значения функции. Повторите это с другим значением аргумента функции. Если вам кажется, что вы отгадали функцию, нажмите клавиши [ИП7]. На табло появится двузначное число, которое означает: 8 — 1/X, 10 — квадратный корень, 12 — квадрат, 14 — 10^x, 16 — десятичный логарифм, 18 — синус. Для отгадывания следующей функции нажмите клавиши [В/О] [С/П]. После появления нуля можете приступать к игре. Для усложнения игры запрещается в качестве значения аргумента функции выбирать нуль и единицу. Если после набора значения аргумента функции и нажатия клавиши [С/П] на индикаторе появляется ЕГГОГ (ошибка), то это означает, что функция для такого аргумента не определена. Нажмите клавиши [C_x] и [К | БП] [Д], потом наберите лучшее значение аргумента функции и нажмите клавишу [С/П]. Чтобы в каждой игре не повторялась одна и та же последовательность задуманных МК функций, введите в шестой регистр другое число из интервала] 0, 1 [, наберите 0,*klmn* [П6], где *k*, *l*, *m*, *n* — любые цифры, например год, месяц или день рождения, номер вашего телефона.

«Броуновское движение». С помощью этой программы можно имитировать движение пылинки в воздухе или крупинки цветочной пыльцы в воде. Чтобы увидеть путь движения «броуновской частицы», сообщения МК следует изобразить на клеточной бумаге. Отметьте в середине страницы бумаги в клетку или на рис. 32 начальное положение частицы. Как видно из проверки программы, на первое нажатие клавиши [С/П] МК сообщает, что частица сместилась на пять клеток влево. Передвиньте карандаш на такое расстояние, теперь нажмите клавишу [XY], и вы узнаете, на сколько единиц частица сместилась по вертикали, в данном случае $Y=0$. Значит, на графике отмечаем точку (—5,0). Пускаем программу и узнаем, что для рисования следующей точки карандаш из точки (—5,0) надо переместить на одну единицу влево ($X=-1$) и на четыре единицы вверх ($Y=4$). Теперь вы можете соединить прежнюю точку с новой точкой. Продолжая действия, вы получите представление о том, что такое случайное блуждание.



32. Заготовка для игр «Рисование» и «Броуновское движение»

«Дуэль пчелы с оводом». Это одна из разновидностей игры НИМ. Многие из вас, наверное, видели или слышали об электронной игре «Интеллект», в которой соперником в игре в шахматы выступает ЭВМ, вмонтированная в шахматную доску. Память МК пока не столь велика, чтобы в нее можно было занести программу игры в шахматы. Но более простые игры, в которых МК выступает в качестве соперника, вполне реализуемы на программируемых МК.

Рассмотрим одну из таких игр со следующим сюжетом. Пчела обидела овода. Овод вызвал пчелу на дуэль. Условия дуэли таковы. Пчела и овод выбирают некоторое начальное расстояние, например девять клеток:

Пчела Овод

Пчела и овод поочередно приближаются друг к другу. На каждом ходу разрешается делать не менее одного шага, но не более некоторого максимального числа шагов, например трех. Побеждает тот, кто первым сделает последний шаг (шаги) и вплотную подойдет к сопернику. Победитель имеет право сделать «укус».

Вам предлагается играть за пчелу, а за овода будет

играть МК. В случае победы овода на индикаторе появится надпись 11**ОВОД**11 и овод «укусит» пчелу. Если выигрываете вы, на индикаторе появится международный сигнал бедствия 11**SOS**11 и пчела может «укусить» овода.

Игра имеет два режима: режим с генератором случайных чисел и режим с выигрышной стратегией. Во втором случае выиграть труднее. Режим игры определяется содержанием регистра RD. Для установки режима с генератором случайных чисел наберите 46 [ПД], а для режима с выигрышной стратегией для МК наберите 59 [ПД]. После пуска программы на индикаторе появится начальное расстояние между пчелой и оводом. Наберите ваше число шагов и нажмите клавишу [С/П]. Микрокалькулятор сделает ответный ход, и на индикаторе покажется новое расстояние между пчелой и оводом. Теперь ваш ход. Наберите опять число шагов и нажмите клавишу [С/П]. Микрокалькулятор опять ответит вам новым расстоянием между пчелой и оводом. Так продолжайте до победы одного из вас, о чем МК сообщит показом либо 11**ОВОД**11, либо 11**SOS**11. В программе имеется детектор лжи. Если вы попытаетесь сделать 0 или 4,5 и т. д. шагов, МК не сделает хода и покажет вам прежнее расстояние между вами. Если вы хотите играть с другим расстоянием, то измените содержание пятого регистра, например 18 **П5**. Если вы хотите изменить число максимальных шагов за один ход, то измените содержание регистра В, например 4 [ПВ]. Нажмите клавишу [С/П] и играйте.

«Рисование». Программа выдает координаты для регулярных или эллипсоидальных многоугольников. Нарисуйте сначала по программе пятиугольник или звезду. После нажатия клавиши [С/П] на табло появляется координата *X*; нажав клавишу [XY], вы узнаете координату *Y*. Отложите точку с этими координатами на заготовке (см. рис. 32), потом повторите эти операции в той же последовательности: [С/П] и [XY]. Так повторите 5 раз, пока не нарисуете все пять углов. Для рисования многоугольника (круга, эллипса) с *N* углами введите *N* во второй регистр, потом введите длину одной полуоси (радиус) в третий и длину второй полуоси — в четвертый регистры памяти. Потом по указанной инструкции можете приступать к рисованию. Нарисуйте, например,

циферблат: $N=12$, $a=b=9$, шестиугольник: $N=6$, $a=6$, $b=4$.

«Толкание ядра». Программа моделирует полет спортивного ядра. Вы указываете скорость толкания ядра (м/с), высоту (м), на которой ядро отделяется от руки спортсмена, и угол, под которым вылетает ядро. Микрокалькулятор вычисляет по этим данным дальность полета ядра и показывает это на табло. Ввод данных происходит в режиме диалога с МК. Когда на табло высвечивается единица, это означает первый вопрос: «Скорость толчка?». Вы набираете значение скорости и нажимаете клавишу [С/П]. На табло МК высвечивается число 2 — второй вопрос: «Высота толчка?». Вы набираете соответствующее значение и нажимаете клавишу [С/П]. На индикаторе МК — число 3 — третий вопрос: «Угол толчка?». Вы набираете соответствующее значение и нажимаете клавишу [С/П]. Микрокалькулятор выдает ответ — как далеко полетело ядро. Эта программа позволяет отработать некоторые навыки планирования эксперимента и моделирования физического явления на ЭВМ.

Попробуйте с помощью программы решить задачи.

1. С какой скоростью толкают ядро спортсмены мирового класса, у которых ядро летит на 22 м?

2. Под каким углом надо толкнуть ядро, чтобы дальность полета ядра была максимально возможной для данного спортсмена?

3. Что больше влияет на дальность полета ядра: угол толчка, высота толчка или скорость толчка?

4. Как на результате соревнований отразится географическое место проведения соревнований (на экваторе ускорение свободного падения $g=9{,}78$ м/с^2, а на полюсе — 9,83 м/с^2)?

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ

Проведение различных тестов обычно затрудняется тем, что обработка результатов требует присутствия другого человека, обычно специалиста. Кроме того, для большей объективности тестирования и его многократного использования желательно механизм обработки результатов держать в секрете. Имея программируемый МК, функции тестирующего можно

доверить МК. Введите и проверьте программу для тестирования. Теперь поучитесь работать с программой на примере шуточного теста «Детектор лжи». Так как тест содержит девять вопросов, то в регистр В надо ввести это число: 9 ПВ, а в регистр С — шифр теста: 553 ПС. Теперь можете пустить программу (нажмите клавишу [С/П]). На индикаторе должен появиться шифр теста. Если он не совпадает с числом 553, то повторите ввод шифра в регистр С, а для пуска программы нажмите клавиши [В/О] [С/П]. Если все в порядке, начинайте работать с тестом. Нажмите клавишу [С/П], на индикаторе появится число 1 — первый вопрос. Прочитайте первый вопрос «Детектора лжи». Если ваш ответ на вопрос — да, то наберите 1 [С/П], в противном случае— 0 [С/П]. То же проделайте после появления числа 2 (второй вопрос), 3 ... . После ответа на последний вопрос на индикаторе появится число 90*К*.

Результат теста лучше всего прочитать с помощью алгоритмической команды выбора, которой завершалась бы компьютерная программа:

выбор

при *К*=0; **сообщить:** «Вы честный человек, никогда не обманываете. Продолжайте в том же духе»

при *К*=1 и 2; **сообщить:** «Вы обманываете редко»

при *К*=3, 4 и 5; **сообщить:** «Трудно верить Вашим словам. Вы редко говорите правду. Желательно отвыкнуть от этой вредной привычки»

при *К*=6; **сообщить:** «Вы неисправимый лжец. Вас следует изолировать от общества»

всё

Нажав после выполнения теста клавишу [С/П], на индикаторе увидим шифр теста **553**, и МК готов тестировать следующего желающего. Дайте выполнить тест знакомому, и когда на индикаторе появится результат **90*К***, вы прочитаете команду выбора.

Вопросы к шуточному тесту «Детектор лжи»

1. Всегда ли Вы делаете немедленно то, о чем Вас попросили?
2. Случается ли, что, рассердившись, вы выходите «из себя»?

3. Смеетесь ли Вы иногда над двусмысленными неприличными шутками?

4. Полностью ли Вы свободны от всяких предрассудков?

5. Любите ли Вы иногда прихвастнуть?

6. Всегда ли Вы отвечаете на письма сразу после прочтения?

7. Откладываете ли Вы иногда на завтра то, что должны были сделать сегодня?

8. Говорите ли Вы иногда неправду?

9. Считаете ли Вы, что лучше больше выигрывать, чем проигрывать?

Темперамент. Темперамент определяется двумя компонентами: способностью общаться и способностью адаптироваться в незнакомой обстановке. Сначала определите, насколько вы любите таить свои переживания в себе или проявлять их вовне. В регистр В введите число вопросов: 24 [ПВ], а в регистр С — шифр теста ИЭ: 31263931 [ПС]. Пустите программу: нажмите клавишу [С/П]. Если шифр на индикаторе совпадает с написанным числом, нажмите клавишу [С/П] и начинайте отвечать на вопросы. После 24-го ответа на индикаторе появится число 24*XX*. Запишите это число. Если $XX < 12$, то вы свои эмоции переживаете в себе, вы плохо контактируете с другими. Если $XX > 12$, то вы свои переживания проявляете вовне, легко общаетесь.

Теперь приступайте ко второму тесту. Введите его шифр: 33554431 [ПС]. После сравнения показания индикатора с шифром отвечайте на вопросы. После 24-го ответа на индикаторе появится число 24*YY*. Если появится $YY < 12$, то вы с трудом адаптируетесь в незнакомой обстановке. При $YY > 12$ вы легко адаптируетесь в незнакомом обществе и обстановке.

Для более точной характеристики темперамента вычислите $x=2\cdot XX-24$ и $y=2\cdot YY-24$ и прочитайте команду выбора:

выбор

при $x<0$ и $y<0$;	**сообщить:** «Вы эмоционально устойчивый, сильный, но малоподвижный нервный тип. Свои переживания Вы таите в себе. Вы флегматик»
при $x>0$ и $y<0$;	**сообщить:** «Вы эмоционально устойчивый, сильный и подвижный нервный тип. Своими переживаниями Вы охотно делитесь с другими. Вы легко адаптируетесь в незнакомой обстановке. Вы сангвиник»

при $x > 0$ и $y > 0$; **сообщить:** «Вы эмоционально переменчивы, подвижны. Своими переживаниями любите делиться с другими, легко знакомитесь. Ваш темперамент можно отнести к холерическому типу»

при $x < 0$ и $y > 0$; **сообщить:** «Вы эмоционально переменчивы, но малоподвижны. Свои переживания Вы таите в себе. Ваш темперамент можно отнести к меланхолическому типу»

всё

Не следует отдавать предпочтение какому-то одному типу темперамента. Все типы темперамента одинаково хороши. Другое дело — влияние темперамента на выбор профессии. Имеются различные профессии, одни из которых более приемлемы для флегматиков или сангвиников, другие — для холериков или меланхоликов.

Тест «Темперамент — ИЭ»

1. Вы часто ощущаете влечение к новым впечатлениям, к тому, чтобы встряхнуться, испытать возбуждение?
2. Считаете ли вы себя человеком безобидным?
3. Вы обдумываете свои дела не спеша, предпочитаете подождать, прежде чем действовать?
4. Всегда ли вы действуете и говорите быстро, не задерживаясь, не обдумывая?
5. Верно ли, что вы почти на все могли бы решиться, если дело пошло на спор?
6. Часто ли бывает, что вы действуете под влиянием момента?
7. Предпочитаете ли вы чтение книг общению с людьми?
8. Вы любите бывать в компаниях?
9. Предпочитаете ли вы иметь поменьше приятелей, но зато особенно близких вам?
10. Когда на вас кричат, вы отвечаете тем же?
11. Способны ли вы дать волю своим чувствам и вовсю повеселиться в шумной компании?
12. Считают ли вас жизнерадостным человеком?
13. Чувствуете ли вы себя спокойным, когда находитесь в компании?
14. Если вы хотите узнать о чем-нибудь, вы предпочитаете прочесть об этом в книге или спросить у друзей?
15. Нравится ли вам работа, которая требует пристального внимания?
16. Вам неприятно бывать в компаниях, где подшучивают друг над другом?
17. Вам нравится работа, которая требует быстрого действия?
18. Вы медлительны, неторопливы в движениях?
19. Верно ли, что вы так любите поговорить, что никогда не упускаете удобного случая побеседовать с незнакомым человеком?
20. Вы чувствовали себя несчастливым, если долго не могли видеться со своими близкими?
21. Можете ли вы сказать, что вы уверены в себе?

22. Ощущаете ли вы чувство удовлетворения после посещения шумной компании?

23. Вам не трудно внести оживление в довольно скучную компанию?

24. Вы любите подшучивать над другими?

Тест «Темперамент — АД», шифр 33554431

1. Часто ли вы чувствуете, что нуждаетесь в друзьях, которые вас понимают, могут поддержать или утешить?

2. Очень ли вам трудно отказаться от своих намерений?

3. Часто ли у вас бывают спады и подъемы настроения?

4. Возникало ли у вас когда-нибудь чувство, что вы несчастный человек, хотя никакой серьезной причины для этого не было?

5. Вы смущаетесь, когда хотите завязать разговор с симпатичной (ным) незнакомкой (цем)?

6. Часто ли вас терзают мысли о том, что чего-то не следовало делать или говорить?

7. Верно ли, что вас довольно легко задеть?

8. Верно ли, что вы иногда полны энергии так, что все горит в руках, а иногда все валится из рук?

9. Вы много мечтаете?

10. Часто ли вас терзает чувство вины?

11. Можете ли вы сказать о себе, что у вас часто нервы бывают натянуты до предела?

12. После того, когда дело сделано, часто ли вы мысленно возвращаетесь к нему и думаете, что могли бы сделать лучше?

13. Бывает ли, что вам не спится из-за того, что разные мысли лезут в голову?

14. Бывает ли у вас сильное сердцебиение?

15. Бывает ли у вас ощущение дрожи?

16. Вы раздражительны?

17. Верно ли, что вам нередко не дают покоя мысли о разных неприятностях и ужасах, которые могли бы произойти, хотя все кончилось благополучно?

18. Часто ли вам снятся кошмары?

19. Беспокоят ли вас какие-нибудь боли?

20. Можете ли вы себя назвать нервным человеком?

21. Вас легко задеть, если покритиковать ваши недостатки или недостатки в вашей работе?

22. Беспокоит ли вас чувство, что вы хуже других?

23. Вы беспокоитесь о своем здоровье?

24. Страдаете ли вы от бессонницы?

лгоритмы, которые мы составляли для МК, можно, естественно, перевести на любой язык программирования ЭВМ. Убедимся в этом на примере использования первого советского бытового компьютера «Электроника БК-0010». Язык программирования для него — ФОКАЛ. На английском языке FOCAL означает «калькулятор формул» (Formula calculator). Эта ЭВМ установлена в ряде школьных кабинетов информатики, и многие желающие имеют возможность получить доступ к бытовому компьютеру. В отличие от МК компьютер БК-0010 может изобразить на экране телевизора также текст и рисунки. Чтобы лучше понять работу БК-0010 по программе, нужно возвратиться к параграфу «Календарь XX столетия».

Ознакомимся с программой на языке ФОКАЛ. Программа состоит из строк. Каждая строка имеет номер, после чего следует одна или несколько команд. Если в строке несколько команд, то они отделены знаком «;». Каждая команда начинается одним из слов английского языка: TYPE (печатай), ASK (спроси), DO (делай), SET (присвой), IF (если), RETURN (вернись), COMMENT (комментарий), XECUTE (задействуй). Как в алгоритмах, в командах мы встречаем названия переменных *L*, *N*, *G*, ... и тексты, заключенные в кавычки (текст может быть на любом языке).

При сравнении алгоритмов *N*(*DMG*) и «День недели» (см. параграф «Календарь XX столетия») и соответствующих подпрограмм в строках 2.10—2.60 и 3.10—3.50 становятся ясными многие команды языка ФОКАЛ. Пояснений требует команда

XECUTE FCHR(12),

которая вызывает встроенную функцию для очистки экрана телевизора, точнее, экранной памяти ЭВМ. Важную роль в программе играет восклицательный знак «!» в команде TYPE. Каждый знак «!» на экране — переход на новую строку.

Следует отметить еще одну особенность команды TYPE. Например, в строке 3.50 мы встречаем знак «%», после которого пишется число 2 и название переменной

R. Знаком «%» машине дается команда отвести два знакоместа для написания значения переменной на экране телевизора. Если знак «%» отсутствует, то на экране отводится шесть знакомест.

При желании испытать программу введите ее в память машины. Для этого наберите текст одной строки и нажмите клавишу ВВОД. Так построчно вводится вся программа. При наборе строки следует очень точно придерживаться текста программы. Если между номером строки и командой имеется пробел (пустой знак), то его обязательно необходимо набрать на клавиатуре. Нужно также знать, что в языках программирования в десятичных дробных числах используют не запятую, а точку.

Особенно будьте внимательны при переключении режима алфавитов с русского на латинский и наоборот. Если в программной строке 2.20 вместо латинских букв названий переменных *D*, *M*, *G* будут набраны русские Д, М, Г, то машина сообщит вам об ошибке. При написании названий команд можно вместо полного названия набрать только первую букву: TYPE — T, ASK — A и т. д. Приведенная здесь программа отличается от алгоритма «Календарь XX столетия» тем, что подпрограмма «День недели» сообщает не только номер дня недели, но и его название (например, воскресенье, понедельник). А при выполнении подпрограммы «Возраст фазы Луны» компьютер сообщит не только возраст фазы в днях, но и нарисует фазу Луны такой, какой она видна на ночном небе. Можете сравнить алгоритм «Фаза Луны» (см. параграф «Рисование и машинная графика») и строки 5.60—5.80. Рисование выполняется командой

XECUTE FT (1,250,200),

которая рисует одну точку на расстоянии 250 точек от левого края экрана телевизора и 200 точек от верхнего края и командой

XECUTE FV (1,X+200,200—Y*3/4),

которая рисует вектор, т. е. соединяет прежнюю точку с только что вычисленной.

Именно графические возможности БК-0010 позволяют реализовать все алгоритмы параграфа «Рисование и машинная графика». Ознакомьтесь с программой, которая моделирует полет спортивного ядра, и параллельно — с алгоритмом «Траектория ядра» (см. параграф «Рисо-

вание и машинная графика»). Приведенная программа не только вычисляет траекторию, но и рисует ее. Вначале проведите координатные оси, затем введите значение ускорения свободного падения, высоту, скорость и угол толчка. После ввода этих данных программа отмечает местонахождение ядра через 0,05 с и сообщает дальность полета ядра.

Программа позволяет весьма творчески провести время с домашним компьютером. Попробуйте найти ответы на такие вопросы. При каком угле толчка (угол не равен 45°) можно добиться наилучшего результата? Отличаются ли результаты спортсмена, находящегося на Северном полюсе, где ускорение свободного падения $G = 9{,}78$, от результатов спортсмена, который находится на экваторе, где $G = 9{,}83$? А как на результат влияет ошибка в 10° в угле толчка? С какой скоростью толкает ядро спортсмен, если дальность полета ядра 20 м?

ПРОГРАММЫ

Программа *«Площадь тела человека»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
$R1 := 35{,}75$		35,75 [П1]
$R2 := 53{,}2$		53,2 [П2]
$R3 := 1000$		1000 [П3]
$R4 := 0{,}3$		0,3 [П4]
$R5 := 3118{,}2$		3118,2 [П5]
$RA := 176$		176 [ПА]
$RB := 80$		80 [ПВ]
начало		[Cx] [В/О] [F ПРГ]
$RC := R3 \cdot RB$	00—03	[ИП3^{63}] [ИПВ^{6L}] [×^{12}] [ПС^{4C}]
$RC := RC^{(R1-\lg(RA))/R2}$	04—12	[ИП1^{61}] [ИПВ^{6L}] [F lg^{17}] [—^{11}] [ИП2^{62}] [:^{13}] [ИПС^{6C}] [Fx$^{y\,24}$] [ПС^{4C}]
$X := RA^{R4} \cdot RC/R5$	13—19	[ИП4^{64}] [ИПА$^{6-}$] [Fx$^{y\,24}$] [ИПС^{6C}] [×^{12}] [ИП5^{65}] [:^{13}]
сообщить: X	20	[С/П^{50}]
повторить	21—22	[БП^{51}] [00^{00}]
		[F АВТ] [В/О]

Проверка: нажать клавишу [С/П] — через 15 с на индикаторе число 1,99 (м^2) — это площадь тела человека ростом 176 см и массой 80 кг.

Вычисление площади тела для любого человека:

набрать рост (в см) и нажать клавишу [ПА],

набрать массу (в кг) и нажать клавишу [ПВ],

пустить программу, т. е. нажать клавишу [С/П] — на индикаторе площадь тела (в м^2).

Программа *«Путь торможения»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
$R1 := 1/3$		3 [F1/X] [П1]
$R2 := 726$		726 [П2]
$R3 := 254$		254 [П3]
		[C_x] [В/О] [F ПРГ]
начало		
$RB := ?$	00	[ПВ^{4L}]
$RC := RB - 8$	01—03	[8^{08}] [$-^{11}$] [ПС^{4C}]
если $RC \geqslant 0$	04—05	[FX $\geqslant 0^{59}$] [17^{17}]
то $RA := 1 - \sqrt[3]{RC/R2}$	06—16	[ИП1^{61}] [ИПС^{6C}] [ИП2^{62}] [$:^{13}$] [$Fx^{y\,24}$] [1^{01}] [XY^{14}] [$-^{11}$] [ПА$^{4-}$] [БП^{51}] [19^{19}]
иначе $RA := 1$	17—18	[1^{01}] [ПА$^{4-}$]
всё		
$X := RB^2/R3/RA$	19—24	[ИПВ^{6L}] [$Fx^{2\,22}$] [ИП3^{63}] [$:^{13}$] [ИПА$^{6-}$] [$:^{13}$]
сообщить: X	25	[С/П^{50}]
конец	26—27	[БП^{51}] [00^{00}]
		[F АВТ] [В/О]

Проверка: нажать клавиши 60 [С/П] — через 8 с на индикаторе число 24,239918.

Программа *«Расстояние между городами»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
$R1 := 111{,}2$; $R5 := 500$; $R6 := 1000$		111,2 [П1]; 500 [П5]; 1000 [П6]
$R7 := 1 \cdot 10^8$; $R9 := 4$		1 [ВП] 8 [П7]; 4 [П9]
$RA := 56{,}95$; $RB := 24{,}12$		56,95 [ПА]; 24,12 [ПВ]
$RC := 53{,}90$; $RD := 27{,}57$		53,90 [ПС]; 27,57 [ПД]
		Переключатель Р—Г установить в положение Г (градусы)!
начало		[C_x] [В/О] [F ПРГ]
выбор		
при R9=4; **расстояние**		
при R9=24; **игра**	00	[КПП9^{-9}]
всё		
сообщить: X	01	[С/П^{50}]
конец	02—03	[БП^{51}] [00^{00}]
расстояние		
начало		
$X := \sin(RA)\sin(RC) + \cos(RB-RD)\cos(RA) \times \cos(RC)$	04—19	[ИПА$^{6-}$] [F sin^{1C}] [ИПС^{6C}] [F sin^{1C}] [×^{12}] [ИПВ^{6L}] [ИПД^{6Г}] [—^{11}] [F cos^{1Г}] [ИПА$^{6-}$] [F cos^{1Г}] [×^{12}] [ИПС^{6C}] [F cos^{1Г}] [×^{12}] [+^{10}]
$X := R1 \cdot \arccos(X)$	20—22	[F arccos^{1-}] [ИП1^{61}] [×^{12}]
конец		
игра	23	[В/О^{52}]
начало		
$X :=$ **расстояние**	24—25	[ПП^{53}] [04^{04}]
$R2 := 10\ \mathrm{int}(X/10+0{,}5)$	26—30	[ИП7^{67}] [+^{10}] [ИП7^{67}] [—^{11}] [П2^{42}]
$R4 := 0$	31—32	[$C_x^{0Г}$] [П4^{44}]
пока $X \neq R2$	33—36	[ИП2^{62}] [—^{11}] [FX≠0^{57}] [46^{46}]
нц		
$Y := \mathrm{sgn}(X-R2)$	37—40	[↑^{0E}] [Fx^2 ^{22}] [F √] [:^{13}]
$R4 := R4+1$	41	[КИП4^{Г4}]

сообщить: Y	42	[XY^{14}]
$X :=$?	43	[С/П^{50}]
кц	44—45	[БП^{51}] [33^{33}]
$X := R2 \cdot R6 + R4 + R5$	46—52	[ИП2^{62}] [ИП6^{66}] [×^{12}] [ИП4^{64}] [ИП5^{65}] [+^{10}] [+^{10}]
конец	53	[В/О^{52}] [F АВТ] [В/О]

Проверка: нажать клавишу [С/П] — через 15 с на индикаторе число 402,9 (кратчайшее расстояние от Риги до Минска).

Проверка режима игры для нахождения расстояния от Минска до Москвы:

установить режим игры: 24 [П9],

ввести географические координаты Москвы:

55,75 [ПА], 37,62 [ПВ],

пустить программу, т. е. нажать клавишу [С/П] — через 20 с на индикаторе число —1.

Игра. Нажимаем клавиши:

500 [С/П] — через 3 с на индикаторе число —1 (500 км — мало),

700 [С/П] — через 3 с на индикаторе число 1 (700 км — много),

650 [С/П] — через 3 с на индикаторе число —1 (650 км — мало),

680 [С/П] — через 3 с на индикаторе число 680504 (расстояние отгадано). Пятерка в середине числа — награда за успех. Слева от числа 5 — расстояние 680, а справа — показание счетчика ходов (4), т. е. расстояние отгадано за четыре хода.

Программа *«Календарь XX столетия»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
$R3 := 365{,}25$; $R4 := 30{,}59$		365,25 [П3]; 30,59 [П4]
$R5 := 100$; $RD := 4$		100 [П5]; 4 [ПД]
$RA := 1941{,}2206$; $RB := 1945{,}0905$		1941,2206 [ПА]; 1945,0905 [ПВ]
начало		[Cx] [В/О] [F ПРГ]
выбор		
при $RD=4$; $X :=$ **номер дня**		
при $RD=19$; $X :=$ **число дней**	00	[КППД$^{-Г}$]
всё		
сообщить: X	01	[С/П^{50}]
конец	02—03	[БП^{51}] [00^{00}]
номер дня		
начало		
$Y := n(X)$	04—05	[ПП^{53}] [29^{29}]
$R8 := \mathrm{int}(Y/7)$	06—09	[7^{07}] [:^{13}] [П8^{48}] [КИП8^{Г8}]
$X := R9-7\cdot R8$	10—14	[ИП9^{69}] [ИП8^{68}] [7^{07}] [×^{12}] [—^{11}]
если $X=0$	15—16	[FX=0^{5E}] [18^{18}]
то $X := 7$	17	[7^{07}]
всё		
конец	18	[В/О^{52}]
число дней		
начало		
$R8 := n(RA)$	19—22	[ИПА$^{6-}$] [ПП^{53}] [29^{29}] [П8^{48}]
$X := n(RB) - R8$	23—27	[ИПВ^{6L}] [ПП^{53}] [29^{29}] [ИП8^{68}] [—^{11}]
конец	28	[В/О^{52}]
n (X)		
начало		
$R0 := \mathrm{int}(X)$; $Y := X-R0$	29—34	[П9^{49}] [КИП9^{Г9}] [XY^{14}] [ИП9^{69}] [П0^{40}] [—^{11}]
$R1 := \mathrm{int}(R5\cdot Y)$	35—41	[ИП5^{65}] [×^{12}] [П9^{49}] [КИП9^{Г9}] [XY^{14}] [ИП9^{69}] [П1^{41}]

$R2 := R5\,(Y \cdot R5 - R1)$	42—45	—^{11}	ИП5^{65}	×^{12}	П2^{42}	
$X := R2-3$	46—47	3^{03}	—^{11}			
если $X < 0$	48—49	FX < 0^{5C}	55^{55}			
то $R2 := X+15$	50—53	1^{01}	5^{05}	+^{10}	П2^{42}	
$R0 := R0-1$	54	КИП0^{Г0}				
всё						
$R9 := \mathrm{int}\,(R4\,(R2-2))$	55—61	ИП2^{62}	2^{02}	—^{11}	ИП4^{64}	×^{12}
		П9^{49}	КИП9^{Г9}			
$R9 := \mathrm{int}(R0 \cdot R3+R1-1+R9)$	62—72	ИП0^{60}	ИП3^{63}	×^{12}		
		ИП9^{69}	+^{10}			
		ИП1^{61}	+^{10}	1^{01}	—^{11}	П9^{49}
		КИП9^{Г9}				
$X := R9$	73	ИП9^{69}				
конец	74	В/О^{52}				
		F АВТ	В/О			

Проверка: нажать клавиши [ИПА] [С/П] — через 15 с на индикаторе число 7 (воскресенье),

[ИПВ] [С/П] — через 15 с на индикаторе число 3 (среда).

19 [ПД] [С/П] — через 30 с на индикаторе число 1417 — число дней между датами 1941.22.06 и 1945.09.05.

Вычисления дня недели для любой даты: нажать клавиши 4 [ПД], набрать дату в виде ГГГГ,ДДММ [ПА], например 1986.0101, и пустить программу, т. е. нажать клавишу [С/П].

Вычисление числа дней между двумя датами: нажать клавиши 19 [ПД], набрать первую дату ГГГГ,ДДММ [ПА], набрать вторую дату ГГГГ,ДДММ [ПВ] и пустить программу, т. е. нажать клавишу [С/П].

Программа *«Генератор случайных чисел»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
$R9 := 5/9$		5 [↑] 9 [÷] [П9]
$R8 := 1 \cdot 10^7$		1 [ВП] 7 [П8]
$R7 := 997$		997 [П7]
$R6 := 1/19$		19 [F1/X] [П6]
$RA := 1$		1 [ПА]
$RB := 49$		49 [ПВ]
$RC := RB - RA + 1$		[ИПВ] [ИПА] [—] [1] [+] [ПС]
		Переключить МК в режим программирования с 70 адреса
начало		[Cx] [БП] [70] [F ПРГ]
$X :=$ ***RND*** (A, B)	70—71	[ПП^{53}] [75^{75}]
сообщить: X	72	[С/П^{50}]
конец	73—74	[БП^{51}] [70^{70}]
RND (A, B)		
начало		
$X := R6 \cdot R7;\quad Y := X$	75—78	[ИП6^{66}] [ИП7^{67}] [×^{12}] [↑^{0E}]
$R6 := Y - \mathrm{int}(Y)$	79—82	[ПП^{53}] [90^{90}] [—^{11}] [П6^{46}]
$X := \mathrm{int}(RC \cdot R6) + RA$	83—88	[ИПС^{6C}] [×^{12}] [ПП^{53}] [90^{90}] [ИПА$^{6-}$] [+^{10}]
конец	89	[В/О^{52}]
int *(X)*		
начало		
$X := \mathrm{int}\ (X)$	90—95	[ИП9^{69}] [—^{11}] [ИП8^{68}] [+^{10}] [ИП8^{68}] [—^{11}]
конец	96	[В/О^{52}]
		[F АВТ]

Проверка: нажать клавиши [БП] 70 [С/П] — через 15 с на индикаторе число 24. Каждый следующий пуск программы ([С/П]) дает новое случайное число.

Программа *«Угадай число»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
Вспомогательный алгоритм ***RND*** (A, B)		Ввести и проверить программу «Генератор случайных чисел»
$R3 := 100$; $RA := 11$		100 [ПЗ], 11 [ПА]
$RB := 99$; $RC := 88$		99 [ПВ], 88 [ПС]
$R6 := 1/19$		19 [F1/X] [П6]
начало		[C_x] [В/О] [F ПРГ]
$R5 := 0$	00—01	[$C_x^{0Г}$] [$П5^{45}$]
$R0 := \mathbf{RND}\,(A, B)$	02—04	[$ПП^{53}$] [75^{75}] [$П0^{40}$]
$RD := 10$; $R2 := RB$	05—09	[1^{01}] [0^{00}] [$ПД^{4Г}$] [$ИПВ^{6L}$] [$П2^{42}$]
пока $RD \neq R0$	10—14	[$ИПД^{6Г}$] [$ИП0^{60}$] [$-^{11}$] [$FX \neq 0^{57}$] [33^{33}]
нц		
если $RD < R0$	15—16	[$FX < 0^{5C}$] [21^{21}]
то $R1 := RD$	17—20	[$ИПД^{6Г}$] [$П1^{41}$] [$БП^{51}$] [23^{23}]
иначе $R2 := RD$	21—22	[$ИПД^{6Г}$] [$П2^{42}$]
всё		[$КИП5^{Г5}$]
$R5 := R5+1$	23	[$ИП1^{61}$] [$ИП3^{63}$] [$\times^{12}$] [$ИП2^{62}$] [$+^{10}$] [$С/П^{50}$]
сообщить: $R1 \cdot R3+R2$	24—29	[$ПД^{4Г}$]
$RD := ?$	30	[$БП^{51}$] [10^{10}]
кц	31—32	[$ИП5^{65}$] [$ИП0^{60}$] [$ИП3^{63}$] [$:^{13}$] [$+^{10}$] [$С/П^{50}$]
сообщить: $R5+R0/R3$	33—38	[$БП^{51}$] [00^{00}]
конец	39—40	[F АВТ] [В/О]

Проверка: нажать клавиши [С/П] — через 20 с на индикаторе число 1099,

50 [С/П] — через 5 с на индикаторе число 5099,

55 [С/П] — через 5 с на индикаторе число 5055,

52 [С/П] — через 5 с на индикаторе число 3,52 (число 52 отгадано за три приема).

Пустить новую игру, т. е. нажать клавишу [С/П],— через 20 с на индикаторе число 1099.

Программа *«Угадай функцию»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
Вспомогательный алгоритм ***RND*** (A, B)		Ввести и проверить программу «Генератор случайных чисел»
$R6 := 1/19$; $RA := 4$		19 [F1/X][П6]; 4 [ПА]
$RB := 9$; $RC := 5$		9 [ПВ]; 5 [ПС]
		Переключатель Р—Г установить в положение Г (градусы)!
начало		[Cx][В/О][F ПРГ]
$RD := 2 \cdot$ ***RND*** (A, B)	00—04	[ПП^{53}][75^{75}][2^{02}][×^{12}][ПД^{4Г}]
$X := 0$	05	[Cx^{0Г}]
выбор	06—07	[БП^{51}][20^{20}]
при $RD=8$; $X := 1/X$	08—09	[F1/X^{23}][В/О^{52}]
при $RD=10$; $X := \sqrt{X}$	10—11	[F√][В/О^{52}]
при $RD=12$; $X := X^2$	12—13	[Fx$^{2\ 22}$][В/О^{52}]
при $RD=14$; $X := 10^x$	14—15	[F 10x^{15}][В/О^{52}]
при $RD=16$; $X := \lg(X)$	16—17	[F lg^{17}][В/О^{52}]
при $RD=18$; $X := \sin(X)$	18—19	[F sin^{1C}][В/О^{52}]
всё		[С/П^{50}]
сообщить: X	20	[КППД$^{-Г}$]
$X := ?$	21	[БП^{51}][20^{20}]
повторить выбор	22—23	[F АВТ][В/О]
конец		

- Проверка: нажать клавиши [С/П] — через 15 с на индикаторе число 0,
  2 [С/П] — через 3 с на индикаторе число 4,
  3 [С/П] — через 3 с на индикаторе число 9.

Пустить новую игру: нажать клавиши [В/О] [С/П].

Программа *«Броуновское движение»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
Вспомогательный алгоритм ***RND*** (A, B)		Ввести и проверить программу «Генератор случайных чисел»
$R0 := 5$; $R6 := 1/19$		5 [П0]; 19 [F1/X][П6]
$RA := 1$; $RB := 360$; $RC := 359$		1 [ПА]; 360 [ПВ]; 359 [ПС]
		Переключатель Р — Г установить в положение Г (градусы)!
начало		[C_x][В/О][F ПРГ]
$RD :=$ ***RND*** (A, B)	00—02	[ПП^{53}][75^{75}][ПД^{4Г}]
$X :=$ int $(R0 \cdot \cos(RD))$	03—08	[F cos^{1Г}][ИП0^{60}][×^{12}][ПП^{53}][90^{90}][П1^{41}]
$Y :=$ int $(R0 \cdot \sin(RD))$	09—14	[ИПД^{6Г}][F sin^{1С}][ИП0^{60}][×^{12}][ПП^{53}][90^{90}]
сообщить: X, Y	15—16	[ИП1^{61}][С/П^{50}]
конец	17—18	[БП^{51}][00^{00}]
		[F АВТ][В/О]

Проверка: нажать клавиши [С/П] — на индикаторе $X = -5$, переместить карандаш на пять клеток влево;

[XY] — на индикаторе $Y = 0$, оставить карандаш на месте, отметить полученную точку и соединить с начальной точкой;

[С/П] — на индикаторе $X = -1$, переместить карандаш на одну клетку влево;

[XY] — на индикаторе $Y = 4$, переместить карандаш на на четыре клетки вверх, отметить полученную точку и соединить с прежней точкой;

[С/П] — на индикаторе $X = 2$, переместить карандаш на две клетки вправо;

[XY] — на индикаторе $Y = 4$, переместить карандаш на четыре клетки вверх, отметить полученную точку и соединить с прежней.

Программа *«Дуэль пчелы с оводом»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
Вспомогательный алгоритм ***RND*** (A, B)		Ввести и проверить программу «Генератор случайных чисел»
$R5 := 9$; $RA := 1$; $RB := 3$; $RD := 59$		9 [П5]; 3 [ПВ]; 1 [ПА]; 59 [ПД]
$R3 :=$ 11080911, $R4 :=$ 1150511		11080911 [П3]; 1150511 [П4]
начало		[Cx] [В/О] [F ПРГ]
$R1 := RB+1$	00—03	[ИПВ^{6L}] [1^{01}] [+^{10}] [П1^{41}]
$RC := RB-1$	04—07	[ИПВ^{6L}] [1^{01}] [—^{11}] [ПС^{4C}]
$R0 := R5$	08—09	[ИП5^{65}] [ПО^{40}]
пока $X \neq 0$	10—11	[FX≠0^{57}] [36^{36}]
нц		
диалог		
сообщить: $R0$	12—13	[ИП0^{60}] [С/П^{50}]
$R2 :=$?	14	[П2^{42}]
пока $R2 < 1$ или $R2 > RB$	15—18	[1^{01}] [—^{11}] [FX ⩾ 0^{59}] [12^{12}]
нц		
диалог	19—22	[ИПВ^{6L}] [—^{11}] [FX < 0^{5C}] [12^{12}]
кц		
$R0 := R0-R2$	23—26	[ИП0^{60}] [ИП2^{62}] [—^{11}] [П0^{40}]
если $X \neq 0$	27—28	[FX≠0^{57}] [33^{33}]
то выбор		
при $RD=46$; $R0 :=$ **ответ1**	29—30	[КППД$^{-Г}$] [П0^{40}]
при $RD=59$; $R0 :=$ **ответ2**		
всё	31—32	[БП^{51}] [10^{10}]
иначе $R2 := 0$	33	[П2^{42}]
всё		
кц	34—35	[БП^{51}] [10^{10}]
если $R2=0$	36—38	[ИП2^{62}] [FX=0^{5E}] [42^{42}]
то $X := R4$	39—41	[ИП4^{64}] [БП^{51}] [43^{43}]
иначе $X := R3$	42	[ИП3^{63}]
всё		
сообщить: X	43	[С/П^{50}]

конец	44—45	БП^{51}	00^{00}			
ответ 1						
начало						
если $R0 < R1$	46—49	ИП1^{61}	—^{11}	FX < 0^{5C}	53^{53}	
то $X := 0$	50—52	С$_x^{0Г}$	БП^{51}	58^{58}		
иначе $X := R0$—**RND** (A, B)	53—57	ПП^{53}	75^{75}	ИП0^{60}	XY^{14}	—^{11}
всё						
конец	58	В/О^{52}				
ответ2						
начало						
$Y := R0/R1$; $X := Y$—**int** (Y)	59—64	ИП1^{61}	:^{13}	↑^{0E}	ПП^{53}	90^{90}	—^{11}
если $X=0$	65—66	FX=0^{5E}	71^{71}			
то $R0 := R0-1$	67—70	КИП0^{Г0}	ИП0^{60}	БП^{51}	74^{74}	
иначе $X := R1 \cdot X$	71—73	F BX^{0}	ИП1^{61}	×^{12}		
всё						
конец	74	В/О^{52}				
		F АВТ	В/О			

Проверка: нажать клавиши [С/П] — через 4 с на индикаторе число 9;

3 [С/П] — через 13 с на индикаторе число 4;

2 [С/П] — через 15 с на индикаторе число 11080911, т. е. **ПОВОДП**.

Проверка игры с генератором случайных чисел: нажать клавиши 0,52638 [П6], 46 [ПД] [С/П] — через 4 с на индикаторе число 9;

2 [С/П] — через 13 с на индикаторе число 5;

1 [С/П] — на индикаторе число 3;

3 [С/П] — на индикаторе число 1150511, т. е. **ПSOSП**.

Программа *«Рисование»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
		Переключатель Р — Г установить в положение Г (градусы)!
$R0 := 1 \cdot 10^6$		1 [ВП] 6 [П0]
$R1 := 360$		360 [П1]
$R2 := 5$		5 [П2]
$R3 := 5$		5 [П3]
$R4 := 5$		5 [П4]
		[C_x] [В/О] [F ПРГ]
$R5 := 0$		
начало	00—01	[$C_x^{0Г}$] [$П5^{45}$]
$R5 := R5+1$	02	[$КИП5^{Г5}$]
$R6 := R5 \cdot R1/R2$	03—08	[$ИП5^{65}$] [$ИП1^{61}$] [$\times^{12}$] [$ИП2^{62}$] [$:^{13}$] [$П6^{46}$]
$X := 0{,}1\,\mathrm{int}(((\sin(R6)+$ $+1)R4+1)10)$	09—20	[$F\ \sin^{1C}$] [1^{01}] [$+^{10}$] [$ИП4^{64}$] [$\times^{12}$] [1^{01}] [$+^{10}$] [$ИП0^{60}$] [$+^{10}$] [FBX^{0}] [$-^{11}$] [$П7^{47}$]
$Y := 0{,}1\,\mathrm{int}(((\cos(R6)+$ $+1)R3+1)10)$	21—32	[$ИП6^{66}$] [$F\ \cos^{1Г}$] [1^{01}] [$+^{10}$] [$ИП3^{63}$] [$\times^{12}$] [1^{01}] [$+^{10}$] [$ИП0^{60}$] [$+^{10}$] [FBX^{0}] [$-^{11}$]
сообщить: X, Y	33, 34	[$ИП7^{67}$] [$С/П^{50}$]
повторить	35, 36	[$БП^{51}$] [02^{02}]
		[F АВТ] [В/О]

Проверка: нажать клавиши [С/П] — через 10 с на индикаторе 10,8; [XY] — на индикаторе $Y=7{,}6$

Программа *«Толкание ядра»*

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
		Переключатель Р — Г установить в положение Г (градусы)!
$R1 := 9{,}8$		9,8 [П1]
начало		[Cx] [В/О] [F ПРГ]
сообщить: 1	00—01	[1^{01}] [$П5^{45}$]
$R2 := ?$	02, 03	[$С/П^{50}$] [$КП5^{L5}$]
сообщить: 2	04	[$ИП5^{65}$]
$R3 := ?$	05, 06	[$С/П^{50}$] [$КП5^{L5}$]
сообщить: 3	07	[$ИП5^{65}$]
$R4 := ?$	08, 09	[$С/П^{50}$] [$КП5^{L5}$]
$R0 := R2 \cdot \sin(R4)$	10—13	[$F\sin^{1C}$] [$ИП2^{62}$] [$\times^{12}$] [$П0^{40}$]
$X := \sqrt{R0^2 + 2 \cdot R3 \cdot R1} + R0$	14—23	[$Fx^{2\ 22}$] [2^{02}] [$ИП3^{63}$] [$\times^{12}$] [$ИП1^{61}$] [$\times^{12}$] [$+^{10}$] [$F\sqrt{\ }$] [$ИП0^{60}$] [$+^{10}$]
$X := X \cdot R2 \cdot \cos(R4)/R1$	24—30	[$ИП4^{64}$] [$F\cos^{1Г}$] [$ИП2^{62}$] [$\times^{12}$] [$\times^{12}$] [$ИП1^{61}$] [$:^{13}$]
$X := 0{,}01 \cdot \mathrm{int}(X \cdot 100)$	31—36	[1^{01}] [$ВП^{0C}$] [5^{05}] [$+^{10}$] [$FВX^{0}$] [$-^{11}$]
сообщить: X	37	[$С/П^{50}$]
повторить	38, 39	[$БП^{51}$] [00^{00}]
		[F АВТ] [В/О]

Проверка: нажать клавиши [С/П] — на индикаторе число 1;

10 [С/П] — на индикаторе число 2;

2 [С/П] — на индикаторе число 3;

60 [С/П] — на индикаторе 9,87 (м).

Программа для тестирования

Алгоритм	Адреса	Нажимаемые клавиши
$RA := 2$; $RB := 3$		2 [ПА]; 3 [ПВ]
$RC := 11$; $R2 := 100$		11 [ПС]; 100 [П2]
начало		[Cx] [В/О] [F ПРГ]
$R4 := 0$; $R5 := 1$	00—03	[$C_x^{0Г}$] [$П4^{44}$] [1^{01}] [$П5^{45}$]
$R0 := RB$; $R9 := RC$	04—07	[$ИПВ^{6L}$] [$П0^{40}$] [$ИПС^{6C}$] [$П9^{49}$]
сообщить: $R9$	08	[$С/П^{50}$]
для $R0$ **от** RB **до** 0 **шаг** —1		
нц		
сообщить: $R5$	09	[$ИП5^{65}$]
$RD := ?$	10, 11	[$С/П^{50}$] [$ПД^{4Г}$]
$R1 := R9$	12, 13	[$ИП9^{69}$] [$П1^{41}$]
$R9 := \text{int}\,(R9/RA)$	14—17	[$ИПА^{6-}$] [$:^{13}$] [$П9^{49}$] [$КИП9^{Г9}$]
$Y := R1 - RA \cdot R9$	18—22	[$ИП1^{61}$] [$ИПА^{6-}$] [$ИП9^{69}$] [$\times^{12}$] [$-^{11}$]
если $Y = RD$	23—26	[$ИПД^{6Г}$] [$-^{11}$] [$FX{=}0^{5E}$] [28^{28}]
то $R4 := R4 + 1$	27	[$КИП4^{Г4}$]
всё		
$R5 := R5 + 1$	28	[$КИП5^{Г5}$]
кц	29—30	[$FL0^{5Г}$] [09^{09}]
сообщить: $RB \cdot R2 + R4$	31—36	[$ИПВ^{6L}$] [$ИП2^{62}$] [$\times^{12}$] [$ИП4^{64}$] [$+^{10}$] [$С/П^{50}$]
повторить начало	37, 38	[$БП^{51}$] [00^{00}]
		[F АВТ] [В/О]

Проверка: (тест из трех вопросов с эталоном ответов 1) да, 2) да, 3) нет), нажать клавиши:

[С/П] — на индикаторе 11 (шифр теста),

[С/П] — на индикаторе 1 (первый вопрос),

(да) 1 [С/П] — на индикаторе через 8 с число 2 (второй вопрос),

(нет) 0 [С/П] — на индикаторе через 8 с число 3 (третий вопрос),

(нет) 0 [С/П] — на индикаторе через 10 с число 302 (результат — из трех вопросов два ответа совпадают с эталоном).

Программа *«Календарь XX столетия» для БК-0010*

```
1.10 XECUTE FCHR(12)
1.20 TYPE «КАЛЕНДАРЬ XX СТОЛЕТИЯ»,!
1.30 TYPE !«1 — ДЕНЬ НЕДЕЛИ»,!
1.40 TYPE !«2 — ЧИСЛО ДНЕЙ МЕЖДУ ДАТАМИ»,!
1.50 TYPE !«3 — ВОЗРАСТ ФАЗЫ ЛУНЫ»,!
1.60 TYPE !«4 — КОНЕЦ»,!
1.70 TYPE !«ВВЕДИТЕ НОМЕР ИНТЕРЕСУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ»
1.80 ASK L; XECUTE FCHR(12); SET L=L+2; DO L
1.90 TYPE !«ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ ВВОД»;
        ASK L; DO 1

2.10 COMMENT АЛГОРИТМ N(DMG)
2.20 ASK «ЧИСЛО  (1—31)»,D,«МЕСЯЦ  (1—12)»,M,«ГОД  (1901—
        2099)»,G
2.30 SET S=FITR((22—M)/10)
2.40 SET P=FITR((12*S+M—14)*30.59+D)
2.50 SET N=FITR((G—1899—S)*365.25+P)
2.60 RETURN

3.10 COMMENT ДЕНЬ НЕДЕЛИ
3.20 TYPE «ВВЕДИТЕ ДАТУ !»,!; DO 2
3.30 SET Q=FITR((N+1)/7)
3.40 SET R=N+1—Q*7
3.50 TYPE !«ДАННАЯ ДАТА ЯВЛЯЕТСЯ «,%2R,» ДНЕМ НЕДЕЛИ»
3.60 SET R=3.7+R/100; DO R; RETURN
3.70 TYPE «(ВОСКРЕСЕНЬЕ)»
3.71 TYPE «(ПОНЕДЕЛЬНИК)»
3.72 TYPE «(ВТОРНИК)»
3.73 TYPE «(СРЕДА)»
3.74 TYPE «(ЧЕТВЕРГ)»
3.75 TYPE «(ПЯТНИЦА)»
3.76 TYPE «(СУББОТА)»

4.10 COMMENT ЧИСЛО ДНЕЙ МЕЖДУ ДАТАМИ
4.20 TYPE !«НАЧАЛЬНАЯ ДАТА.»,!; DO 2
4.30 SET A=N
4.40 TYPE !«КОНЕЧНАЯ ДАТА.»,!; DO 2
4.50 SET B=N—A
4.60 TYPE !«МЕЖДУ  ДАННЫМИ  ДАТАМИ—»,%5B,«ДНЕЙ»
4.70 RETURN

5.10 COMMENT ВОЗРАСТ ФАЗЫ ЛУНЫ
```

```
5.20 TYPE !«ВВЕДИТЕ ДАТУ !»,!; DO 2
5.30 SET Q=FITR ((N—2)/29.5304)
5.40 SET R=N—2—29.53*Q
5.50 TYPE !«ВОЗРАСТ ФАЗЫ ЛУНЫ»,%3R, «ДНЕЙ»
5.60 COMMENT РИСОВАНИЕ ФАЗЫ ЛУНЫ
5.61 SET E=R*6.283/29.5304
5.62 I(E—3.1415)5.63,5.63,5.64
5.63 SET A=50*FCOS (E); SET B= —50; GO 5.7
5.64 SET A= —50*FCOS (E); SET B=50
5.70 SET D=0; XECUTE FT (1,250,200)
5.71 I (D—6.284) 5.72,5.72,5.8
5.72 I (D—3.1415) 5.73,5.73,5.74
5.73 SET X=A*FSIN (D) +50; GO 5.75
5.74 SET X=B*FSIN (D)+50
5.75 SET Y= —50*FCOS (D)+50
5.76 SET D=D+15*3.1415/180
5.77 XECUTE FV(1,X+200,200—Y*3/4)
5.78 GO 5.71
5.80 RETURN

6.10 COMMENT КОНЕЦ ПРОГРАММЫ
6.20 XECUTE FCHR (12)
6.30 TYPE !«КОНЕЦ»
6.40 QUIT
```

Программа *«Моделирование полета ядра» для БК-0010*

```
1.10 X FCHR (12)
1.20 C РИСОВАНИЕ КООРДИНАТНЫХ ОСЕЙ
1.22 X FT (1,48,200); X FV (1,448,200)
1.24 X FT (1,48,200); X FV (1,48,40)
1.26 F N=2,2,24; X FT (1,48+N*16,200); X FV (1,48+N*16,195);
     X FK (3+N*2,21); T %2N
1.28 F N=2,2,11; X FT (1,48,200—N*16); X FV (1,13,200—N*16);
     X FK (1,19—N*3/2); T N

2.10 C ОРГАНИЗАЦИЯ ДИАЛОГА ЧЕЛОВЕК—ПРОГРАММА
2.20 X FK (30,0); T «УСКОР. ВЫСОТА СКОРОСТЬ УГОЛ РАССТ.»
2.30 F K=1,3; D 3
2.40 X FK (30,K+1); T «ПРОДОЛЖИТЬ — 1, КОНЧИТЬ — 2»; A L
2.50 I (L—2) 1.1; X FCHR (12); T ! «КОНЕЦ»
2.60 Q

3.10 C ВЫЧИСЛЕНИЯ И РИСОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ
3.20 X FK (30,K);A G;X FK (37,K);A Y0;X FK (44,K);A V;X FK (53,K);
     A A
3.30 S A=A*3.1415/180;C VX=V*FCOS (A);S VY=V*FSIN (A)
3.40 S T=0; S D=0.05; S X=0; S Y=Y0
3.50 I (Y) 3.6,3.6,3.51
3.51 C НАЧАЛО ЦИКЛА
3.52 X FT (1,48+X*16,200—Y*16)
3.53 S X=VX*T;S Y=Y0+VY*T—G*T*T/2;S T=T+D
3.54 G 3.50; C КОНЕЦ ЦИКЛА
3.60 S T=(VY+FSQT (VY*VY+2*G*Y0))/G;S R=VX*T
3.70 X FK (56,K); T %4.2R
3.80 R
```

ЛИТЕРАТУРА

Белый Ю. А. Считающая микроэлектроника. М.: Наука, 1983. 120 с.

Блох А. Ш., Павловский А. И., Пенкрат В. Б. Программирование на микрокалькуляторах. Минск: Выш. шк., 1981. 192 с.

Варламов Р. Г. Эксплуатация и ремонт современных микрокалькуляторов. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. 120 с.

Гильде В., Альтрихтер З. С микрокалькулятором в руках. М.: Мир, 1987. 215 с.

Даффет-Смит П. Практическая астрономия с калькулятором. М.: Мир, 1982. 176 с.

Дьяконов В. П. Справочник по расчетам на микрокалькуляторах. М.: Наука, 1985. 224 с.

Ковалев М. П., Шварцбурд С. И. Электроника помогает считать: Пособие для учителей. М.: Просвещение, 1978. 96 с.

Кройль Г. Что умеет мой микрокалькулятор. М.: Мир, 1981. 132 с.

Кузнецов Е. Ю., Острецов Б. В., Минкин Л. К., Егорова Е. И. Микрокалькуляторы: технические и конструктивные характеристики. М.: Радио и связь, 1984. 128 с.

Лодатко Е. А. Школьнику о вычислениях с микрокалькулятором. М.: Просвещение, 1985. 95 с.

Поснова М. Ф., Поснов Н. Н. Микрокалькуляторы с программным управлением в учебной лаборатории. Минск: Изд-во «Университетское», 1985. 207 с.

Романовский Т. Б. Микрокомпьютер в школе. Рига: Звайгзне, 1986. 239 с.

Славин Г. В. Программирование на программируемых микрокалькуляторах типа «Электроника Б3-34». Таллин: Валгус, 1984. 130 с.

Трохименко Я. К., Любич Ф. Д. Инженерные расчеты на программируемых микрокалькуляторах. Киев: Техника, 1985. 328 с.

Трохименко Я. К., Любич Ф. Д. Микрокалькулятор, ваш ход! М.: Радио и связь, 1985. 223 с.

Францевич Л. И. Обработка результатов биологических экспериментов на микро-ЭВМ «Электроника Б3-21». Киев: Наукова думка, 1979. 91 с.

Цветков А. Н., Епанечников В. А. Прикладные программы для микро-ЭВМ «Электроника Б3-34», «Электроника МК-56» и «Электроника МК-54». М.: Финансы и статистика, 1984. 175 с.

Цимринг Ш. Е. Специальные функции. Программы для микрокалькулятора «Электроника Б3-21». М.: Радио и связь, 1983. 118 с.

Чакань А. Что умеет карманная ЭВМ. М.: Радио и связь, 1982. 144 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

3 ***Предисловие***

РАССКАЗЫ

8 Судьба первых клавишных ЭВМ
9 Микрокалькулятор и изобретение микропроцессора
11 Страсти в мире бизнеса
13 Первый советский карманный микрокалькулятор
14 Три поколения советских микрокалькуляторов в картинках
27 Микрокалькуляторы других социалистических стран
30 Микрокалькулятор в роли учителя, музыканта, переводчика, врача, робота
36 От микрокалькулятора до видеоЭВМ
38 Микрокалькулятор в школе
39 Основные этапы внедрения микрокалькуляторов в советской школе
44 Рассказывают специалисты разных стран

ИГРЫ

60 Язык общения с микрокалькулятором
61 Магические квадраты и числовые курьезы
62 Познавательные задачи
71 Числово-словесные игры
74 Задачи и игры с режимом константы
75 Игры по конструированию числа
79 Игры с численным экспериментированием
83 Игры с несколькими программами
93 Целая часть числа
94 Знакомство с алгоритмическими командами
101 Календарь XX столетия
107 Количество дней между датами
107 «Возраст» фазы Луны
109 В какой день недели вы родились

110 Биоритмы
116 Алгоритмы вместо таблиц
118 Домашняя библиотека алгоритмов
125 Рисование и машинная графика
132 Расстояние между городами
134 Восход и заход Солнца
136 Мягкая посадка на Луну
140 Через сколько минут подать кофе
141 Информационный взрыв, или модель распространения слухов
143 Как получить случайные числа
145 Случайный узор
148 Случайные числа для компьютерных игр и «Спортлото»
149 Настольные игры со случайными числами
151 Программируемые игры и задачи
164 Психологические тесты
169 Знакомство с бытовым компьютером
172 Программы
190 Литература

Томасс Баромеевич Романовский

МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРЫ В РАССКАЗАХ И ИГРАХ

Заведующий редакцией *Б. С. Мельников.* Редактор *М. Г. Хаютина.* Младший редактор *Т. А. Рыжкова.* Художник *М. Ф. Барздыко.* Художественные редакторы *Р. В. Кондрад, С. В. Баленок.* Технические редакторы *А. Я. Максимова, В. П. Безбородова.* Корректор *М. В. Милюхина.*

ИБ № 1250

Сдано в набор 04.11.86. Подписано в печать 07.08.87. АТ 07188. Формат $84 \times 108^1/_{32}$. Бумага книжно-журнальная. Офсетная печать. Гарнитура литературная. Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр.-отт. 10,61. Уч.-изд. л. 10,2. Тираж 120 000 экз. Заказ 1289. Цена 40 к.

Издательство «Университетское» Госкомиздата БССР. 220048, Минск, проспект Машерова, 11. Ордена Трудового Красного Знамени типография издательства ЦК КПБ. 220041, Минск, Ленинский проспект, 79.

Романовский Томас Варомеевич

Кандидат физико-математических наук. Доцент кафедры экспериментальной физики Латвийского государственного университета им. П. Стучки. Член редколлегии научно-популярного издания «Звайгжнёта дебесс» («Звездное небо»). Работает в области физики твердого тела и дидактики физики. С 1977 года разрабатывает обучающие игры с применением микрокалькуляторов и персональных ЭВМ. Автор двух научно-популярных книг по микрокалькуляторам и учебного пособия по школьной информатике.

40 к.