

Ведет рубрику
кандидат технических наук
Игорь ДАНИЛОВ

Нужно ли уметь программировать? Сегодня, возможно, кто-нибудь и скажет, что это вовсе не обязательно. Но, по-видимому, в ближайшее время человек, не знающий хотя бы азов этой дисциплины, будет выглядеть такой же белой вороной, иан не умеющий, скажем, читать. Неспроста главный-корреспондент АН СССР А. П. Ершов назвал программирование «второй грамотностью».

Это умение давит не только возможность пользоваться ЭВМ для решения различных задач. Оно вырабатывает еще и определенный стиль мышления: способность четко и лаконично формулировать свои мысли, быстро ориентироваться в потоке информации и, иконечно, привычна обращаться к ЭВМ во многих случаях жизни.

Ясно, что программирование надо осваивать при постоянном «общении» с вычислительной машиной. И если раньше это было довольно-таки трудно — машин было мало, то сегодня положение меняется. Мы на пороге нового исторического процесса — ЭВМ идет и человеку. Скоро без них будет сложно работать не только ученику, но и тонкому-оператору станков с числовым программным управлением, цеховому технологу, слесарю-инструментальщику, геологу в экспедиции — ведь всем им приходится тан или иначе заниматься разнообразными вычислениями. И что характерно: компьютер сегодня уже не то гигантское устройство, некогда поражавшее воображение даже писателей-фантастов. Нынешняя ЭВМ легко умещается на письменном столе, в портфеле и даже в кармане. Вы уже поняли, что речь идет о самом распространенном типе — программируемом микрокалькуляторе (ПМК). В нашей стране их годовой выпуск измеряется сотнями тысяч штук, и число это будет расти год от года. Изящные маленькие норобочки с нюансами и миниатюрным экраном доступны каждому. Инженеры и техники могут воспользоваться ими в своей производственной практике, студенты — для расчетов курсовых проектов и лабораторных работ, а старшеклассники и учащиеся ПТУ — при решении задач по математике, физике, химии. Калькулятор поможет рассчитать семейный бюджет и научить ребенка устному счету, даст возможность скоротать досуг, заменить партера в увлекательной игре.

Материалы новой рубрики «Для всех профессий» призваны помочь владельцу ПМК и прежде всего старшекласснику и учащемуся ПТУ начально быстрее его освоить. Этапом, на основе которого мы будем излагать принципы программирования, выбран мириональятор «Электроника Б3-34». Во-первых, он самый распространенный среди отечественных устройств подобного рода, а во-вторых, большая часть выпускаемых и готовящихся к выпуску моделей имеет ту же систему команд. Поэтому все сказанное будет относиться и к другим типам ПМК.

Стоит «Электроника Б3-34» 85 рублей. Это невысокая цена гитары и существенно дешевле кассетного магнитофона — почти непременных атрибутов современного молодого человека. И если она окажется у вас в руках, то, право же, вы обретете настоящего электронного помощника и друга, который и тому же позволит вам сэкономить время для других полезных занятий.

ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

Итак, перед вами микрокалькулятор. Тридцать клавиш выстроились шестью стройными рядами. На каждой клавише — ее обозначение. Над клавишами они тоже есть, а в нижнем ряду — и под клавишами. Некоторые обозначения понятны сразу. Это цифры, знак запятой, знаки арифметических операций, обозначения элементарных функций. Над рядами клавиш два переключателя. Левый включает машинку, а правый нужен для переключения режима работы с тригонометрическими функциями: Р означает радианы, Г — градусы.

Передвижем левый переключатель вправо. На экране загорится цифра 0. Машинка готова к работе.

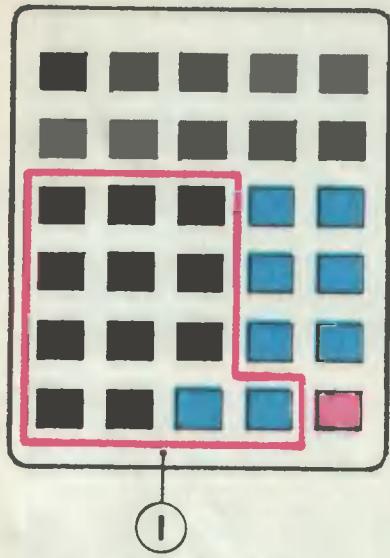
Сегодня мы познакомим вас с



особенностями вычислений на микрокалькуляторе в «ручном» режиме. Это поможет понять принцип его работы, назначение клавиш и значительно облегчит переход к программированию.

Для начала освоим клавиатуру. Нажимаем на цифровые клавиши. На экране загораются соответствующие цифры: 1, 2... 7, 8. Нажимаем дальше. Девятая цифра не появляется. Почему? Да просто калькулятор рассчитан на работу только с восьмиразрядными числами. Таким образом мы вводим целое число. Чтобы ввести дробное, нужно после цифр целой части нажать кнопку с символом «,» и ввести цифры дробной части. Интересно, что сам символ «,» занимает ту же позицию, что и последняя введенная перед ним цифра.

ДЛЯ ВСЕХ ПРОФЕССИЙ



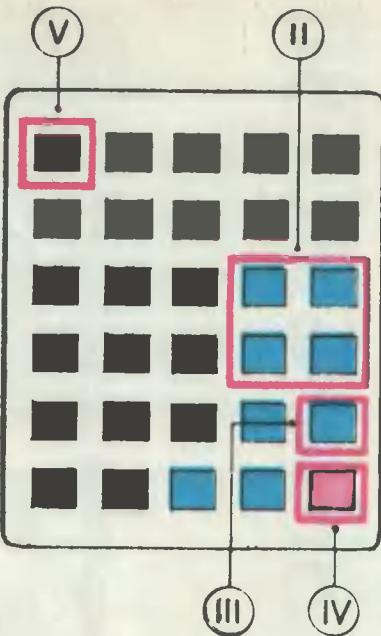
- I — клавиши, используемые для ввода чисел;
 II — на этих клавиших — знаки арифметических операций;
 III — клавиша, смысл которой: «Числа в стеке — подняты»;
 IV — красный цвет — сигнал внимания. Эта клавиша стирает содержимое регистра X (и индикатора);
 V — плавательный регистр. Если нажать эту клавишу, то «работают» функции, написанные под клавишами.

ра. Если нужно ввести число не в обычном, а в экспоненциальном виде типа $A \cdot 10^b$, где A — мантисса, b — порядок, то после ввода мантиссы нажимаем клавишу «ВП» (Ввод Порядка). В правой части экрана появятся два ноля. Теперь, при нажатии на любую цифровую клавишу, в правом углу экрана, в поле порядка, последний нуль сменится цифрой. Максимальное значение порядка: 99.

Так записывают положительные числа. Для ввода отрицательных чисел служит клавиша «/-». Нажимать ее надо после записи всех цифр мантиссы, но перед клавишей «ВП». Символ «/-», введенный после нее, меняет знак порядка, а не числа.

Если вы ошиблись при вводе, не беда. Клавиша «Cx» (Стереть X) очищает весь экран. После этого ввод можно повторить.

Теперь перейдем к вычислениям. Почти наверняка каждый владелец машинки захочет убедиться, что



ный Я. Лукасевич. Все операции в этой записи равнозначны, и знаки их ставятся не между числами, а после них. То есть не $a \times b$, а $ab \times$. Это избавляет от необходимости использовать скобки и проверять приоритеты. При «польской» (или бесскобочной) записи первое из приведенных выражений будет выглядеть так: $ab \times cd \times +$, а второе $cd \times ab + a \times$.

Вернемся, однако, к « $\times \times 2$ ». Снова вводим «2». Перед вводом второго сомножителя нужно сохранить первый. Для этого нажимаем клавишу «↑». На экране ничего не изменилось. Вновь набираем «2» и нажимаем клавишу « \times ». Результат налицо: «4». Все правильно!

Но обратимся к этому примеру еще раз. Нажимаем «2», «↑». Может, не надо вводить двойку вторично? Что ж, нажимаем « \times ». На экране «4». Почему?

Тут нам не обойтись без небольшого экскурса в структуру машины. Есть в нашем калькуляторе специальная область памяти, называемая «стек». Устроена она наподобие пистолетной обоймы и состоит из четырех регистров — ячеек. Называются они: X, Y, Z, T. Перед началом работы во всех регистрах хранятся нули. Содержимое же нижнего регистра X отображается на экране. Все, что вводится с клавиатуры, попадает туда. А как только мы нажимаем клавишу «↑», информация «перегоняется» вверх в другой регистр. При этом содержимое регистра X не меняется, а просто копируется и засыпается в Y.

Так же движется информация и при вводе нового числа после проведения какой-нибудь операции.

Все «двухместные», то есть операции с двумя числами, проводятся с содержимым регистров X и Y. При этом результат вычисления заносится в регистр X, а содержимое остальных регистров «опускается» на ступеньку ниже, отчего регистр Y теряет прежнюю информацию, а заполняется данными из регистра Z, а вот информация из регистра X не теряется, поскольку она засыпается в еще один, дополнительный, «регистр предыдущего результата» X1. И теперь, если мы хотим воспользоваться содержимым X1, нужно нажать клавиши «F» и «Bx» (вверх).

При «одноместных» операциях, например вычислении тригонометрических функций или извлечении квадратного корня, наша ПМК оперирует только с содержимым регистра X, сюда же записывается и результат. «Старое» содержимое X перекочевывает в X1. Содержимое других регистров не меняется.

Кстати, о работе с функциями. Их названия написаны над клавишами. Чтобы вычислить ту или иную функцию, нужно предварительно нажать кнопку «F», а уже потом соответствующую клавишу.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО НАЖИМАЕМЫЕ КЛАВИШИ	16592	↑	16478	-	0.04	X	4	↑	0.27	X	+
РЕГИСТРЫ	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	0	0	0	0	0	0	0	4.56	4.56	0
	Y	0	16592	16592	0	114	0	4.56	4	4	4.56
	X	16592	16592	16478	114	0.04	456	4	4	0.27	1.08
	X1	0	0	0	0	16478	0.04	0.04	0.04	0.27	1.08

Попытаемся теперь применить полученные знания для решения небольших задач.

Задача 1. Расчет платы за электроэнергию и газ. Подобную процедуру каждый квартирообитатель проводит ежемесячно. Плата начисляется по формуле: $(P_n - P_{ст}) \times 0,04 + K \cdot 0,27$, где $P_{ст}$ и P_n — старое и новое показания счетчика, K — количество людей, проживающих в квартире. Пусть $P_{ст} = 16\,478$, $P_n = 16\,592$, а $K = 4$.

Включаем калькулятор. Последовательно вводим: $16\,592 \uparrow 16\,478 - 0,04 \times 4 \uparrow 0,27 \times +$. Читаем ответ: 5,64. То, что при этом происходит в «стеке», показано схематично на таблице.

Задача 2. Перед нами та же расчетная книжка. Подсчитаем теперь среднемесячную плату за прошлый год.

Набираем плату за январь, нажимаем « \uparrow », затем 11 раз повторяем две операции: ввод платы за следующий месяц, « \leftarrow ». Набираем потом «12», « \div » (знак деления). На экране — результат. Теперь видно, в каком месяце расход электроэнергии оказался больше среднего и на сколько. Возможно, проанализировав эти цифры, вы подумаете над тем, как избавиться от ненужных трат. Это будет первый экономический эффект от использования калькулятора.

Задача 3. Вычислить длину стороны с произвольного треугольника,

зная длины двух других его сторон a и b и угол C между ними.

Из школьного курса тригонометрии известно, что эта зависимость описывается формулой $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos C}$. Можно решить эту задачу, что называется, в лоб. Но придется дважды вводить значения a и b , что нерационально, особенно если значения эти многозначны.

Сделаем снова экскурс в структуру ПМК. Кроме «стека», в машинке есть еще одна область для хранения чисел. Это адресуемые регистры. Их четырнадцать. Называются они R0, R1..., R9, RA, RB, RC, RD. В эти регистры можно с помощью клавиш записать и сохранить содержимое регистра X, оперируя клавишами: « Π », « Π_r »; « Π_r » — это «в Память», r — цифра или буква, номер регистра без буквы R. Извлекается информация из регистров по командам: «ИП», «п». «ИП» — «Из Памяти». Причем при записи информации в адресуемый регистр содержимое «стека» не меняется, а при считывании движется по регистрам X, Y, Z, T так же, как при вводе нового числа с клавиатуры.

Вернемся к задаче 3. Пусть $a = 13,24$, $b = 18,46$, угол $C = 50^\circ$.

Устанавливаем правый переключатель возле букв Г (градусы) и нажимаем клавиши:
13,24 (значение a вводится в X)
П1 (заносим a в регистр R1)
FX² (вычисляем a²)
18,46 (вводим b)

П2 (заносим b в R2)

FX² (вычисляем b²)
+ (получаем сумму a²+b²)

50 (ввод угла C, аргумента косинуса)

F cos (вычисляем cos C)

ИП 1 (вызываем величину a из R1 в X)

X (вычисляем cos C×a)

ИП 2 (вызываем величину b из R2 в X)

x (вычисляем новое произведение cos C×a×b)

2 (вводим коэффициент 2)

× (все умножения закончены, в X — величина: cos C×a×b×2) — (совершив путешествие почти по всем регистрам «стека», величина a²+b² перекочевала в Y, и теперь из нее вычитается полученное ранее произведение, в X сейчас находится a²+b²-2abcosC)

F V (извлекаем квадратный корень из содержимого X, величина c — на экране).

Если все операции выполнены правильно, высветится ответ: 14.207778. Советуем вам построить диаграмму движения информации в «стеке».

Итак, первое знакомство с микрокалькулятором закончено. Мы узнали, как проводить вычисления, выяснили, что некоторые задачи легко решаются и без программирования. А вот о том, какие задачи и как целесообразнее их решать на программируемых микрокалькуляторах, мы расскажем в следующем выпуске.



Как и что решать на ПМК

ИГОРЬ ДАНИЛОВ,
кандидат технических наук

«Никакую серьезную задачу на микрокалькуляторе решить нельзя». «На ПМК можно решить любую задачу». Как видим, мнения специалистов диаметрально противоположны. А кто же прав? Попробуем разобраться. Те и другие свои утверждения аргументируют достаточно тщательно. Первые заявляют, что в наш век быстродействующих ЭВМ с сотнями тысяч операций в секунду все-рэз говорить о «малютке», которая элементарный синус подсчитывает в течение нескольких секунд, все равно что обсуждать возможность использования велосипедного транспорта для разгрузки авиалиний. Вторые убеждены, что коль скоро нет под рукой большой «серезной» вычислительной машины, а решать задачу надо, то уж лучше сделать это с помощью микрокалькулятора, чем вручную. Другими словами, если у вас есть велосипед, то выгоднее ехать на нем, чем ходить пешком.

ДЛЯ ВСЕХ ПРОФЕССИЙ

Внесем же окончательную ясность. Существует вполне определенный класс задач, которые лучше всего решать именно на микрокалькуляторе.

Это, как правило, расчеты, где используется лишь небольшое число формул; алгебраические и некоторые дифференциальные уравнения, системы из двух-трех уравнений, статистическая обработка малых информационных массивов и результатов экспериментов... Потребность в их решении возникает практически в повседневной деятельности людей самых разных профессий.

Да, в мире ЭВМ существует «экологическая ниша» и для программируемого микрокалькулятора. Но если для активного внедрения этих машинок в профессиональную деятельность нужно преодолеть лишь инерцию самих специалистов, то для их «ввода» в учебный процесс приходится бороться не только с инерцией учащихся, но и со своеобразной отсталостью преподавателей. Как ни странно, некоторые из них полагают, что калькулятор, дескать, отучит ученика думать, что «бездумное нажимание клавиш» вместо «осмыслинного» умножения в столбик приведет к «атрофии мозга». Как будто лучшие умы человечества, веками бывшие над механизацией и автоматизацией вычислений, изобретшие логарифмическую линейку, арифометры и, иаконец, ЭВМ, стремились к оглушению себе подобных! Составление программ — процесс не менее творческий, чем вычисления на бумаге... Впрочем, противников микрокалькулятора становится все меньше и меньше.

Но вернемся, однако, к решению задач. Как это делается? Поясним основные этапы процесса на конкретном примере из школьного курса физики.

ЗАДАЧА. Брусок массой $m = 350 \text{ г}$ скользит по горизонтальной поверхности под действием силы, приложенной к нему под углом $\alpha = 40^\circ$. Ускорение бруска $a = 0,3 \text{ м/с}$, коэффициент трения $k = 0,11$. Ускорение свободного падения принять равным: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Найти натяжение нити T и давление бруска на поверхность N .

В общем виде решение запишется так:

$$T = m \frac{a + kg}{\cos \alpha + k \sin \alpha}; \\ N = m \frac{g \cos \alpha - a \sin \alpha}{\cos \alpha + k \sin \alpha}.$$

Итак, что же мы видим? Две простые формулы. Задача — типично «микрокалькуляторная». Можно включать машинку и начинать работу. Вычислить числитель первой формулы, потом знаменатель, разделить одно на другое и проделать затем то же самое для расчета N . Правда, вычисляя выражения «на бумажке», мы поступили бы несколько иначе: выпи-

сали бы значение синуса из таблицы, да и знаменатель не просчитывали бы дважды. Примерно так же поступим мы и при машинных вычислениях. Но сначала преобразуем формулы — для удобства. Этот процесс называется «приведением к машинному виду». В нашем примере несколько раз употребляются значения синуса и косинуса одного и того же аргумента, а у обеих формул есть

$$\text{общий сомножитель } \cos \alpha + k \sin \alpha.$$

Что ж, придадим выражениям нужный вид:

$$x = \cos \alpha; y = \sin \alpha; F = \frac{m}{x + ky}; \\ T = F(a + kg); N = F(gx - ay).$$

Вместо двух формул получилось пять. Зато ни одну величину не надо вычислять дважды. И счет короче, да и клавиш при работе надо будет нажимать меньше.

Теперь пора браться за работу. Включаем микрокалькулятор, передвинув левый переключатель вправо; устанавливаем правый переключатель в положение Г-градусы (ведь нам придется вычислять значения тригонометрических функций, аргументы которых заданы в градусах) и начинаем нажимать клавиши:

«40» — вводим значение угла α в градусах в регистр X.

«Fcot» — примерно через 3,5 с на экране появляется значение косинуса.

«П1» — вычисленное значение $\cos 40^\circ$ отправлено на хранение в регистр R1. (Это все равно что записать его на бумаге «для памяти».)

«FBx» — нужно задать значение аргумента для вычисления синуса; но аргумент уже введен и после вычисления косинуса перекочевал в регистр X1. (Вспомните диаграмму из предыдущей статьи.) Теперь мы «поднимаем» его в операционный регистр X.

«F sin П2». Эти манипуляции аналогичны ранее проделанным. Теперь в регистрах X и R2 лежит значение $\sin 40^\circ$.

«0,11» — вводим значение k. При этом величина $sina$ поднялась в регистр Y и все готово к умножению. «X» — произведение $k \times \sin \alpha$ получено. Эта величина на экране и соответственно в регистре X. Нужно сложить ее с cosa. Если вы проследите с помощью диаграмм, аналогичных приведенным в предыдущей статье, движение информации по стеку, то убедитесь, что вычисление ранее значений cosa, проделав пару подъемов, опустилось в регистр Y и получить сумму теперь можно, нажав клавишу, задающую сложение. «+» — знаменатель обеих формул вычислен.

«0,35» — это масса бруска m . Ее надо разделить на полученный знаменатель, который находится сейчас в RY. При делении же числитель дол-

жен находится в RY, а знаменатель — в RX. А у нас пока все наоборот.

«ХУ». Об этой клавише мы еще не говорили. Она меняет местами содержимое регистров X и Y, не затрагивая остальных.

Что же, теперь у нас все стало на свои места, и можно провести действие. Нажимаем «ХУ». На экране — величина, обозначенная в наших формулах буквой F.

«ПЗ» — записали F в R3. Все промежуточные вычисления закончены. Можно приступать к вычислениям по последним двум формулам.

«0,11» — вновь вводим k.

«↑» и пересыпаем в RY.

«9,8» — в RX введена величина g. Все готово для получения произведения kg.

«ХХ». Произведение — в регистре X на экране.

«0,3» — записали ускорение a в RX и одновременно «подняли» прежнее содержимое RX в RY.

«+» — величина a + kg, на которую надо умножить коэффициент F для получения значения T, готова. Можно умножать. А где и находится F? В регистре R3. Можно извлечь его оттуда. Но нужно ли? Ведь величина F и так находится в RY. (Проделите ее путь сами.) Вот оно, удобство стека!

«ХХ» — одна из двух требуемых величин — сила натяжения нити T — вычислена. Перепишите ее значение в тетрадь. Приступим теперь к вычислению последней формулы.

«9,8» — вновь вводим ускорение свободного падения в регистр X.

«ИП 1» — извлекаем содержимое R1 (там хранится cosa) в RX.

«ХХ» — умножаем на g.

0,3 ИП 2 ХХ — делаем то же самое с величинами a и sina.

«->». Из первого произведения (оно как раз сейчас в RY) вычитаем второе. Получена величина gcosa — sina, которую осталось умножить на F.

«ИП 3 ХХ». Перед умножением мы переводим величину F из R3 в регистр X. На экране теперь последний результат: сила давления N в ньютонах. Расчет закончен.

Если все действия выполнены правильно, то ответ: $T = 5.7639597 \cdot 10^{-1}$, $N = 3.0594998$. Восемь значащих цифр результата приведены для того, чтобы вы могли проверить правильность своих вычислений. Вообще же ответ с такой точностью не нужен. Ведь величина g даёт всего с двумя значащими цифрами, поэтому и результат верен с точностью до двух знаков. Надо сказать, что вопрос о точности вычислений очень серьёзен и заслуживает более подробного рассмотрения. Мы сделаем это в одной из следующих статей.

Не показались ли вам манипуляции с микрокалькулятором сложными и утомительными? Наверняка, если вы

впервые за «пультом» своей ЭВМ. Но не отчаивайтесь. Заучивать таблицу умножения было не легче. После десятка-другого решенных задач вы приобретете нужные навыки и будете проводить вычисления с не меньшим автоматизмом, чем умножая на бумаге в столбик, только, естественно, намного быстрее.

Есть у вас, вероятно, и еще одна причина для недоумения. Уже вторая статья о программировании микрокалькуляторе подходит к концу, рассмотрено несколько примеров решения задач на нем, а о программировании как будто ни слова. Однако вы уже программируали. Ведь что такое программирование, как не набор инструкций, показывающих, в какой последовательности, над какими данными и какие операции должна проводить машина для получения результата! Другое дело, что программа не записывалась в память машины, а хранилась в вашей собственной памяти. Нужно было самим запоминать последовательность инструкций и давать машине указания об их выполнении. С таким же успехом можно записать программу целиком в память машины и поручить ей контроль за исполнением программы. Но было ли это нужно?

Программа вводится в микрокалькулятор с помощью тех же клавиш, которые мы нажимаем при ручном счете. Поэтому если требуется провести одиночный расчет, как в нашем примере, то ввод программы в микрокалькулятор никакой экономии времени не даст. Проще, удобнее и быстрее получить результат, последовательно вводя команды «из головы», то есть работая в режиме вычисления.

Иное дело, когда по одним и тем же формулам ведется расчет для разных значений исходных данных. Например, решая предыдущую задачу, искать не просто величины T и N, а их зависимость от угла α . В этом случае при ручной работе пришлось бы многократно вводить одну и ту же последовательность команд. Программу же можно ввести только один раз, после чего достаточно избирать значения угла и автоматически получать результаты.

Не обойтись без программы и при решении сложных уравнений. Ведь здесь приходится проводить однотипные операции при постоянно меняющихся входных данных — такова вообще характерная черта большинства численных методов приближенного решения задач, — позволяющие свести это решение к выполнению конечного числа арифметических действий над числами.

Итак, если перед вами задача, при решении которой приходится многократно выполнять однотипные действия, готовьте программу.

Первым этапом будет приведение формул к «машинному» виду. За-

В совместном постановлении «Об участии комсомольцев и молодежи в развитии, эффективном применении вычислительной техники и изучении основ ее использования», принятом Секретарнатом ЦК ВЛКСМ, Коллегией ГКНТ СССР, Президиумом АН СССР, Коллегиями Минвуза, Минпрома и ГК СССР по профессиональнотехническому образованию, подчеркивается важность ускоренного развития вычислительной техники как мощного средства повышения производительности и культуры труда, автоматизации процессов управления и производства. Постановлением, в частности, предусмотрено развернуть массовое движение молодежи по овладению основами вычислительной техники и программирования, постоянно заботиться об обучении работающей молодежи методам вычислительной математики и программирования, привлекать студенческую учащуюся молодежь к выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области информатики, вычислительной техники и автоматизации, организовывать новые студенческие вычислительные центры.

тем — поиск наилучшего метода решения, ведь порой одно и то же алгебраическое уравнение можно решить разными способами. Нужно выбрать именно такой, который, во-первых, вообще применим для решения данной задачи, во-вторых, может быть реализован на микрокалькуляторе, в-третьих, обеспечивает необходимую точность и, в-четвертых, позволяет получить результат за возможно короткое время. Сделав выбор, надо записать алгоритм, то есть последовательность действий, обеспечивающую получение результата по данному методу. Лучше всего нарисовать «портрет» алгоритма, так называемую блок-схему. (Описание алгоритмов — предмет одной из следующих статей цикла.) Теперь уж можно приступить к составлению программы. Хотя подождите минуту. Вооружитесь-ка сборниками программ для микрокалькуляторов, вдруг там имеется что-то нужное для вас. Рекомендуем: Цветков А., Епачиков В. Прикладные программы для микроЭВМ, «Финансист и статистика», 1984; Трохименко Я., Дубич Ф. Инженерно-технические расчеты на микрокалькуляторах. Киев, «Техника», 1980. И если здесь есть готовая программа, то можно ею воспользоваться. Кстати, подобные сборники помогут вам и в том случае, когда вы тренировки ради соберетесь написать программу, аналогичную имеющейся. Сравнив свою программу со «стандартной», вы легко сможете выявить плюсы и минусы своего произведения.

В следующей статье мы поговорим о наборе команд, используемых для написания программы, и о логике вашей машины.

вом углу экрана появляются цифры 00. Наш ПМК готов к приему программы.

Программа для ПМК представляет собой набор команда-инструкций, следуя которым машина обрабатывает информацию. Полная совокупность команд вместе с правилами их употребления и толкования образует язык микрокалькулятора. Как известно, учить иностранный язык лучше всего, разбирая написанные на нем несложные тексты. Вот и мы начнем с несложных программ — текстов на языке ПМК.

В предыдущей статье мы рассматривали решение простой физической задачи в режиме вычислений. Теперь для тех же целей напишем программу.

Напомним условие. Бруск массой $m = 350$ г скользит под действием силы, приложенной к нему под углом α . Ускорение бруска $a = 0,3 \text{ м/с}^2$, коэффициент трения $k = 0,11$. Ускорение свободного падения принять равным $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Найти зависимость силы натяжения нити T и давления бруска на поверхность N от угла α .

В общем виде решение записывается формулами:

$$x = \cos \alpha; \quad y = \sin \alpha; \quad z = \frac{m}{x + ky};$$

$$T = z(a + kg); \quad N = z(gx - ay),$$

уже приведенными к виду, наиболее удобному для программирования.

А это — программа. Она записа-



Логика микрокаль- кулятора

ИГОРЬ ДАНИЛОВ, кандидат
технических наук

Почему микрокалькулятор называется программируемым? Потому что в его память можно записать программу. Но как это сделать?

Режим ввода программы устанавливается клавишами «F ПРГ». Подобно тому как использование переключателя «Р—Г» не подразумевает совершения конкретных операций, клавиша «ПРГ» тоже лишь задает режим интерпретации вводимой информации. Режим же вычислений (не совсем удачно названный в «Руководстве по эксплуатации» автоматической работой) автоматически устанавливается при включении микрокалькулятора. А если нужно перейти к режиму вычислений после ввода программы, необходимо нажать клавиши «F АВТ».

Итак, включаем микрокалькулятор, и нажимаем клавиши «F ПРГ». В пра-

АДРЕС	КОМАНДА	КОД	АДРЕС	КОМАНДА	КОД
00	F cos	1Г	16	+	10
01	П1	41	17	х	12
02	F Bx	0	18	с/п	50
03	F Sin	1С	19	ИПД	6Г
04	П2	42	20	ИП1	61
05	ИПВ	61	21	х	12
06	×	12	22	ИПА	6-
07	+	10	23	ИП2	62
08	ИПС	6С	24	х	12
09	↔	14	25	-	11
10	÷	13	26	ИПЗ	63
11	П3	43	27	х	12
12	ИПВ	6L	28	с/п	50
13	ИПД	6г	29	БП	51
14	×	12	30	00	00
15	ИПА	6-			

КОМАНДА	ИНДИКАТОР				
Fcos	1Г			01	
П 1	41	1Г		02	
F Вх	0	41	1Г	03	
F Sin	1С	0	41	04	

иа в трех колонках: первая — адрес команды, вторая — сама команда (клавиши, нажимаемые при вводе), третья — код команды. На втором рисунке в первой колонке — команда, во второй — содержимое экрана после ее ввода. Крайнее слева число — код последней введенной команды, затем коды двух предыдущих и, наконец, последняя пара цифр — адрес команды, которую надо вводить. Нам коды нужны для визуального контроля правильности ввода, для машины же они являются именами, названиями команд. Каждый код — двузначное число, правда, не и десятичной, а в шестнадцатеричной системе счисления. Хранится код каждой введенной команды в ячейке, адрес которой высвечивается на экране перед вводом этой команды.

Но как быть, если при вводе допущена ошибка? Если вы увидели, что код набранной команды не соответствует записанному в третьем столбце программы, то нажмите клавишу

«ШГ» (шаг назад) и повторите ввод. Например, при вводе программы на экране светятся цифры: 1Г 0 41 04. Значит, при вводе команды по адресу 03 произошла ошибка: вместо синуса введен косинус. Нажимаем

«ШГ», на экране: 0 41 1Г 03. Повторяю ввод команды «F sin». Читаем: 1С 0 41 04. Теперь все верно.

Но вот программа введена. Если сравнить ее с последовательностью нажатия клавиш для решения задачи из предыдущего выпуска, то легко убедиться, что программа почти полностью повторяет тот же набор. Те же символы знаков операций (сложение — команды по адресам 07 и 16, вычитание — по адресу 25, умножение — 06, 14, 17, 21 и 24), обращение к функциям (sin — адрес 03, cos — адрес 00), команда перемены местами содержимого регистров X и Y (адрес 09) и вызовы содержимого регистра XI в регистр X (адрес 02). Но две команды нам еще не встречались. Это «С/П» (18 и 28) и «БП 00». Последняя команда в отличие от всех предыдущих размещается в двух смежных ячейках (по адресам 29 и 30).

Команда «С/П» (стоп/пуск) используется в программе для прекращения процесса вычислений, останова, как говорят программисты. В нашем случае остановы записаны после вычисления величин T и N, чтобы можно было считать их значения с ин-

дикатора. В режиме вычислений эта команда останавливает либо запускает программу.

Команда «БП 00» (в общем случае — «БПп», где пп — двузначное число от 00 до 97) читается так: безусловный переход на адрес 00. Она прерывает последовательное выполнение команд, записанных в программе. Следующий после этой команды выполняется та, что записана по адресу 00. У нас она введена для того, чтобы по окончании расчета величин T и N для заданного угла α передать управление к началу программы, обеспечив тем самым возможность расчета при искомом значении угла.

После того как программа введена и записана в память, нужно перевести наш ПМК в режим вычислений. Нажимаем клавиши «F ABТ». Машинка готова считать, но она пока что «не знает» числовых значений величин. На их месте записаны команды «ИП А», «ИП В» и т. д. Величина должна быть записана в регистр RA, k — в RB, m — в RC, и g — в RD. Но сами они туда не попадут, их надо ввести. После установки режима вычислений набираем на клавиатуре нужное число, затем нажимаем клавиши «П» и номер регистра. Проведем эту работу: «0.3 ПА», «0.11 ПВ», «0.35 ПС», «9.8 ПД». Величины a, k, m и g записаны в соответствующие регистры. Теперь нужно сделать так, чтобы программа начала работать с этого адреса, где записана ее первая команда (в нашем случае с нулевого). Нажимаем клавишу «В/О» (возврат/очистка). Наконец, нужно ввести переменную величину, значение угла α в градусах в регистр X (проверьте заодно, установлен ли переключатель «Р—Г» в положение «Г»). Набираем на клавиатуре нужное число, для начала 40. Нажимаем клавиши «С/П» запускает программу на счет. Примерно через 10 с на индикаторе появляется: 5.7639597—01. Первые 8 цифр — мантисса числа, две последние со знаком — порядок числа. Снова нажимаем «С/П». Секунд через пять считываем второе число: 3.0594998. Если числа на эк-

ране другие, значит, при вводе программы допущена ошибка. Простейший путь исправить ее — выключить калькулятор, секунд через десять включить вновь и повторить ввод программы, строго контролируя каждый шаг.

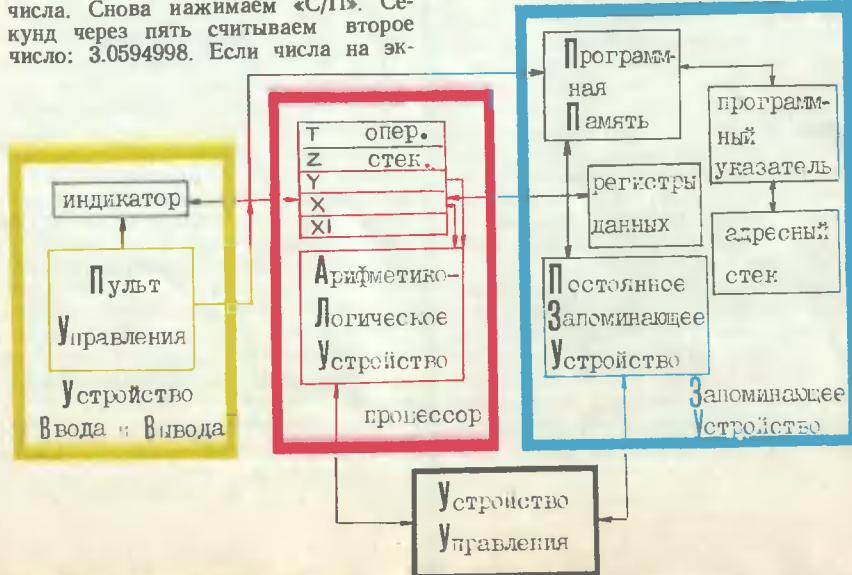
Если же числа совпали, можно продолжать расчеты. Теперь достаточно набирать на клавиатуре значение угла в градусах и нажимать на клавишу «С/П». По результатам можно построить графики. Интересно, например, выяснить, при каком значении угла сила давления бруска на поверхность равна нулю. Правда, точное значение этого угла получить невозможно, зато его можно определить с большой степенью точности. Кстати, почему сила давления меняет знак? Что за смысл в отрицательном давлении? Чтобы ответить на этот вопрос, не обойтись без знания физики. Вот и пример использования ПМК при изучении этой науки.

Но вернемся к самому микрокалькулятору. Когда программа запущена, на экране мелькают цифры. Что происходит в это время внутри ПМК?

Принципиальная схема микрокалькулятора изображена на рисунке. Основными ее элементами являются устройство ввода и вывода информации (УВВ), устройство преобразования информации (процессор), запоминающее устройство (ЗУ) и устройство управления (УУ).

Устройство ввода и вывода — единственное, которое мы непосредственно видим. Состоит оно из клавиатуры, совмещающей функции устройства ввода и пульта управления, и индикатора. Программа и числа, вводимые с клавиатуры, отображаются на индикаторе. Туда же выводятся результаты вычислений. Индикатор, вообще говоря, — единственное «сокно» в память машины, с помощью которого можно получить сведения о ее содержимом.

Команда, введенная с клавиатуры, попадает в запоминающее уст-



ройство. Состоит ЗУ из нескольких различных секций: программа память, регистры данных, постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), а также программный указатель и адресный стек.

Программная память (ПП) представляет собой набор ячеек, в каждую из которых можно записать один код. Всего таких ячеек 98, нумеруются они двузначными числами от 00 до 97. Количество ячеек определяет максимальную длину программы, которую можно ввести в память микрокалькулятора. Организована ПП наподобие «колеса обозрения». Адрес текущей ячейки записывается в программном указателе. При вводе команды адрес этот автоматически увеличивается на единицу и «колесо» поворачивается, подготавливая следующую «кабинку» (ячейку) для приема очередного «пассажира» (команды). Содержимое программного указателя можно изменять — с пульта или программным путем (об этом позже). При этом «колесо» может поворачиваться в любую сторону на заданное число позиций. Когда все 98 ячеек программной памяти заполнены, попытка ввести новую команду приводит к повороту «колеса» в начальное положение и команда попадает в первый адрес памяти, естественно стирая его старое содержимое.

Адресный стек состоит из пяти ячеек и используется для запоминания адреса команды, на которую нужно передать управление после окончания работы какой-либо подпрограммы (об использовании подпрограмм будет сказано в одной из следующих статей).

Регистры данных служат для записи и хранения числовой информации. Всего их 14. Таково максимальное количество чисел, которые можно одновременно хранить в памяти ПМК.

Постоянное запоминающее устройство содержит программы, которые, собственно, и организуют процесс вычислений. Эти программы нельзя изменить, они реализованы не программно, а аппаратурно, то есть представляют собой совокупность

$$10 + 10 = 100!$$

Это не ошибка и не опечатка. Именно такой результат получается, если числа записаны в двоичной системе счисления.

Системой счисления называется способ выражения и записи чисел. Числа записываются в виде последовательности специальных символов. Смысл каждого символа зависит от позиции или разряда, в котором он записан. Количество единиц младшего разряда, объединенного в одну единицу старшего, называется основанием системы, а символы, используемые для обозначения единиц каждого разряда, — цифрами.

Наиболее употребительна десятичная система. Мы настолько привыкли к этой системе, что «раскрываем» любое число не задумываясь. Например, $512 = 2 + 1 \cdot 10 + 5 \cdot 10^2$. Эта система представляется нам столь же естественной, как ребенку — родной язык. Но любая система счисления столь же естественна, как и любой язык. В вычислительной технике используются двоичная, восьмеричная и шестнадцатеричная система. Двоичная — самая простая и наиболее удобная для технической реализации. Цифр в ней всего две — 0 и 1. Кода в разряде (а называется двоичный разряд «бит»; несколько двоичных разрядов, чаще всего восемь, объединяются в

электронных схемах. Их нельзя даже прочесть, к ним можно лишь обращаться и получать результаты их работы. Именно программы из ПЗУ подсчитывают значения функций, названия которых записаны на клавиатуре, обеспечивают выполнение арифметических операций.

Выполняет же все операции по программам, хранящимся в ПЗУ, процессор — точнее, арифметико-логическое устройство (АЛУ), работающее совместно с операционным стеком. В этом стеке 5 регистров: X_1, X, Y, Z, T . Числа движутся по регистрам либо автоматически (при выполнении некоторых операций), либо подчиняясь специальным командам. Подробно движение информации в стековых регистрах будет рассмотрено в одной из следующих статей. Особо важны два регистра: X и Y . Из них АЛУ черпает числовую информацию для выполнения двухместных операций: сложения, вычитания, умножения, деления и возведения в степень. Одноместные операции: извлечение квадратного корня, возведение в квадрат, вычисление тригонометрических функций и т. д. — производятся над содержимым регистра X .

В соответствии с кодом команды АЛУ вырабатывает результат операции и помещает его в регистр X . На экране отображается лишь содержимое этого регистра. Так что на индикаторе во время работы ПМК мелькают промежуточные результаты вычислений, появляющиеся в регистре X .

Наконец, устройство управления обеспечивает совместную работу всех блоков ПМК.

Зная функции отдельных элементов микрокалькулятора, проследим теперь полный цикл его работы при выполнении программы. Предположим, что она уже введена в память, установлена режим вычислений и все необходимые числа введены в нужные регистры. Нажмом клавиши «В/О» мы очищаем программный указатель, то есть устанавливаем его содержимое равным нулю. Клавиша «С/П» запускает программу. Устройство управления считывает команду,

адрес которой записан в программном указателе. После ее анализа и определения типа операции команда пересыпается в АЛУ. По сигналам, поступившим из УУ, процессор вырабатывает результат операции. Затем УУ опрашивает программный указатель и выясняет, какая команда должна выполняться следующей. Потом цикл повторяется. Время выполнения цикла зависит от типа команды и колеблется от десятых долей секунды для команд типа записи и считывания, а также операций типа сложения, до нескольких секунд для вычисления тригонометрических функций. Знание времени выполнения отдельных команд помогает строить более быстродействующие программы.

Теперь подведем итоги.

1. Микрокалькулятор может работать в двух режимах: 1) ввода и редактирования программ и 2) вычислений. Первый устанавливается клавишами «F ПРГ», второй — «F АВТ». При включении ПМК автоматически устанавливается режим вычислений.

2. Программа для микрокалькулятора состоит из последовательности команд, вводится с клавиатуры и записывается в программную память. Помните, что адрес, который высвечивается при вводе в правом углу индикатора, — это адрес следующей вводимой команды.

3. Порядок работы с программой.

- 1) Установить режим «F ПРГ».
- 2) Ввести программу.
- 3) Перейти в режим вычислений «F АВТ».
- 4) Ввести постоянные в адресуемые регистры.
- 5) Установить начальный адрес считывания программы.
- 6) Набрать на клавиатуре значение переменного параметра.
- 7) Запустить программу на счет.
- 8) Если нужно повторить расчет для другого значения переменного параметра, перейти к пункту 6.

4. Максимальная длина программы — 98 шагов, максимальное количество чисел, которые могут одновременно храниться в памяти, — 14.

«байт» — величину, с которой ЭВМ работает как с одним целым) накапливаются две единицы, то они заменяются единицей старшего разряда. Число 2_{10} (цифра внизу обозначается основание системы) в двоичной системе записывается как 10_2 . Вообще любое число, записанное в p -ричной системе, переводится в десятичную очень просто. К последней p -ричной цифре прибавляется предпоследняя, умноженная на p^1 , и т. д. Скажем, двоичное число $101_2 = 1 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 2^2 = 5_{10}$. Привлекательность двоичной системы, как уже говорилось, — в простоте технической реализации. Каждый разряд — это некоторое устройство, которое может находиться всего в двух состояниях.

В микрокалькуляторе для размещения одного символа кода отводится «тетрада» — четыре двоичных разряда. Легко подсчитать максимальное число, которое можно записать таким образом: $1111_2 = 1 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 = 15_{10}$. Значит, коды должны изображаться числами в шестнадцатеричной системе. Так как десятичных знаков для изображения таких чисел не хватает, приходится «выдумывать» дополнительные символы. В ПМК число 10 изображается символом «», 11 — «L», 12 — «С», 13 — «Г», 14 — «Е». «Цифра» 15 в обозначениях кодов не используется.



Язык микрокалькулятора

ИГОРЬ ДАНИЛОВ,
кандидат технических наук

Язык микрокалькулятора (как и любой язык) представляет собой набор символов, а также правил, определяющих, как с помощью этих символов писать и понимать написанное.

Правда, в отличие, скажем, от русского языка, где слова расчленяются на буквы, изменяются при склонении или спряжении, язык микрокалькулятора напоминает скорее китайский либо ипонский. Его «словарь» состоит из исклоняемых слов-иероглифов, и лишь порядком их следования определяется смысл текстов — программ для ПМК. Каждый из иероглифов — это имя команды: надпись на клавише или над ней (а в нижнем ряду — и под клавишей). Клавиши К и F самостоятельной роли не играют: по своему действию

они подобны переключателю регистров пишущей машинки. Если требуется иероглиф, начертанный на клавише, то нужно нажать только ее, если же иероглиф, написанный над клавишей, то предварительно необходимо воспользоваться клавишей F (а в некоторых случаях — клавишей K). Каждая команда, независимо от количества нажимаемых клавиш (а оно для некоторых команд доходит до трех), отображается в памяти и на индикаторе одним двузначным шестнадцатиричным числом — кодом. Исключение составляют команды переходов: после них указывается адрес перехода, поэтому за кодом команды обязательно следует код этого адреса.

Полный набор команд «Электроники Б3-34» приведен в таблице. Ею могут пользоваться и владельцы микрокалькуляторов «Электроника МК-54» и «Электроника МК-56» — система команд у них та же самая. Различаются лишь некоторые обозначения $X \rightarrow \Pi$ вместо Π , $\Pi \rightarrow X$ вместо ИП, $X \leftarrow Y$ вместо $\bar{X}Y$ и $B \uparrow$ вместо \uparrow , а также названия обратных тригонометрических функций — \sin^{-1} , \cos^{-1} , tg^{-1} вместо \arcsin , \arccos , arctg . Смысл же операций и их коды полностью идентичные приведенным в таблице.

Условно всю совокупность команд можно разбить на два класса. К первому относятся команды, используемые в программах; ко второму — команды, предписывающие порядок работы ПМК. Последние вводятся в режиме вычислений; мы рассмотрим их при описании процесса отладки программ.

Первый класс можно подразделить на четыре группы: 1) вычислительные команды; 2) команды обмена информацией; 3) команды управления ходом вычислений; 4) команды, использующие режим косвенной адресации. Последние по своим функциям не отличаются от команд второй и третьей групп, но, поскольку используют иной режим адресации, будут рассмотрены отдельно. Особняком стоит команда К НОП.

К первой группе относятся прежде всего команды арифметических операций: сложение + (код 10), вычитание — (11), умножение \times (12) и деление \div (13). Все они двухместные — работают с содержимым двух регистров стека X и Y, причем при вычитании в X записывается вычитаемое, а при делении — делитель. Результат каждой из арифметических операций заносится в регистр X, прежнее содержимое этого регистра перемещается в XI. То, что было в Y, пропадает, замещаясь числом из регистра Z, а в Z заносится содержимое регистра T. Но при этом прежнее содержимое регистра T остается и на своем месте.

Надо сказать, что микрокалькулятор способен работать не со всяки-

ми числами. Максимальное не должно превосходить 10^{100} (точнее, $9,999999 \cdot 10^{99}$), минимальное должно быть не меньше 10^{-99} — в противном случае вместо нормального носициразрядного числа в память и на индикатор запишется «чистый» нуль. Наибольшую осторожность надо соблюдать при умножениях и делениях. Иногда случается, что конечный результат цепочки операций лежит в пределах возможностей ПМК, а на промежуточном этапе возникает автостарт. Его можно избежать, правильно организуя процесс вычислений.

Рассмотрим простой пример. Нужно вычислить значение дроби $\frac{a}{b}$, где $a = 2 \cdot 10^{51}$, $b = 3 \cdot 10^{49}$, $c = -4 \cdot 10^{50}$. Легко видеть, что результат $(1,5 \cdot 10^{50})$ лежит в допустимых пределах. Но если соответствующий фрагмент программы записать так: ИП А, ИП В, \times , ИП С, \div , то есть сначала выполнять умножение (мы считаем, что исходные величины хранятся в одноименных регистрах), то после первого же действия получается число $6 \cdot 10^{100}$, возникает «аварийный» останов, на экране появляется сообщение ЕГГОГ и вычисления прекращаются. Если же выполнять сначала деление (например, записать тот же фрагмент так: ИП А, ИП С, \div , ИП В, \times), то никаких неприятностей не произойдет.

К арифметическим можно отнести и команду (—) (код 0L). Она односторонняя, использует только регистр X. При ее выполнении меняется знак числа, находящегося в этом регистре (плюс на минус или наоборот).

Остальные вычислительные команды используются для расчета значений различных функций. Их названия написаны над соответствующими клавишами. Чтобы получить значение какой-либо из них, нужно предварительно нажать клавишу F, но для краткости при описании команд мы ее упоминать не будем.

Какие же функции доступны нашему ПМК? Вот они: извлечение квадратного корня $\sqrt{}$ (код 21); возведение в квадрат X^2 (22); получение обратной величины $1/X$ (23); возведение числа 10 в любую степень 10^x (15) и возведение в степень числа e, основания натуральных логарифмов e^x (16); вычисление десятичного и натурального логарифмов \lg (17) и \ln (18); вычисление тригонометрических функций (аргументы могут быть заданы как в градусах, так и в радианах) \sin (1C), \cos (1Г), tg (1E), а также обратных тригонометрических функций \arcsin (19), \arccos (1—) и arctg (1L). Аргумент для каждой из этих функций берется из регистра X, туда же записывается результат, а аргумент после выполнения операции перемещается в XI. Содержимое других регистров не меняется.

ДЛЯ ВСЕХ ПРОФЕССИЙ

Особняком среди команд подобного рода стоит X^2 (24) — возвведение произвольного числа и любую степень. Возводимое число берется из регистра X, а показатель степени — из Y. После выполнения команды результат, как и обычно, заносится в X, то, что было там прежде, переходит в XI, а вот содержимое Y, как и остальных регистров, остается на месте. Отметим, что эту команду «Электроника Б3-34» выполняет хуже других: результата приходится ждать долго, да и точности его ниже, чем при выполнении других команд. Так, 2^{2^2} , вычисление по этой команде,

на для отрицательных оснований. При вычислении тригонометрических функций запрещается выбирать в качестве аргумента числа, превышающие 10^{10} (независимо от того, измеряются ли они в градусах или в радианах).

Напомним, что в микрокалькуляторах типа «Электроника Б3-34» используется обратная бесскобочная (или польская) запись арифметических выражений. Сначала высчитываются аргументы операции, а потом ее символ — например, не $a \times b$, а abX ; не \sqrt{c} , а $c \sqrt{}$.

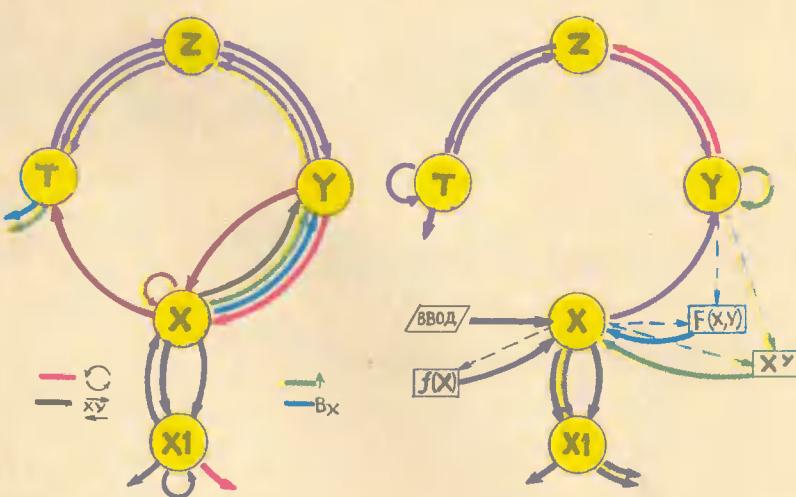
При составлении программ нужно

F Bx используется для вызова содержимого регистра предыдущего результата (XI) в регистр X. В остальном ее действие подобно действию предыдущей команды; сдвиг чисел в стеке «снизу вверх» и вытеснение содержимого регистра T. Команда $\bar{X}Y$ меняет местами содержимое регистров X и Y, при этом число находившееся в регистре X, дополнительно копируется и в регистре XI вытесняется его прежнее содержимое. То, что было в остальных регистрах, при этом не меняется. F \bar{O} совершает круговой обмен: число из регистра X перемещается в T, содержимое Y передвигается в X, Z — в Y, а T — в Z. Пропадает при этом только содержимое регистра XI: туда копируется число из X. Движение информации при выполнении всех этих команд отражено на диаграммах.

Есть 14 команд, позволяющих пересыпать содержимое регистра X в адресуемые регистры (или регистры данных). Всего их тоже 14. Первые десять обозначаются цифрами от 0 до 9, последние — буквами A, B, C, D. Для занесения в них информации служат команды: П0 (код 40), П1 (41)... П9 (49), ПА (4—), ПВ (4L), ПС (4C) и ПД (4G). Каждая из команд требует набора двух клавиш: П я номера регистра (цифры или буквы), но, как мы видим, отображаются они одним кодом — как в памяти, так и на индикаторе. Обратите внимание, что буквы А, В, С и Д написаны под клавишами, но после нажатия клавиши П воспринимаются именно они.

Для вызова информации из адресуемых регистров в регистр X служат команды ИП0 (код 60)... ИП9 (69), ИП А (6—), ИП Д (6G). Условно к ним можно отнести и команду F \bar{x} , действие которой заключается в вызове записанного в ПЗУ числа x в регистр X.

В языке микрокалькулятора есть специальных команд ввода. Числа просто набираются на клавиатуре и автоматически заносятся в регистр X. Однако можно хранить числа и в программной памяти. Например, если нужно умножить содержимое регистра 0 на 2, мы пишем обычно ИП0, 2, \times . Теперь при работе программы число 2 вводить не надо — оно занесено в программную память, занимая в ней одну ячейку. Для многозначных чисел такая практика, как правило, нецелесообразна. Например, если мы решим занести в программную память вместо двойки число 2,58, то соответствующий фрагмент программы будет выглядеть так: ИП0, 2, «», 5, 8, \times . Однако это занимает целых четыре ячейки — слишком много! Однако если все адресуемые регистры заняты, а в ПЗУ место есть, то волей-неволей приходится прибегать и к этому способу. Коды цифр совпадают с ними самими



Движение информации по регистрам стека при выполнении команд обмена информацией (слева), ввода и вычислительных операций (справа).

«крайне» 3,9999996. А вот если использовать команду X^2 , результат равен в точности четырем. Калькуляторы же первых выпусков при выполнении команды X^2 иногда вообще ошибаются. Так что рекомендуем по возможности ее избегать.

Вычислительные команды способны работать и со всеми возможными числами. Иногда это ограничения чисто математические (нельзя, скажем, извлечь квадратный корень из отрицательного числа или вычислить его логарифм), иногда диктуются возможностями ПМК. Поскольку числа, доступные микрокалькулятору, ограничены по абсолютной величине, то аргументы функций 10^x и e^x не могут превосходить соответственно 99,99999 и 230,25. Не допускаются и отрицательные аргументы, по абсолютной величине превосходящие эти числа. Функции X^y , независимо от величины показателя, не определены

следить, чтобы перед совершением каждой арифметической операции стек был заполнен так, как требуется для ее выполнения.

Перемещением чисел по регистрам стека и по регистрам данных «заведут» команды второй группы (команды обмена информацией). Это ↑ (OE), F Bx (0), $\bar{X}Y$ (14) и F \bar{O} (25)¹. Первый из них, ↑, используется чаще всего для разделения вводимых чисел. Она сдвигает числа в стеке «снизу вверх» (см. рис.), сохраняя содержимое регистра X и выбрасывая за пределы стека число, хранившееся в регистре T.

¹ Для последней команды на панели ПМК используется другой символ (две стрелки, замкнутые в окружность), но мы по производственным соображениям будем в дальнейшем использовать близкий по начертанию и по смыслу символ 0.

(от 00 до 09); кроме них, при вводе чисел в ПП используются символы «,» (код 0—) и ВП (0C) — ввод порядка. Так, для записи в ПП числа $1,6 \cdot 10^{-19}$ (заряд электрона в кулонах) нужно ввести команды: 1, «,», 6, ВП, 1, 9, /—/.

Последняя команда этой группы — Сх (код 0F). Она «стирает» содержимое регистра X (вернее, засыпает туда число 0).

Рассмотренных команд достаточно для написания несложных программ, производящих вычисления по последовательным формулам. Однако для многих задач этого набора недоста-

ществует вычислений, когда нужно либо прочесть полученный результат, либо ввести с клавиатуры какие-нибудь числа или предписывающие команды. В каждой программе обязательно есть хотя бы одна команда С/П — не может же программа работать бесконечно!

Команда безусловного перехода БП (51) передает управление команде, адрес которой записан сразу после нее. Фактически она занимает в памяти две смежные ячейки: в первой записан код 51, во второй — другое двузначное число, адрес перехода. Так что две цифры подряд,

называется так. Если число, находящееся в регистре X, меньше нуля, то выполняется команда, следующая за приведенным фрагментом, в противном случае — команда, код которой записан по адресу 23. Команды условного перехода четыре: $x < 0$ (5C), $x = 0$ (5E), $x \neq 0$ (57), $x > 0$ (59). Поскольку названия их написаны над клавишами, то перед ними нужно нажимать клавишу F.

Есть среди команд перехода четыре команды, предназначенные для организации циклов — многократного выполнения заданной последовательности команд. Это L0 (код 5Г),

2-й символ

1-й символ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-	L	C	G	E
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	?	/—/	ВП	Сх	↑ FBx
1	+	-	×	÷	X ^Y	F10 ^x	Fe ^x	Flg	Fln	Fasgn	Fasctg	Fsin	Fcos	Ftg	
2	F ₀	F _v	F _{x^2}	F _{1/x}	F _{x^y}	F ₀									
3															
4	П0	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	ПА	ПВ	ПС	ПД	
5	С/П	БП	В/0	ПП	КНОП										
6	ИП0	ИП1	ИП2	ИП3	ИП4	ИП5	ИП6	ИП7	ИП8	ИП9	ИПА	ИПВ	ИПС	ИПД	
7	K _{x \neq 0}	K _{x \neq 1}	K _{x \neq 2}	K _{x \neq 3}	K _{x \neq 4}	K _{x \neq 5}	K _{x \neq 6}	K _{x \neq 7}	K _{x \neq 8}	K _{x \neq 9}	K _{x = 0}	K _{x = 1}	K _{x = 0}	K _{x = 1}	
8	КБП0	КБП1	КБП2	КБП3	КБП4	КБП5	КБП6	КБП7	КБП8	КБП9	КБПА	КБПВ	КБПС	КБПД	
9	K _{x \geq 0}	K _{x \geq 1}	K _{x \geq 2}	K _{x \geq 3}	K _{x \geq 4}	K _{x \geq 5}	K _{x \geq 6}	K _{x \geq 7}	K _{x \geq 8}	K _{x \geq 9}	K _{x \geq 0}	K _{x \geq 1}	K _{x \geq 0}	K _{x \geq 1}	
-	КПП0	КПП1	КПП2	КПП3	КПП4	КПП5	КПП6	КПП7	КПП8	КПП9	КППА	КППВ	КППС	КППД	
L	КП0	КП1	КП2	КП3	КП4	КП5	КП6	КП7	КП8	КП9	КПА	КПВ	КПС	КПД	
C	K _{x < 0}	K _{x < 1}	K _{x < 2}	K _{x < 3}	K _{x < 4}	K _{x < 5}	K _{x < 6}	K _{x < 7}	K _{x < 8}	K _{x < 9}	K _{x < 0}	K _{x < 1}	K _{x < 0}	K _{x < 1}	
G	КИП0	КИП1	КИП2	КИП3	КИП4	КИП5	КИП6	КИП7	КИП8	КИП9	КИПА	КИПВ	КИПС	КИПД	
E	K _{x=0}	K _{x=1}	K _{x=2}	K _{x=3}	K _{x=4}	K _{x=5}	K _{x=6}	K _{x=7}	K _{x=8}	K _{x=9}	K _{x=0}	K _{x=1}	K _{x=0}	K _{x=1}	

точно. Даже при решении элементарного квадратного уравнения требуется сначала проверить знак дискриминанта квадратного трехчлена, чтобы знать, вычислять ли действительные корни уравнения, или же действительную и мнимую части корней комплексных. То есть нужно сначала выбрать путь и лишь потом начинать вычисления.

В языке микрокалькулятора имеются средства для проведения подобных операций. Это команды управления программой.

Наиболее часто употребляется команда останова С/П (код 50). Она используется для приостановки про-

цесса вычислений, когда нужно либо прочесть полученный результат, либо ввести с клавиатуры какие-нибудь числа или предписывающие команды. В каждой программе обязательно есть хотя бы одна команда С/П — не может же программа работать бесконечно!

Команды условного перехода тоже передают управление, но лишь при выполнении определенных условий. В качестве условия в этих командах нашего ПМК используется сравнение содержимого регистра X с нулем. Если условие, записанное в команде, выполнено, то управление передается на следующую по порядку команду, в противном случае — по указанному адресу. Например, условный переход $x < 0$, 23 выпол-

L1 (5L), L2 (58) и L3 (5—). Перед каждой из них тоже, естественно, нажимается клавиша F. А после каждой указывается адрес перехода. При обращении к одной из команд организации цикла из содержимого соответствующего (имеющего тот же номер) регистра данных вычитается единица, и, если результат не равен нулю, управление передается по указанному адресу перехода. Если же результат равен нулю, цикл завершается, и выполняется команда, записанная после адреса перехода. Таким образом, заслав в один из первых четырех регистров данных некоторое число n, мы получаем воз-

можность выполнить некоторую часть программы n раз.

Последняя из программ перехода — это ПП (код 53) — переход на подпрограмму. Структура ее та же, как и у остальных: сначала записывается сама команда, за ней — адрес перехода. Но в отличие от команды БП она не только «безусловно» передает управление по заданному адресу, но и после отработки подпрограммы — а последнюю обязательно завершает команда В/О (возврат/очистка, код 52), — автоматически возвращает программу «на старое место» — к команде, следующей за ПП.

Особняком стоит команда К НОП (код 54), которая набирается двумя клавишами К и НОП. Это — «пустая» команда, она не совершает никаких действий. Употребляется обычно при отладке программ: если выяснится, что одна из команд лишняя, то, чтобы не переписывать остальные, на ее место записывают «пустую» команду.

Команды косвенной адресации мы рассмотрим позже. Подведем краткие итоги.

1. Язык микрокалькулятора — это набор команд, имена которых написаны на клавиатуре. Чтобы использовать команды, названия которых даны над клавишами, нужно предварительно нажать клавишу F. Перед командой НОП нужно нажать клавишу К.

2. Каждая вычислительная команда размещается в одной ячейке памяти.

3. Результаты работы вычислительных команд помещаются в регистр X. Исходные данные для одноместных операций черпаются из этого же регистра, а для двуместных — из регистров X и Y.

4. Во всех операциях по записи информации в регистры данных и по ее извлечению обязательно участвует регистр X. В регистры данных можно засыпать только его содержимое, и только в него можно считывать числа из этих регистров.

5. Команды перехода записываются в двух смежных ячейках памяти (в первой — сама команда, во второй — адрес перехода). Адрес перехода обязательно набирается в виде двухзначного числа.

6. При использовании вычислительных команд нужно следить за тем, верно ли расположены в регистрах стека аргументы операций, и, кроме того, помнить об ограничениях, накладываемых на величину аргументов. Если последняя выходит за пределы допустимых ограничений, работа программы прекращается и на индикатор выводится сообщение ЕГГОГ.

7. Страйтесь по возможности избегать употребления команды Ху. Работает она медленно, а ошибки при вычислениях дает большие.



Блок-схема — портрет программы

ИГОРЬ ДАНИЛОВ, кандидат
технических наук

Что необходимо для составления программы? На вопрос этот можно ответить в двух словах, только для непосвященного каждое из них требует особого пояснения.

Первое из этих слов — алгоритм, то есть точное предписание, определяющее процесс переработки исходных данных в искомый результат.

Рассмотрим конкретный пример. Как известно, корни квадратного уравнения $ax^2+bx+c=0$ вычисляются по формулам:

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

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

Где здесь исходные данные? Набор коэффициентов a , b , c . Чем определяется искомый результат? Двумя приведенными формулами. В чем заключается процесс переработки исходных данных? В вычислениях по этим формулам.

Читатель, изучившийся приводить расчетные формулы к «машинному» виду, легко сделает это и на сей раз:

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

Эта последовательность формул и будет уточненным алгоритмом.

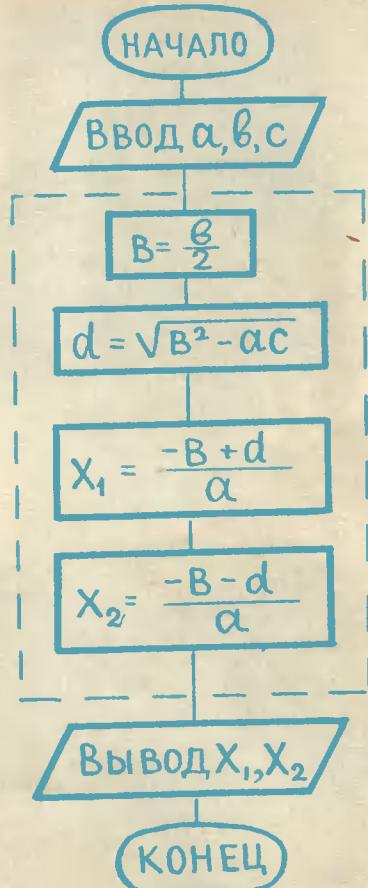
Второе слово — блок-схема. Так программисты называют своеобразный «графический портрет» алгоритма, согласно которому будет решаться задача. Блок-схема является незаменимым подспорьем при разработке программы. Даже опытные программисты, как правило, начинают работу над программой с наброска блок-схемы. При дальнейшей детализации она уточняется настолько, что перевод ее на язык команд почти не требует напряжения мысли.

Чтобы нарисовать блок-схему, особых дарований не требуется. Для обозначения блоков, составных элементов блок-схемы, достаточно четырех фигур: это круг, прямоугольник, параллелограмм и ромб. В верхней части блок-схемы находятся кружок с надписью «Начало», в нижней — со словом «Конец». Все остальные блоки располагаются между этими двумя.

Параллелограммы со словами «Ввод» и «Вывод» указывают, в каких местах программы нужно вводить исходные данные или выводить на индикатор результаты вычислений. Сам же вычисления — формулы либо слова — описываются в прямоугольниках. Последовательно нарисованные прямоугольники можно объединять. К примеру, в нашей блок-схеме вычисления по всем формулам можно описать единственным блоком (намечено пунктиром).

Линии, соединяющие блоки, показывают последовательность обработки данных. «Положительными» считаются направления вниз и вправо. Если информация движется по этим направлениям, стрелки на линиях можно не ставить. В иных случаях стрелки обязательны.

Наша блок-схема проста, но «работает» она не при всех значениях a , b , c . Что будет, например, если $a=0$? Уравнение при этом отнюдь не усложняется — наоборот, превращается в более простое, линейное, с единственным корнем $x = -\frac{c}{b}$. Человек-вычислитель реагирует на подобные обстоятельства автоматично.



ски: в его памяти есть для этого необходимая информация. А в памяти машины имеется лишь то, что туда заложит человек — разработчик или программист. Разработчики ПМК вложили в него предсторежение: делить на ноль нельзя. А в наших формулах для корней квадратного уравнения есть деление на a . На a , которое равно нулю. И машина не сможет справиться с задачей, хотя та и стала проще. Произойдет аварийный останов, и на индикаторе загорится: ЕГГОГ.

Значит, нужно научить нашего электронного помощника, как поступать в столь каверзных ситуациях! Иначе говоря, предусмотреть в алгоритме все мыслимые варианты исходных данных.

Ясно, что раз при $a=0$ расчеты следует производить по другим формулам, значит, нужно вставить в программу блок, где машина бы проверяла коэффициент a на равенство нулю и в зависимости от результата проверки выбирала путь решения. Может далее статья, что и $a=0$ и $b=0$. Тогда из уравнения выпадает неизвестная величина x , и решать его вообще не имеет смысла. Нужно научить машину реагировать и на такое сочетание коэффициентов.

Да и выполнения неравенства $a \neq 0$ еще недостаточно, чтобы без опаски вести расчеты по выписанным формулам. Ведь если дискриминант уравнения отрицателен, то оно имеет два комплексных корня: нужно вычислять отдельно действительные части (они у обоих корней одинаковы) и мнимые (они отличаются только знаком).

Итак, сравнение коэффициента a с нулем разветвляет нашу блок-схему надвое, и каждая из ветвей также разделяется на два направления. На каждой «развилке», подобно стрелке на «железнодорожных путях», ставится блок сравнения. Он изображается ромбом, внутри которого записана операция сравнения. Выходят из ромба две линии, два возможных пути. Один помечен словом «Да» (сюда надо свернуть, если условие выполняется), другой — словом «Нет» (если не выполняется). Чтобы не перегружать блок-схему, мы не стали анализировать практически бессмыслицу ситуацию, когда все три коэффициента равны нулю; в этом случае уравнению удовлетворяют любые x .

Как видим, исчерпывающий анализ даже привычного квадратного уравнения — дело довольно сложное. Зато достоинства представления алгоритма в виде блок-схемы налицо. Предписания, записанные в ее элементах, понятны и просты, они избавляют составителя программы от необходимости хранить в своей собственной памяти излишнюю информацию.

Прежде чем приступить к написанию программы по блок-схеме, последнюю нужно детализировать, заменив словесные описания последовательностью формул. Чтобы различать отдельные части блок-схемы, мы пометили некоторые ее узлы цифрами. Детализация той ветви, что лежит между узлами 11 и 12, уже

проведена: сюда надо просто вставить формулы из первого варианта блок-схемы. Для ветви 5—6 никаких формул не надо — вся работа на этом этапе заключается в выводе сообщения: «Корней нет». Остались две ветви. Для одной из них, 3—4, требуется всего одна формула:

$$x_1 = -\frac{c}{b}.$$

А вот формулы для последней ветви 9—10:

$$B = \frac{b}{2}; \quad d = \sqrt{B^2 - ac};$$

$$x_r = -\frac{B}{a}; \quad x_{im} = \frac{d}{a}.$$

Здесь x_r и x_{im} — действительная и мнимая части комплексных корней, которые с помощью так называемой мнимой единицы, величины $i = \sqrt{-1}$, выражаются формулами:

$$x_1 = x_r + ix_{im}; \quad x_2 = x_r - ix_{im}$$

Легко видеть, что в формулах для ветвей 9—10 и 11—12 много общего. Это означает, что один и те же последовательности команд будут написаны дважды. Можно ли обойтись без такого дублирования? Да. Целесообразно выполнять общие для каких-то ветвей вычисления еще до разделения ветвей. Заметим также, что во всех формулах коэффициент c используется со знаком минус. Казалось бы, все равно, какую операцию использовать — сложение или вычитание. Но здесь надо учитывать специфику микрокалькулятора. Перед вычитанием пришлось бы правильно расставить по регистрам стека вычитаемое и уменьшаемое: первое — в X , второе — в Y . При сложении расстановка слагаемых значения не имеет, поэтому сложение предпочтительнее. Целесообразно заранее сменить знак коэффициента, лучше всего сразу после

его ввода. Все эти соображения учтены в новом варианте блок-схемы.

Вот теперь можно уже писать программу. Отметим, что наша блок-схема пригодится при составлении программы для любой ЭВМ и на любом языке программирования. Она подобна записи мелодии, которую затем можно аранжировать для любого инструмента с учетом его специфики...

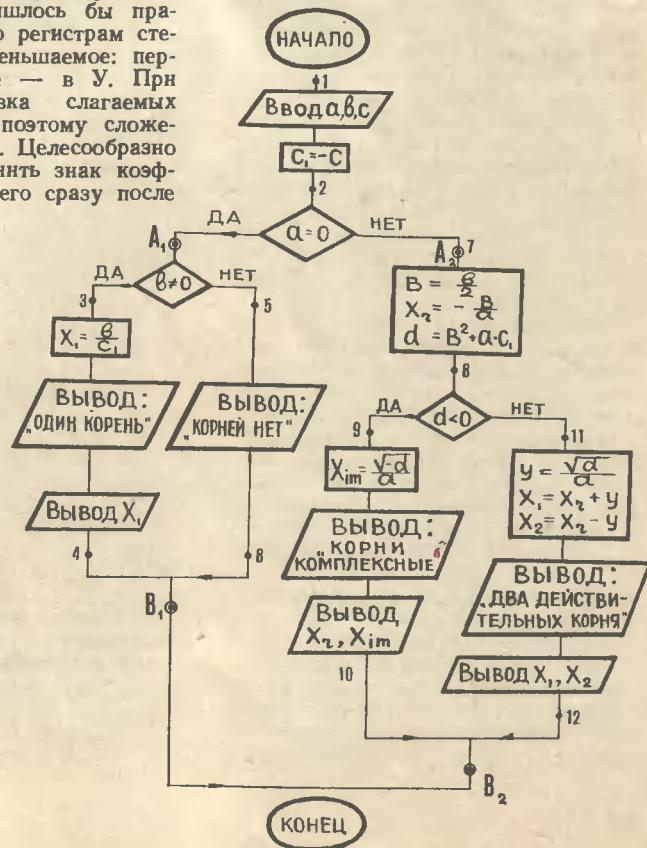
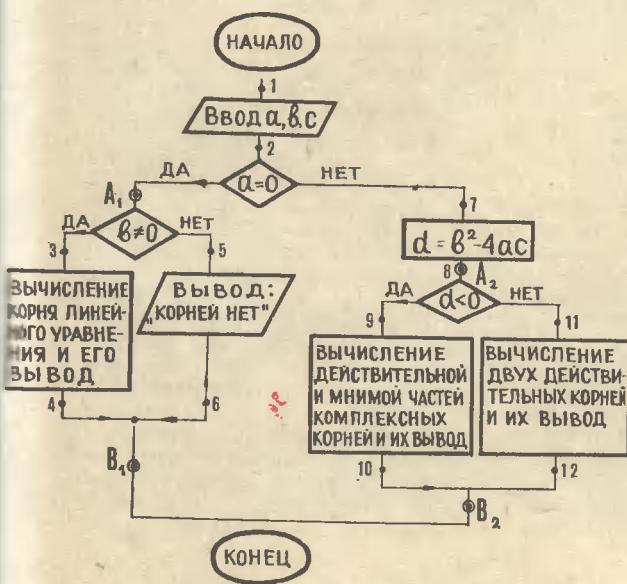
Специфика микрокалькулятора проявляется, в частности, в двух моментах. Во-первых, у него разделяны области памяти для хранения программ и данных. Во-вторых, ПМК оперирует только цифрами — буквенных символов в его языке нет. В силу первой особенности приходится вручную распределять информацию по регистрам, а вторая заставляет шифровать цифрами сообщение об особенностях решения (в нашем случае — о количестве и природе корней).

С распределением переменных по регистрам справляемся без труда. Предварительно намечаем такой вариант:

$$\begin{aligned} a &\rightarrow A; b \rightarrow B; c (c_1 = -c) \rightarrow C; \\ x_1 (x_r) &\rightarrow 1(X); \quad x_2 (x_{im}) \rightarrow 2(Y). \end{aligned}$$

Почему этот вариант предварительный? Да потому, что в процессе составления программы могут понадобиться дополнительные регистры или, наоборот, какие-либо из запланированных окажутся лишними.

Придумать систему шифров для необходимых сообщений тоже не-



трудно. Скажем, появление на индикаторе нуля означает: «Корней нет», появление единицы — «Имеется один корень» и т. д. Часто так и поступают. Однако у этого метода есть существенный недостаток: можно спутать шифрованное сообщение с результатом вычислений. К счастью, есть и другой путь.

Мы уже знаем, что в микрокалькуляторе используются и такие символы для записи шестнадцатиричных чисел, которые не спутаешь ни с одной десятичной цифрой. Оказывается, есть возможность, формально выполнив некоторые «противозаконные» операции, получать на индикаторе и запоминать в адресуемых регистрах комбинации этих символов с обычными цифровыми. Их-то и удобно использовать в качестве сообщений; как их получать, скажем позже, а пока договоримся использовать следующие шифры: E00 — «Корней нет», E01 — «Один корень», E02 — «Два действительных корня» и Г. — «Корни комплексные». Для хранения шифров тоже нужны регистры. Поэтому в дополнение к предварительному распределению памятипишием: E00 → 0, E02 → 4, E01 → 3, Г. → 5. (Цифрами 0, 3, 4, 5, как и раньше, обозначены номера адресуемых регистров.)

Далее нужно продумать организацию ввода и вывода информации. Можно, конечно, вводить значения коэффициентов сразу в соответствующие адресуемые регистры в режиме вычислений, а результаты читать, вызывая на индикатор содержимое нужных регистров после останова. Однако большое число требуемых для этого ручных операций и необходимость постоянно помнить, что куда вводить и что откуда выводить, резко увеличат общее время получения результата, да и возможность ошибок возрастет. Лучше организовать ввод и вывод так, чтобы введенные числа автоматически распределялись по нужным регистрам и чтобы для прочтения результатов приходилось бы нажимать как можно меньше клавиш.

Остановимся на такой структуре ввода-вывода: коэффициенты вводятся в естественной последовательности — a, b, c; окончанием каждого ввода является нажатие клавиши С/П; после останова на индикаторе появляется шифрованное сообщение о характере результата, затем, после нажатия С/П и следующего останова, высвечивается один корень, а после нажатия клавиши

\overleftarrow{XY} — второй (если он есть).

Все технические требования к программе изложены, можно приступать непосредственно к ее составлению. Рекомендуем записывать программу так, как показано на рисунке, — указывать, кроме самих команд, их

адресов и кодов, еще и содержимое регистров стека, хотя бы тех, которые могут понадобиться в дальнейшем. Желательно оставить еще одну колонку для кратких примечаний. Они помогут ориентироваться в программе — иной раз легче написать новую, чем разобраться в старой. Мы же в первом примере используем подробные примечания.

«Ввод а». Эта операция выполняется перед пуском программы. Величина a набирается на клавиатуре. Набор заканчивается нажатием клавиши С/П.

00. Запись a в адресуемый регистр A.

01. Останов для ввода b. Набираем значение коэффициента на клавиатуре и снова нажимаем С/П.

02. Подготовка стека для приема значения c.

03. Введен третий параметр уравнения, коэффициент c. Ввод закончен. Теперь клавиша С/П запускает программу на счет.

04. Вычисляем $c_1 = -c$.

(Внимание: задавать с в экспоненциальном виде нельзя; в этом случае команда 04 изменит знак не мантиссы, а показателя.)

05. Проще всего вызвать a из «собственного» регистра A.

06—07. В стеке ничего не меняется. Мы лишь проверили, равно ли нулю содержимое регистра X. Если да, то есть если уравнение вырожденное, будем выполнять команду по адресу 08 (ветвь $A_1 \rightarrow B_1$). Если нет — перейдем к команде, записанной по адресу 23 (ветвь $A_2 \rightarrow B_2$).

08—09. Две команды использованы только для того, чтобы вернуть в регистр X значение b. Казалось бы, можно обойтись и одной — ИП b. Но нужно «помнить о будущем» — скоро придется делить c_1 на b, а при таком распределении чисел в стеке, как теперь, для этого все подготовлено.

10—11. Если $b=0$, то перейдем к команде по адресу 19 (на ветвь 5—6), иначе — по адресу 12.

12—18. Вычисления по ветви 3—4.

АДРЕС	КОМАНДА	КОД	С Т Е К				
			X	Y	Z	T	X1
00	ПА	4-	a				
01	%/п	50	b	a			
02	↑	0E	b	b	a		
03	%/п	50	c	b	a		
04	/-	0L	-c	b	a		
05	ИПА	6-	a	c	b		
06	Fx-o	5E					
07	23	23					
08	FΦ	25	c.	b	a		
09	XY	14	b	c.			
10	Fx*o	57					
11	19	19					
12	÷	13	$\frac{c_1}{b}$				
13	ИПЗ	63	E01	X ₁			
14	%/п	50					
15	XY	14	X ₁	E01			
16	%/п	50					
17	БП	51					
18	59	59					
19	ИПО	60	E00	b			
20	%/п	50					
21	БП	54					
22	59	59					
23	×	12	ac.	b	a		
24	XY	14	b	ac.	a		
25	2	02	2	b	ac.	a	
26	÷	13	$\frac{b}{2} = B$	ac.	a		
27	ПВ	4L	b	ac.	a		
28	Fx ²	22	b ²	ac.	a		
29	+	10	b ² ac.	a			
30	ИПВ	6L	b	d	a		

АДРЕС	КОМАНДА	КОД	С Т Е К				
			X	Y	Z	T	X1
31	ИПА	6-	a	b	d		
32	÷	13	b	d	a		
33	/-	0L	X ₁	d	a		
34	П1	41	X ₁	d	a		
35	XY	14	d	X ₁			
36	Fx ²	5C					
37	48	48					
38	/-	0L	-d	X ₁	a		
39	FV	21	$\sqrt{-d}$	X ₁	a		
40	ИПА	6-	a	$\sqrt{-d}$	X ₁		
41	÷	13	$\sqrt{-\frac{d}{a}}$	X ₁			
42	ИП5	65	Г.	X _{im}	X ₂		
43	%/п	50					
44	FΦ	25	X _{im}	X ₂			
45	%/п	50					
46	БП	51					
47	59	59					
48	FV	21	\sqrt{d}	X ₂	a		
49	ИПА	6-	a	\sqrt{d}	X ₂		
50	÷	13	$\frac{\sqrt{d}}{a}$	X ₂			
51	+	10	$X_1 + \sqrt{d}$				
52	ИП1	61	X ₁	X ₁			
53	FBx	0	$\frac{\sqrt{d}}{a}$	X ₂	X ₁		
54	—	11	$X_1 - \sqrt{d}$				
55	ИП4	64	E02	X ₂	X ₁		
56	%/п	50					
57	FΦ	25	X ₂	X ₁			
58	%/п	50					
59	БП	51					
60	00	00					

12. Вот где пригодилось допущенное «излишество» (команды 08 и 09). Теперь мы сэкономили вызов величины c_1 и переменили местами содержимого регистров X и Y . Кроме того, чтобы вызвать величину c_1 из адресуемого регистра, ее надо было бы предварительно туда записать. Мы же обходимся пока без записи величины c_1 . Она к нашим услугам прямо в стеке.

13—14. Вычисления по ветви 3—4 закончены. Вызываем в регистр X сообщение E01 из регистра 3, останавливаем программу, чтобы его можно было прочесть. Иначе говоря, реализуем блок «Вывод «Один корень».

15—16. После нажатия клавиши С/П отрабатываем «Вывод X_1 ». Величина корня — на индикаторе.

17—18. Эта команда замыкает ветвь 3—4, управление передается последней команде программы (блоку «Конец»), все остальные ветви обходятся, и работа программы заканчивается.

19—22. Сюда мы попадаем только в том случае, если $a=0$ и $b=0$. Вычислений проводить не надо. Просто выводим на экран сообщение E00, что означает «Корней нет», и замыкаем ветвь, подобно предыдущей.

23. Ветвь 7—8.

23. Если мы уж попали на эту команду, значит, уравнение невырожденное. Надо вычислять дискриминант, а потом корни по одной из двух ветвей. Кстати, вас не смущает, что командой 12 мы вроде бы распрошались с величиной c_1 ? Ведь она в адресуемый регистр так и не записана... Но не волнуйтесь, все в порядке. Если мы и попадаем на адрес 23, то обязательно сразу после команды по адресу 07, а все промежуточные команды не выполняются. Поэтому и содержимое стека такое же, как и до команды перехода. Все готово для умножения $a \cdot c_1$. Вот после этой команды величина c_1 потеряна для нас навсегда. Но она больше и не нужна.

24. Выдвигаем величину b на первый план. Она теперь — объект работы нескольких команд.

25—27. Вводим в регистр X число 2, делим на него b и запоминаем результат в регистре B .

28—29. Величина B возведена в квадрат, дискриминант вычислен. Однако прежде чем перейти к его анализу, нужно получить величину x_r , так как она понадобится нам в обеих ветвях.

30. Извлекаем величину B из ее хранилица — регистра B .

31. Для деления нужна величина a . Проще всего вызвать ее в стек заново.

32—34. Теперь все вычисления по ветви 7—8 закончены. Величина x_r отправлена на хранение в регистр 1, можно переходить к анализу величины d , благо она рядом.

35—37. Делаем последнее сравнение в программе. Если $d \geq 0$, то корни действительные и надо перейти на ветвь 11—12 (команда 48). Если же $d < 0$, то корни комплексные, надо вычислять их по формулам ветви 9—10.

38—47. Ветвь 9—10.

38—39. Так как величина d меньше нуля, то, чтобы вычислить корни, нужно сначала изменить ее знак.

40. Для вычисления x_{im} нужна величина a . Проще всего опять-таки вызвать ее из регистра A.

41. Величина $x_{im} = \sqrt{-\frac{d}{a}}$ вычисляется и находится в регистре X.

42—43. Все готово для вывода результата. Можно останавливать ПМК и считывать x_{im} и x_r с индикатора, но мы еще не вывели на индикатор сообщения о том, что за величины получены. Приходится отодвигать готовые результаты и переносить в регистр X шифрованное сообщение: Г. — «Корни комплексные».

44—45. Сообщение прочитано. Возвращаем результаты вычислений на старое место и останавливаем программу, чтобы считать их.

46—47. Ветвь 9—10 замкнута.

48—60. Последняя ветвь 11—12.

48. Поскольку d находится в регистре X (как и после команды 35), то сразу же извлекаем квадратный корень.

49—50. Вычисляем вспомогательную величину $\sqrt{\frac{d}{a}}$.

51. Получаем первый корень x_1 . Величина $\sqrt{\frac{d}{a}}$ перешла в регистр предыдущего результата X1.

52—54. Вычисляем второй корень x_2 . Расчеты закончены.

55—58. Вывод результатов организуется так же, как и в предыдущей ветви.

59—60. Вот и последние команды, реализация блока «Конец». Они подготовливают программу для приема новой информации, передавая управление на начало. Можно вводить новые данные и повторять расчет.

Вернемся к распределению памяти. Окончательная картина такова:

$a \rightarrow A$; $b \rightarrow B$; $x_r \rightarrow I$;
 $x_r, x_1 \rightarrow Y$; $x_{im}, x_2 \rightarrow X$.

Итак, три регистра удалось сэкономить. Если бы нам понадобилось ввести в оставшуюся часть программной памяти еще одну программу, то «лишние» регистры очень бы пригодились.

Теперь, как и было обещано, о получении шифрограмм. Сообщение E00 получается, если в режиме вычислений выполнить следующие действия. Сначала набрать 100 ВП 99. На индикаторе, естественно, загорается ЕГГОГ. Не смущаясь, продолжаем: ВП↑. На индикаторе то, что надо: E00. Нажимаем П0 — и

шифрограмма отправляется на хранение в регистр 0.

E01 и E02 получаются аналогично, только вместо числа 100 нужно набрать соответственно 101 или 102. Алгоритм же для получения сообщения Г. другой: Сх↑÷ (здесь, конечно, опять ЕГГОГ, ведь делится ноль на ноль), ВП ВП↑. На индикаторе — то, что нужно. Можно теперь записать Г. в регистр 5.

Программа закончена. Не слишком ли она велика? Ведь уравнение, казалось бы, элементарное... Но фактически написаны четыре разные программы, каждая из которых рассматривает отдельный вариант уравнения, плюс еще одна, которая выбирает нужную из этой четверки. Это не так уж мало. Впрочем, программу можно действительно сократить. Как это делать, мы еще расскажем.

С другой стороны, работа еще не закончена. Специфика ПМК проявляется в том, что решение любой задачи на нем автоматизировано не полностью, оно реализуется совместными усилиями человека и микрокалькулятора. Программу для ПМК мы написали, а вот инструкцию, «программу для человека», пока еще нет. Такая инструкция необходима. Вот как она может выглядеть.

1. Ввести программу.
2. Установить режим вычислений (F ABT).

3. Ввести цифры:

100 ВП 99 ВП↑ П0
101 ВП 99 ВП↑ П3
102 ВП 99 ВП↑ П4
Сх↑÷ ВП ВП↑ П5

4. Очистить программный указатель (B/O).

5. Ввести исходные данные: a С/П; b С/П; c С/П.
6. Вывод: после первого останова на индикаторе появляется сообщение:

E00 — корней нет;
E01 — уравнение линейное, корень только один;

E02 — два действительных корня; Г. — корни комплексные.

7. Если корней нет, то для продолжения расчетов перейти к п. 5. Если корни есть, то нажать С/П. После останова на индикаторе — значение первого корня (если корни действительные) или мнимой части комплексных. Для чтения другого корня или действительной части нажать ХУ.

8. Для продолжения расчетов перейти к п. 5.

Контрольный пример:

Ввод: a=2; b=5; c=3
a=1; b=-4; c=5
a=0; b=8; c=3
a=0; b=0; c=1
Вывод: E02; -1; -1,5
Г.; 1; 2
E01; -3,75 · 10^-1
E00



Сегодня в гостях у «Клуба любителей фантастики» — наш новый раздел «Клуб электронных игр» (см. стр. 56). Поэтому предлагаемый текст адресован в первую очередь тем любителям научной фантастики, кто уже изучил статьи разделов «Для всех профессий» и умеет обращаться с программируемыми микрокалькуляторами «Электроника Б3-34», «Электроника МК-54», «Электроника МК-56».

МИХАИЛ ПУХОВ

ИСТИННАЯ ПРАВДА

«Громадный метеорит врезался с космической скоростью в наш звездолет и пробил его насквозь, оставив в обшивке дыру размером с человеческую голову. Воздух со свистом хлынул наружу».

Пилот наконец решился и нажатием кнопки отправил в реактор последние остатки топлива. На космонавтов обрушилась десятикратная перегрузка. Тысячетонная громадина корабля прогнула и медленно двинулась вверх. Люди были спасены».

Подобными эпизодами изобилуют поступающие в редакцию «ТМ» рассказы начинающих фантастов. Рецензировать такие произведения затруднительно. Интуитивно ясно, что после столкновения с «громадным метеоритом» от звездолета ничего не останется, а «последних остатков топлива» не хватит, чтобы даже при «девяностократной перегрузке» обеспечить взлет «тысячетонной громадины корабля» со сколько-нибудь приличной планеты. Но какими аргументами подкрепить интуитивные соображения? Не будешь же каждый раз проделывать громоздкие вычисления по соответствующим формулам — рассказов в отдел фантастики приходит ежедневно около десяти. Где взять время для этих проверок?

К счастью, в нынешнем году на страницах журнала открылась новая рубрика «Для всех профессий», и в редакции появился программируемый микрокалькулятор «Электроника МК-54». Поскольку ошибки наших авторов легко подразделить на несколько четко выраженных классов, я составил десяток программ для ПМК, в которые заложены наиболее типичные фантастические ситуации. Вводя в машинку различные соображения относительно размеров «громадного метеорита» и величины его «космической скорости», через минуту я получаю число, на основании которого со спокойной совестью отвечаю: «К сожалению, при самых оптимистических предположениях насчет размеров и скорости придуманного Вами метеорита диаметр проделанной им дыры в обшивке значительно превысил бы длину звездолета, то есть последний попросту превратился бы в пар, так что увлекательные приключения Ваших героев после такого столкновения никоим образом не могли иметь места. Рукопись возвращаем...»

Есть среди моих проверочных программ и такая, которая рассчитывает взлет с безатмосферных планет и посадку на их поверхность. Тот, кто внимательно из-

учил материалы рубрики «Для всех профессий», разберется в ней без труда. Вот эта программа:

00. ИПД 01. $Fx < 0$ 02. 09 03. \uparrow 04. ИП8 05. \div
06. XY 07. ПП 08. 90 09. ИПА 10. $Fx = 0$ 11. 43
12. $\bar{F}x < 0$ 13. 33 14. 2 15. $\times 16$. \uparrow 17. ИП4 18. ИПЗ
19. — 20. \times 21. ИПВ 22. Fx^2 23. $\div 24$. F $\sqrt{25}$. ИПВ
26. — 27. $\div 28$. $\uparrow 29$. ИП8 30. $\times 31$. БП 32. 90
33. ИПД 34. $Fx \neq 0$ 35. 86 36. ИПЗ 37. Fx^2 38. F $\sqrt{39}$. ИП7 40. — 41. $Fx < 0$ 42. 87 43. ИПВ 44. ИПА
45. С/П 46. П1 47. П2 48. $Fx \neq 0$ 49. 43 50. $\div 51$. П8
52. ИП5 53. ИПД 54. $\div 55$. ИП8 57. $\times 58$. П3
59. ИП4 60. — 61. ИП2 62. $\times 63$. ИПВ 64. $\div 65$. ПВ
66. FBx 67. $\div 68$. 2 69. $\div 70$. ИП2 71. $\times 72$. ИПА
73. $\div 74$. ПА 75. ИПС 76. ИП2 77. ИПО 78. $\times 79$. —
80. ПС 81. ИПД 82. ИП1 83. — 84. ПД. 85. В/О
86. ИП6 87. ИП9 88. С/П 89. Сх 90. П1 91. XY 92. П2
93. $Fx < 0$ 94. 50 95. ИПЗ 96. БП 97. 59

Подробная инструкция к этой программе (условно она называется «Лунолет-1») и описание увлекательной компьютерной игры, в которую можно играть с ее помощью, приведены на стр. 56. Но вернемся к проверке поступающих в редакцию материалов.

Надо сказать, что, помимо многочисленных писем, к нам довольно часто приходят посетители. Как правило, это весьма необычные люди. Один несет новый проект или действующую модель вечного двигателя либо беззопорного движителя; другой рассказывает о встречах со «снежным человеком» и чудом дотянувшимися до наших дней мезозойскими динозаврами. А года два назад в редакции появился человек, который категорически утверждал, что он якобы... пропалился к нам из будущего, из конца XXI века!

Этот человек бывал у нас на протяжении двух недель. И каждый раз рассказывал что-нибудь о будущем. Мы внимательно все выслушивали (так полагается по долгому службе), записывали его рассказы на магнитофон. Ничего, впрочем, особенного в них не было — любой из нас при желании мог придумать и не такое. Да и как проверить? Потом он куда-то пропал, и вскоре все забыли о нем.

А недавно возникла мысль: теперь, когда у меня есть мои проверочные программы, я могу с помощью ПМК проанализировать и рассказы этого человека. Ведь все записано на пленку, а пленки хранятся в архиве!

Какое-то время ушло на поиски и подготовитель-

ную работу. И вот передо мной расшифровка старой магнитофонной записи. Рядом — готовая к вычислениям «Электроника».

Приготовьтесь и вы. Введите в свой ПМК программу «Лунолет-1» и переведите машинку в режим вычислений. Будем работать вместе.

Вот одна из его историй. (В скобках — наши краткие комментарии.)

Я управлял космическим кораблем один-единственный раз в жизни.

Конечно, в юности, как и многие мои сверстники, я мечтал стать космонавтом. Но мечты эти развеялись на первой же медкомиссии: при перегрузках больше трех «же» мне становилось плохо. А тех, кто не выдерживал пятикратной, к дальнейшим испытаниям не допускали. Волей-неволей пришлось забрать документы. Я подал на вычислительную технику, через шесть лет благополучно защитил диплом и — ирония судьбы! — был направлен по распределению на Луну, в Центр имени С. П. Королева. Там я работаю до настоящего времени.

После того как по соседству нашли неорганическую нефть, Центр сильно разросся. Теперь это настоящий город с населением порядка трех тысяч человек. Принимающие его купола соединены туннелями. Как в метро, только стены прозрачные. Это, грубо говоря, большие трубы, протянутые прямо по лунной поверхности. Один из туннелей ведет к астроковззалу. Космопорт Центра — обширный комплекс, он обслуживает всю Солнечную систему. По роду работы я часто бываю в порту, потому что корабли напичканы электроникой, рано или поздно что-нибудь выходит из строя, а чинить вычислительную технику — это моя специальность и прямая обязанность.

Случай, о котором я упомянул, произошел летом 2087 года. Работа у нас строится циклически: четыре месяца трудимся, два отыхаем. Как правило, на Земле. Родные тоже прилетают иногда погостить — пассажирская линия Земля — Луна открылась давно. В то лето ко мне прилетел сын, Сергей. Я не видел его несколько месяцев, за это время он сильно подрос. Ему скоро двенадцать, и он бредит космонавтикой. Мы с женой надеялись, что самостоятельное путешествие на Луну очень его обрадует. Да и сам он, как она сообщила, в ночь накануне вылета совсем не спал.

Но когда я встретил его на астроковззале, он выглядел разочарованным.

— Ерунда! — сказал он. — Сидишь в кресле, стюардесса носит конфеты и воду в тюбиках. Как в самолете. Никаких перегрузок. Хоть и невесомость, но плавать по воздуху запрещают. Заставляют сидеть в кресле да еще и пристегиваться. Вот если бы самому в рубке сидеть за штурвалом и нажимать рычаги...

Он горько вздохнул и грустил минут пять, пока мы добирались домой. Потом отправился погулять. Вернулся через полчаса, разочарованный еще больше: на поверхность не выпускают, скафандр не дают, все кругом самое обычное, деревья и люди как на Земле. Никакой Луны нет. Разве что тяжесть поменьше, но это ему ненужно — после двух-то суток невесомости на борту лайнера. Было уже поздно, и я уложил его спать. А потом и сам лег — завтра с утра на работу. Я пообещал взять его с собой: там интересно — вычислительные машины, манипуляторы и прочее.

Но наутро мне позвонили — появилось срочное дело. Я все записал, потом сварил кофе. Сергей был уже на ногах. Когда мы позавтракали, я сообщил, что планы изменились, так что пусть пока посидит дома. Он сначала возмутился, но потом смирился с необходимостью. Я пояснил, что буду в отсутствии каких-нибудь полтора часа.

— Папа! — сказал он. — А куда ты пойдешь?

— На космодром.

— А, — он разочарованно махнул рукой. — Я там уже был. Там скучно. Никуда не пускают.

— Мне не в порт, — объяснил я. — Мне на местные линии. Это небольшая площадка в стороне от главного поля. Лайнеров, на каком ты летал, там нет. Только лунолеты местного сообщения.

— Настоящие? — заинтересовался он.

— Разумеется, не игрушечные. Но они маленькие — всего две тонны сухого веса. Вернее, сухой массы. Здесь ведь все весит в шесть раз меньше, чем на Земле.

— Знаю, — отмахнулся Сергей. — А что ты там будешь делать?

— Работать, — пожал я плечами. — На одной из этих машин отказал киберпилот. Надо посмотреть. Если какой-нибудь пустяк, сделаю на месте. А если что-то серьезное...

— Ты пойдешь в рубку? — Глаза у него расширились.

Я невольно расхохотался.

— Какая там рубка! Кабина, два кресла. Не повернешься.

— Но приборы там? — продолжал он допрос. — Рычаги управления там?

— Конечно, — простодушно признался я. — Где же им быть еще?

— Возьми меня с собой, — потребовал он.

— Но это не игра, — попробовал я объяснить. — Это работа...

— Папа! — сказал он. — Ты мне обещал.

— Только не говори маме, — попросил я, сдаваясь.

Несколько минут спустя электрокар мчал нас по направлению к космопорту. Улицы в этот час были пустынны — все на работе. Незадолго до астроковззала мы свернули в боковой туннельчик, ведущий к служебному выходу. Сергей был в приподнятом настроении, что-то напевал.

На проходной я показал удостоверение вахтенному.

— А это что за гражданин?

— Он со мной, — сказал я. — Это мой сын.

— А где его документ? — спросил вахтенный.

— Ему не положено. Он еще маленький.

Минуту вахтенный размышлял. Ситуация, очевидно, была для него новой.

— Ладно, пускай идет. Под личную ответственность.

Скафандры нам выдали без проблем. Сережке, конечно, он был великоват, но только чуть-чуть — не твой уж он у меня маленький.

— Баллоны стандартные, — предупредил выпускающий. — На два часа. Справитесь?

— Конечно. Мне и часа хватит с гарантией. Двадцать минут туда, двадцать обратно, десять на месте. Ну и десять на всякие осложнения.

— Ясно, — добродушно сказал выпускающий. — Только пусть лучшие осложнений не будет. Хорошо?

Я опустил забрало, и мы прошли в воздушный шлюз. А спустя короткое время уже шагали под голубым светом Земли. Была середина лунной ночи — на Земле в эти дни новолуние.

Сказать, что Сергей был восхищен, — значит, ничего не сказать. Он был ошеломлен. Похоже, он никак не ожидал, что ему выдадут скафандр. Настоящий, с индивидуальной системой жизнеобеспечения. На Земле я бы в таком весил килограммов сто пятьдесят, да и Сергей потянул бы на добрую сотню. Мы осторожно шагали по ровному реголиту —нского покрытия здесь никто не прокладывал, убрали крупные камни, и все. Не для важных персон. Но дорожка бы-

Клуб
Любителей
Фантастики

ла ухоженной. До нас здесь ходили многие — все, кто работал на дальних лунных базах и опорных пунктах. Строители, ученые, инженеры...

— А там что такое? — Сергей вновь обрел способность задавать вопросы. Его голос в моем шлемофоне звучал непривычно.

Он показывал направо. Там выступали из-за горизонта массивные строения промышленного блока.

— Это тебе неинтересно, Сережка, — сказал я. — Там качают нефть и гонят из нее керосин. Для двигателей. — Я махнул в сторону космопорта. — И еще вырабатывают жидкий кислород.

— Для скафандров? — Он произнес слово «скафандр» с особенным выражением. Я усмехнулся:

— И для скафандров, конечно. Но в основном его везут на те же заправочные станции. Горючее ведь не будет гореть без окислителя.

Некоторое время мы шагали в молчании. Идти стало чуть труднее — дорожка поднималась к вершине обычного для Луны плоского холма. Еще сотня шагов — и мы достигли места своего назначения. Нашим глазам открылась стоянка лунолетов.

Их было десятка два — старые, но надежные машины. В первом приближении это скругленный конус высотой метра три с половиной, опирающийся на четыре амортизатора типа «паучья нога». Вся верхняя часть прозрачна, для облегчения обзора. Это и есть та самая «рубка», в которую так рвался мой сын.

На боку каждого лунолета стоял опознавательный номер — две цифры, начертанные светящейся краской и обведенные черной каймой. Наш был с краю. Без дополнительных приключений мы забрались внутрь. При виде многочисленных циферблотов у Сергея разгорелись глаза.

— Это настоящий корабль? — спросил он.

Я понял. На Земле похожие машины стоят в каждом парке отдыха. Аттракционы. Влезай в люк и испытай всякие ощущения.

— Самый что ни на есть, — сказал я.

— А как им управлять?

Я усмехнулся.

— Проще простого. Вот этот ящик, — я указал пальцем, — называется киберпилот. Если тебе нужно попасть, допустим, на базу «Цнолковский», ты набираешь на пульте задание, потом нажимаешь вот эту кнопку, и киберпилот благополучно доставляет тебя куда надо. Но сейчас именно он-то и неисправен.

Это Сергея на время утихомирило. Он, видимо, ожидал чего-нибудь в духе земных аттракционов, когда сам даешь вводные и тебя швыряет в разные стороны. Я аккуратно снял с киберпилота пломбу и сдвинул лицевую панель. На вид все в порядке. Дал на схему напряжение. Циферблаты на пульте ожили.

Где же искать повреждение?

— А это что за рычаг? — услышал я голос Сергея.

Я обернулся. Оказывается, он устроился во втором кресле. Играя в космонавта. Указывал он на рычаг ручного управления двигателем.

— Это для посадки, — объяснил я. — Киберпилот всегда доставит тебя куда надо, но он не знает местность. Вдруг там трещина, скажем, или какой-нибудь камень. Тогда нужно дать небольшой импульс, чуть притормозить спуск, чтобы машина проскочила опасное место.

Я опять повернулся к киберпилоту. Однако не тут-то было.

— А как дать импульс? — спросил Сергей.

— Ты мне мешаешь, — сказал я. — Откуда мне знать? Впрочем, гляди: написано «Расход топлива» и цифры, ага, в килограммах. Рычаг стоит здесь, значит, ты собираешься истратить 65 килограммов топлива. А возле правого рычага — «Время» и тоже цифры. Это, видимо, время, за которое ты собираешься свое топливо израсходовать. Меньше время — больше тяги, а если время больше — тяга соответственно меньше.

Сейчас рычаг стоит на цифре три. Значит, если ты подашь эту команду на двигатель, он израсходует 65 килограммов за три секунды.

— А это много?

— Не знаю, — сказал я. — По-моему, все равно что ничего.

— А как подать команду на двигатель?

— Откуда я знаю? — огрызнулся я. — Ты мне мешаешь. Пульт наверняка заблокирован, а баки пусты. Полюбуйся, — я ткнул пальцем в индикатор. — Видишь? «Топливо», четыреста. Всего-навсего! А шкала на две с половиной тонны.

— А как... — продолжал он допрос.

— Отстань от меня! — скомандовал я. — Ты мне мешаешь. Скажешь еще слово, тут же идем домой. И вообще, отошлю тебя к маме.

Он обиженно умолк, а я занялся киберпилотом. Набрал контрольный тест — он прошел нормально. Набрал второй — тоже полный порядок. Что они там, спятли? Совершенно исправная машина. Я набрал третий тест. И тут началось...

(Пока рассказчик работает с вычислительной техникой, поработаем немного и мы. Не будем забывать о своей главной задаче — вывести его на чистую воду. Кульминационный момент, судя по всему, приближается, самое время нажимать клаши ПМК. Программа введена, формируем и отправляем в регистр 9 аварийный сигнал Г: Сх \leftarrow ВП ВП \uparrow П9. Теперь исходные данные. Дело происходит на Луне, ускорение свободного падения 1,62 м/ s^2 . Набираем на клавиатуре 1,62 П4. Масса корабля без горючего две тонны, сюда нужно добавить массу рассказчика вместе со скафандром (150 кг) и его сына (100 кг). Набираем 2250 П5. Двигатель, очевидно, работает на керосине и жидким кислородом, скорость истечения 3660 м/с. Набираем это число на клавиатуре и нажимаем П6. Очередь за предельным ускорением. По словам рассказчика, ему становится плохо уже при трех «же». Набираем на клавиатуре 9,81 \uparrow 3 \times П7. Скорость и высота равны нулю — нажимаем О ПА ПВ. Запас топлива 400 кг. 400 ПД. Ваодим в регистр С ресурс жизнеобеспечения в секундах. Воздуха в баллонах было на два часа, двадцать минут героя повествования шли до стоянки, возятся минут двадцать, да надо еще накинуть двадцать на обратный путь. «На всякие осложнения» им остается ровно час. Набираем 3600 ПС и соответственно I ПО. Исходные данные введены. Нажимаем В/О и С/П. Через секунду на экране загорается высота — ноль. Нажимаем ХУ. На экране скорость — тоже ноль. Все правильно. Можно во всеоружии ждать грядущих событий. А они, несомненно, вот-вот последуют.)

...Ни один контрольный тест не проходил. Я бросил взгляд на часы: с момента, когда мы покинули воздушный шлюз, прошло уже сорок минут. Пора возвращаться. Я потянулся к рубильнику — снять с оборудования напряжение — и посмотрел на сына. Он продолжал играть в космонавта: нажимал какие-то кнопки, созерцал пляшущие на экранах кривые. Рычаги управления тягой стояли в прежнем положении. Он положил указательный палец на большую красную клавишу. Неясное предчувствие шевельнулось у меня в голове.

— Не смей! — крикнул я.

Но было поздно. Под нами загрохотало, за прозрачным колпаком взметнулось пламя, чудовищной силы удар швырнул меня в кресло, и у меня потемнело в глазах...

(Значит, пульт все-таки заблокирован не был и команда прошла на двигатель. Не особенно, конечно, убедительно, но нас интересует фактическая сторона дела. Двухтонная машина, жалко 60 кг топлива, и вдруг — «чудовищной силы удар»! К счастью, проверить данный эпизод нетрудно. Подадим ту же

команду и на свой пульт: 65 ПП 3 С/П. На экране мелькают цифры, потом... загорается аварийный сигнал Г! Как это ни удивительно, перегрузка действительно превысила допустимую, рассказчик потерял сознание и какое-то время после отсечки двигателя не сможет управлять лунолетом. Снова нажимаем С/П.)

...Когда я очнулся, кругом было только небо. Сколько я был без сознания? Не знаю. Но мы падали, падали со страшной скоростью! Очевидно, за время моего беспамятства ракета прошла вершину траектории и теперь стремительно неслась вниз. Сергей тянулся к рычагам управления. Но игры кончились. Какую-то секунду я не мог опомниться, но еще через секунду был у пульта. Что я мог успеть в такой ситуации? Заметил лишь показания индикаторов — скорость восемьдесят, высота триста с чем-то.

— Папа! — крикнул Сергей.

Что я мог успеть? Не меняя режима двигателя, я ударил по красной клавише. На нас снова обрушилась перегрузка...

(На нашем же индикаторе высота полета 169 м — везде округляем до целых. Нажимаем ХУ. Скорость 84 м/с. Ну что ж, будем считать, проверка законачена. Скорость еще более-менее, но высота в рассказе завышена вдвое. Можно откладывать ПМК в сторону... Впрочем, пока он добирался до пульта, прошло еще две секунды. Две секунды свободного падения с выключенным двигателем. Но куда можно упасть за две секунды? Разве что на Луну — не в небо же! Ладно, для очистки совести звываем соответствующую команду: 0 ПП 2 С/П. На экране зажигаются высота 334, скорость 81. Невероятно, но цифры совпали! Почему же он утверждает, что лунолет падал? Непонятно. Но набираем новую команду: 65 ПП 3 С/П. Опять сигнал Г — запредельные перегрузки! — вновь нажимаем С/П и ждем результата.)

...Когда я очнулся снова, мы опять падали. Я рванулся к красной клавище, но взгляд мой упал на индикатор высоты. Почти километр! И цифры росли! Значит, мы вовсе не падали — мы неслись вверх со скоростью реактивного истребителя! И в прошлый раз мы, конечно же, тоже поднимались! Меня ввела в заблуждение невесомость. Мы действительно падали, но падали вверх! И я, болван, включив двигатель, только усугубил наше и без того тяжелое положение. Зато теперь появилось время, чтобы собраться с мыслями...

(Не так-то просто, оказывается, поймать его на слове! У нас очередной останов. Высота 916 м — действительно, почти километр, — скорость 166 м/с. При мерно 600 км/ч. Маловато, конечно, для истребителя, но... Можно ли считать это серьезной ошибкой? Будем объективны, оставим рассказчику право на художественное преувеличение. Как бы то ни было, включать двигатель он вроде пока не собирается, так что нашemu ПМК можно тоже дать передышку.)

— Папа! — сказал Сергей, выбирайсь из-под меня. — А почему ты говорил, что 65 килограммов — это все равно что ничего?

— Отстань от меня! — приказал я. — Марш во второе кресло и пристегнися!

Я прослезился, как он это выполнил, и пристегнулся сам. Цифры на индикаторе высоты увеличивались, но все медленнее и медленнее. На киберплот надежды нет, придется выкрутываться самому. Но пока, пожалуй, лучше не делать ничего. Гнать вверх бессмысленно. Вниз (а рядом с красной клавишей яглядел другую, «Реверс тяги») — еще хуже. Вот и начнем падать, тогда... Я заранее установил рычаги в положение 25 кг и 2 с и ждал. Да, и сильно ошибся насчет этих килограммов. Похоже, в них большая сила...

— Папа! — подал голос Сергей. — А мы сможем улететь в космос?

— Отстань! — рявкнул было я, но вдруг у меня

зашемило сердце. Ребенок не понимал, что мы на волосок от гибели, для него это было игрой! — Сереженька, — сказал я как можно ласковее, — в космос мы с тобой еще слетаем. Но сейчас, пожалуйста, помолчи...

Мы взлетели уже почти на десять километров. Цифры на указателе скорости дошли до июля и начали медленно расти, теперь уже с отрицательным знаком. Когда скорость достигла примерно тридцати метров в секунду, я нажал красную клавишу. Высота к этому времени уменьшилась почти до девяты километров. Свободный полет продолжался ровно две минуты...

(На конец-то появилась новая цифра, которую можно проверить. Две минуты с нулевой тягой. Команда: 0 ПП 120 С/П. После останова высота 9175, скорость — минус 28. Опять все сходится! Новая команда: 25 ПП 2 С/П. Машинка рассчитывает маневр.)

...На сей раз перегрузка была терпимой. На индикаторах мелькали цифры. Высота почти не изменилась, но мы опять поднимались! Что ж, мы так и будем болтаться на этой высоте, пока не кончится все топливо? И весь кислород?! В отчаянии я установил рычаги в положение 10 и 10 и дал реверс тяги. Лунолет кувыркнулся двигателем вверх. Далеко внизу я увидел постройки Центра, обширные поля космодрома и крошечное пятнышко площадки, с которой мы так не-осмотрительно стартовали...

(У нас после останова высота 9151, скорость — чуть меньше пяти метров в секунду и, действительно, снова направлена вверх. Вводим команду 10 ПП 10 ПП /—/ С/П. После останова высота равна 9044 м, скорость — 26 м/с со знаком минус. Снова падаем, и довольно быстро.)

Скорость падения увеличивалась быстрее, чем я рассчитывал. Я решил притормозить: убрал реверс, установил 25 кг и 5 с и надавил на красную клавишу. Но она не поддалась. Видимо, эти пульты устроены так, что новая команда блокируется, пока не исполнена прежняя. И лишь когда десять секунд истекли, корабль вновь крутился двигателем вниз. Но когда тот выключился, мы оставались все на тех же девяти километрах и опять, хоть и очень медленно, поднимались...

(Команда: 25 ПП 5 С/П. Результат: высота 8984, скорость два с половиной метра в секунду, снова со знаком плюс. Он что, действительно собирается привести здесь всю оставшуюся жизнь?)

...Нет, решил я, так дело не пойдет. Если мне даже удастся установить приемлемую скорость спуска — допустим, пять метров в секунду, — и поддерживать ее до самого прилунения, то сколько времени на это уйдет? Полчаса? Час? Топлива не хватит наверняка. Да и кислород...

— Папа! — вновь подал голос сын. — Топлива всего двести...

— Двести десяти! — рявкнул я. — Но помолчи же!

Мы уже снова падали — все быстрее и быстрее. Топлива осталось чуть больше половины. Но если, черт побери, на половине топлива мы ухитрились забраться сюда, то оставшейся половины должно хватить для возвращения! Если, конечно, его разумно тратить... Только как это — разумно?

Я решил выждать сколько возможно, а потом дать резкий тормозной импульс. Заранее установил рычаги в положение 100 и 3. На этот раз свободный полет продолжался полторы минуты. Мы уже опять неслись со скоростью истребителя, но только вниз. До поверхности оставалось чуть больше двух с половиной километров, когда я надавил красную клавишу. На нас вновь обрушились перегрузки...

(Полторы минуты свободного падения. 0 ПП 90 С/П. Высота 2652, скорость падения 143. Около 500 км/ч. Но сравнение с истребителем, как мы договорились, не ошибка, а всего лишь гипербола. Вводим 100 ПП 3 С/П. На экране, естественно, буква Г. Перегрузки

снова превысили допустимую величину. Не слишком ли часто? Но нажимаем С/П. Высота 2123, скорость меньше 32.)

...Когда вернулось сознание, высота упала на полкилометра, но скорость снизилась до тридцати метров в секунду. Маневр удался! Можно попробовать идти дальше с этой же скоростью, а где-нибудь ближе к поверхности повторить маневр. Только как удержать скорость? Я решил экспериментально подобрать нужную тягу. Для начала дал 10 кг за 20 с. К нам снова вернулся вес — правда, поменьше, чем на Луне, — но скорость все-таки росла. К окончанию маневра она достигла 50 метров в секунду. Я увеличил тягу: те же десять килограммов, но теперь за 15 с...

(Повторяем оба маневра. 10 ПП 20 С/П. Высота 1314, скорость спуска 49. 10 ПП 15 С/П. Высота 515, скорость 58. Многовато!)

...Скорость все равно увеличивалась, а до лунной поверхности оставалось каких-нибудь полкилометра. Запас топлива — 80 килограммов. Делать было нечего. Я дал 35 кг за полторы секунды — и, конечно же, вновь отключился...

(Команда: 35 ПП 1,5 С/П. На экране Г — перегрузки. С/П. Результат: высота 390, скорость спуска 17. Примерно 60 км/ч. Это уже полегче.)

...Когда я пришел в себя, то понял, что маневр удался. До поверхности было еще почти 400 метров, а скорость упала больше чем втрое! Семнадцать метров в секунду — скорость электрокара! Я знал уже, как ее сохранить. Я заслал 22 кг за 22 с. Сам я родился 22 марта. Сергей родился, когда мне было 22 года. И вообще, 22 — число для меня счастливое...

(Команда: 22 ПП 22 С/П. На экране мелькают цифры.)

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. Глазков

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Электронно-фантастическая
игра для ПМК класса
«Электроника Б3-34»

Программа «Лунолет-1» (см. стр. 52) может использоваться не только для численного моделирования маневров космических аппаратов в непосредственной близости безатмосферных небесных тел или в качестве учебного пособия, но и как основа ряда электронных игр для программируемых микрокалькуляторов. Сегодня мы знакомим читателей с одной из них. Играющий должен, регулируя тягу двигате-

ля, посадить корабль на планету, причем скорость в момент контакта с поверхностью не должна превышать выбранного значения, например 5 м/с (мягкая посадка). Чтобы играть в эту игру, нужно после ввода программы в ПМК выполнить следующие подготовительные операции:

1. Сформировать и заслать в регистр 9 аварийный сигнал. Например, букву Г: Сх-ВП ВП ↑ П9.

2. Ввести в память машины константы и начальные значения переменных: (ускорение свободного падения на поверхности планеты, м/с²) П4; (масса корабля без топлива, кг) П5; (скорость истечения продуктов сгорания, м/с) П6; (предельное ускорение, которое могут выдержать космонавты, не теряя сознания, м/с²) П7; (начальная высота, м) П8; (начальная скорость, м/с, причем положительным считается направление вверх) ПВ; (запас топлива, кг) ПД.

В регистре С может откладываться либо текущее время, либо время, оставшееся до установленного срока (например, если ресурс жизнеобеспечения ограничен). Для реализации первого варианта нужно набрать команду: О ПС 1 /— ПО; для реализации второго: (ресурс, с) ПС 1 ПО. Если же играющего время не интересует, регистры С и О можно не задействовать.

Все исходные данные вводятся в произвольном порядке.

...Я действительно угадал! Скорость почти не менялась, только в десятых долях. Высота равномерно уменьшалась: 250... 200... 150... 100... 50... И вдруг до меня дошло, что мы вот-вот врежемся в поверхность Луны, амортизаторы не удержат! Топлива оставалось 33 кг. Оставил рычаг расхода на прежней отметке, я рванул второй вниз до упора — 0,7 с — и давил, давил, давил на красную клавишу. Но она поддалась, лишь когда до гибельного удара осталось меньше секунды. Опять перегрузки...

(На экране: высота 13,5, скорость 17,5. Команда: 22 ПП 0,7 С/П. Г — перегрузки! Снова С/П.)

...Как ни удивительно, но я, видимо, отключился лишь на ничтожную долю секунды. Когда сознание вернулось ко мне, скорость была прежней, а от поверхности нас отделяли всего 7 метров. Двигатель молчал. Впоследствии я не раз задумывался, как такое могло случиться. Неужели свой двигатель? Не знаю. Но в тот момент мне было не до размышлений. Падец лежал на клавише. Я повторил команду, послав в двигатель последние капли топлива. Я сделал это в тот же миг, как открыл глаза. Новый удар ускорений...

(Высота 7, скорость 17. Все сходится! Но не могли же одновременно подкачать и двигатель лунолета, и наша «Электроника»! Попробуем разобраться в ситуации — у нас-то время есть. Проверяем запас топлива. ИПД. На индикаторе 11 кг. Значит, двигатель свои 22 кг отработал. Почему же тогда прежняя скорость? Смотрим время, на которое выключался двигатель. ИП2. На экране 21 с. Ничего себе, «ничтожная доля секунды»! Впрочем, и это нельзя считать неточностью рассказчика: выглядело-то все именно так, а откуда ему знать, сколько он был без сознания? У него ведь

Теперь нужно нажать В/О и затем С/П. Игра началась. Каждый ход можно подразделить на два этапа: анализ ситуации и ввод исходных данных для очередного маневра.

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ

При останове на экране горит значение текущей высоты полета. Командой ХУ на индикатор вызывается текущая скорость. После этого можно при желании вызывать из памяти любые постоянные и переменные величины (они хранятся в тех же регистрах, куда были введены соответствующие исходные данные), производить на ПМК любые расчеты. После этого можно переходить к следующему этапу.

ВВОД ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МАНЕВРА

Режим двигателя при маневре определяется расходом топлива и временем, за которое этот расход произведен, и задается командой: (расход, кг) ПП (время, с). Если надо ускорить спуск, после этого отдается команда ПП /— (реверс тяги, см. рисунок). Реверс весьма полезен при посадках на планеты со слабой и особенно отрицательной гравитацией. Для передачи набранной команды на двигатель нужно нажать С/П

нет такой аппаратуры, как наша! А произошло следующее: расход был задан слишком большой, двигатель не только полностью погасил скорость, но и вновь разогнал лунолет вверх. И только после этого выключился на 21 секунду, за это время Луна вновь подтянула корабль к себе. А он думает, «свой двигателя! Но ладно, вводим последнюю команду: 22 ПП 0,7 С/П. Да, но ведь топлива осталось всего 11 кг, а задано 22! На индикаторе загорается буква Г. Перегрузки? На этот раз машина сигнализирует о более важном происшествии: команда на двигатель подана с превышением наличного запаса топлива. Когда оно иссякнет — а это случится ровно через 0,35 с, — он выключится окончательно. Нажимаем С/П. На экране мелькают цифры, и вдруг загорается ноль. Поверхность! Смотрим скорость: 3,7 м/с. Отличная посадка!)

Двигатель молчал. Я лежал в кресле в ласковых объятиях привычного лунного тяготения. Лунолет, покачиваясь на амортизаторах, стоял недалеко от того места, откуда мы стартовали. На индикаторах застыла скорость — меньше четырех метров в секунду — и время — 350. Значит, мы летали неполные шесть минут...

Я повернул голову — как там мой Сергей? Он лежал неподвижно, глаза его были закрыты.

— Сережка, — позвал я.

Он не шелохнулся.

— Сережка! — заорал я. Он оставался недвижен.

Я рванулся из кресла — меня не пустили ремни. Не помню, как я расстегнул пряжки, как очутился с ним рядом. Я тряс его, дергал — безрезультатно. Не знаю, сколько это продолжалось. И вдруг...

В моем шлемофоне раздался его громкий счастливый смех!

и ждать появления на индикаторе очередной высоты.

Задавать время маневра равным нулю нельзя. В этом случае ускорение получилось бы бесконечно большим. Если вы ошибетесь, на экране тут же загорится прежняя высота: ПМК ждет ввода правильных данных.

АВАРИЙНЫЕ СИТУАЦИИ

Если после передачи команды на двигатель на экране загорается аварийный сигнал, это означает одно из двух: либо кончилось топливо, либо ускорения превысили допустимое значение. В первом случае по завершении маневра двигатели выключаются и корабль упадет на поверхность планеты, во втором — отключаются на некоторое время (пропорциональное перегрузкам), и корабль на протяжении этого времени тоже будет свободно падать: считается, что экипаж еще не обрел способности управлять кораблем. Если был задан расход, превышающий наличный запас топлива, двигатель выключится до завершения намеченного маневра, в момент полного исчерпания топлива, причем тяга (она пропорциональна отношению расход/время) будет равна заданной.

При аварийном сигнале нужно нажать С/П. Обращаться к памяти или производить на ПМК какие-то вычис-

Он продолжал играть! Он играл в космонавта, убившего перегрузками!..

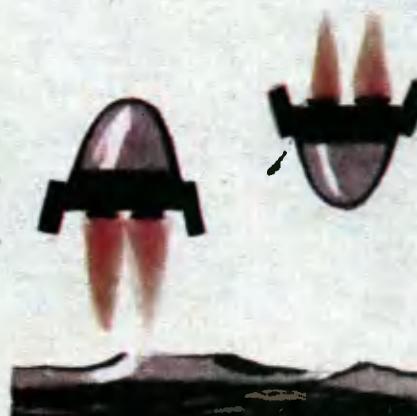
Потом, конечно, я многим рассказывал об этом приключении. Все, само собой, изумлялись, как это мне, впервые оказавшемуся за пультом, удалось выполнить столь успешную посадку. Только один приятель, по профессии селенолог, выслушав все внимательно и произнес: «Неплохо! Но мне, я думаю, в такой ситуации хватило бы и шестидесяти!» Он имел в виду, что затратил бы на посадку не триста с чем-то килограммов топлива, как я, а всего шестьдесят. Я не понимаю, как это можно сделать — ведь на старте было сожжено шестьдесят пять, значит, и на финиш должно уйти минимум столько же! Однако в подробности он вдаваться не стал. Хватило бы, и точка! Эти селенологи лихие ребята — гоняют на своих лунолетах по всей Луне. Им виднее.

Сережка, разумеется, тоже хвастался всем подряд. Его версия происшедшего звучала примерно так: «Папа посадил корабль на Луну, зато в космос поднял его я!» Друзья, конечно, сильно ему завидовали.

И только маме он ничего не сказал. Потому что пообещал.

(Рассказ подошел к концу. Но, собственно, и наша работа закончена. Отодвигаем ПМК в сторону. Какие неточности удалось обнаружить? Никаких. Так, парочку преувеличений. А проверить такие факты, как последний, наша программа не в состоянии...)

Если же кому-нибудь захочется выяснить, прав ли был тот лихой селенолог, сделайте это сами. Закачивайте топливо в баки и дерзайте. Но только, пожалуйста, не забудьте перед стартом уменьшить массу лунолета на 100 кг. Вот так: ИП5 100 — П5. Пока не приобретете опыта, не берите с собой ребенка!)



Нормальное торможение. Для передачи на двигатель заданного с пульта режима нужно нажать С/П (слева).

Реверс тяги. Для передачи на двигатель заданного режима нажать ПП /-' С/П (справа).

ления в аварийной ситуации нельзя. Если она была связана с перегрузками, то при останове на очередной высоте в регистре 2 находится время свободного падения. Оно вызывается на индикатор командой ИП2.

Игра заканчивается, когда при очередном останове на индикаторе загорается 0 (в некоторых случаях вместо ноля может появиться небольшое

положительное число, например, $1 \cdot 10^{-5}$). Значения скорости и остальных переменных в момент посадки вызываются на индикатор темп же командами, что и в обычной ситуации. При переходе к новому варианту нужно ввести новый комплект исходных данных, причем константы, если они остались неизменными, можно не вводить. Затем нажать В/О и С/П.

Когда вы наберетесь опыта и научитесь уверенно садиться на любую планету, попытайтесь ответить на два вопроса по рассказу «Истинная правда»:

1. Чем можно объяснить хвастливое заявление лихого селенолога, что на посадку ему бы потребовалось меньше топлива, чем было затрачено на взлет? Какие физические явления стоят за его словами?

2. Чем принципиально отличаются ситуации, описанные на стр. 52 («Пилот, иконец, решил и нажатием кнопки отправил в реактор последние остатки топлива...») и на стр. 56 («Я повторил команду, послав в двигатель последние капли топлива...»)? Почему в первом случае у решительного пилота ничего не получится, а во втором, как мы знаем, все завершилось вполне благополучно?

В следующем выпуске мы познакомим вас еще с несколькими электронными играми, базирующимиися на программе «Лунолет-1».

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Новые электронно-фантастические игры
для ПМК класса «Электроника Б3-34»

Консультант раздела —
Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



МИХАИЛ ПУХОВ

Предлагаем вашему вниманию модификацию игры, описанной в икономическом номере «ТМ». Играющий должен, управляя вертикальной тягой, посадить космический корабль, движущийся с небольшой постоянной горизонтальной скоростью, в выбранную точку на поверхности планеты (см. рисунок).

Для игры используется программа «Лунолёт-1», опубликованная в предыдущем выпуске. Подготовительные операции и ввод исходных данных остаются прежними. Единственное отличие — в регистре С нужно ввести начальное расстояние (по горизонтали) до точки посадки в метрах, а в регистр О — горизонтальную скорость в метрах в секунду. Реализуются эти операции командами: (расстояние, м) ПС (скорость, м/с) ПО.

Игра протекает точно так же, как и в уже опубликованном варианте, только при анализе ситуации полезно с помощью команды ИПС проверять текущее расстояние до точки посадки. Навыки, приобретенные при отработке посадок с постоянной горизонтальной скоростью, очень пригодятся в дальнейшем, когда нам с вами придется решать гораздо более сложные навигационные задачи. Мягкой посадки!

СДЕЛАЙ САМ СЕБЕ ПЛАНЕТУ

Одна из важных констант, используемых в наших играх, — это ускорение силы тяжести на поверхности планеты. Еще два параметра, без которых в скором будущем не обой-

тись, — радиус планеты и первая космическая скорость. Приводим сводную таблицу этих величин для тех небесных тел (за исключением планет-гигантов), для которых они известны более или менее точно.

Сколько-нибудь надежных данных по другим небесным телам нет. Зато планетологи установили довольно простую зависимость ускорения свободного падения от радиуса планеты, если та сложена из материалов, подобных земным. Приведем ее в виде программы для ПМК «Электроника Б3-34»:

```
00.ПО 01.ИПВ 02.÷ 03.ПД 04.1 05.—
06.ИПС 07.Х 08. Fex. 09.ИПД 10.Х
11.ИПА 12.Х 13.↑ 14.ИПО 15.Х
16.1 17.ВП 18.3 19.Х 20.F V21ХУ
22.С/П 23.БП 24.00
```

Называется эта программа «Планетный конструктор» (сокращенно «ПК-1»). Чтобы ею пользоваться, нужно после ее ввода в ПМК занести в регистр А ускорение силы тяжести на земной поверхности (в m/s^2), в регистр В средний земной радиус (в км) и в регистр С — эмпирическую безразмерную константу, равную 0,6904. Реализуются эти операции последовательностью

команд: 9,81 ПА 6371 ПВ 0,6904 ПС В/О. После этого можно приступить к конструированию миров. Задайтесь радиусом планеты, которую вы намереваетесь создать, наберите на клавиатуре его величину в километрах и нажмите С/П. После останова на индикаторе светится ускорение силы тяжести на поверхности «изго-

тловленной» вами планеты, а первая космическая скорость находится в регистре У — она вызывается на индикатор командой ХУ. Теперь можно набрать радиус очередной планеты и вновь нажимать С/П. Практика показывает, что изготавливать планеты по этой методике даже легче, чем печь блины.

Если вы захотите испытать программу «ПК-1» на нашей таблице, выявится одна интересная деталь. Для Земли, Венеры, Марса, Луны, Ио и Европы вычисленные значения почти не отличаются от экспериментальных. А вот расчетные величины

Название небесного тела	Радиус, км	Ускорение силы тяжести, m/s^2	Первая космическая скорость, m/s
-------------------------	------------	---------------------------------	------------------------------------

Планеты

Земля	6371	9,81	7905
Венера	6056	8,85	7321
Марс	3394	3,72	3553
Меркурий	2440	3,70	3005
Плутон	1500	0,4	780

Спутники Юпитера

Ио	1815	1,80	1807
Европа	1569	1,32	1437
Ганимед	2631	1,43	1943
Каллисто	2400	1,23	1715

Спутники Сатурна

Мимас	196	0,06	102
Энцелад	250	0,08	143
Тефия	530	0,15	283
Диона	560	0,22	351
Рея	765	0,26	447
Титан	2575	1,37	1881
Япет	730	0,14	317

Луна, Тритон (спутник Нептуна), Харон (спутник Плутона) и Фобос (спутник Марса)

Луна	1738	1,62	1678
Тритон	2100	2,0	2049
Харон	650	0,2	350
Фобос	11	0,007	9

ускорения силы тяжести на Ганимеде или Каллисто почти вдвое превышают реальные. Это значит, что данные небесные тела в строгом смысле не принадлежат к земной группе — они сложены из материалов, в среднем вдвое менее плотных, чем земные горные породы. Именно на основании такого сравнения ученые пришли к выводу, что эти два спутника Юпитера примерно наполовину состоят из льда. То же самое можно сказать и о большинстве спутников Сатурна. А вот Меркурий, как нетрудно убедиться, наоборот, построен из более плотных пород — вычисленное значение силы тяжести на его поверхности в полтора раза меньше полученного экспериментально. Считается, что аномально высокая плотность Меркурия связана с его близостью к Солнцу: под действием излучения более легкие элементы покинули планету, скорее всего еще в процессе ее образования.

УГАДАЙ ТЯГОТЕНИЕ!

Теперь, когда у вас появилась возможность конструировать по своему желанию планеты с любой гравитацией, вы можете сыграть в еще одну игру, базирующуюся на программе «Лунолет-1». Играют в нее двое. После введения в ПМК программы и комплекта исходных данных один из играющих (естественно, втайне от другого) вводят в регистр 4 ускорение силы тяжести на поверхности планеты, которую он загадал (планета может быть реально существующей или изготовленной на «Глобальном конструкторе»). Начальные скорость и высота полета задаются равными нулю, а запас топлива — достаточным для взлета, непродолжительного полета и посадки. Второй играющий должен определить ускорение силы тяжести, не заглядывая в регистр 4. Делать это рекомендуется следующим образом: 1) стартовать с поверхности планеты и подняться на небольшую высоту; 2) регулируя тягу, добиться такого положения, чтобы аппарат практически неподвижно завис над поверхностью; 3) при очередном останове с помощью команды ИПЗ вызвать на индикатор значение создаваемого двигателем реактивного ускорения. Поскольку корабль неподвижен, то оно совпадает по величине с ускорением силы тяжести. Конечно, вам вряд ли удастся зависнуть абсолютно неподвижно — следовательно, вы определите силу тяжести лишь приближенно. Определив ускорение, игрок должен еще и совершил мягкой посадку — иначе результат не засчитывается. После посадки запас топлива возобновляется и игроки меняются ролями. Выигрывает тот, кто угадал больше правильных десятичных знаков у задуманной партнером величины.

Выключать двигатель, даже на малое время, в этой игре не разрешается — в противном случае ускорение силы тяжести нетрудно было бы рассчитать, разделив разность скоростей на участке свободного падения на его продолжительность.

Электронно-фантастическая игра «Угадай тяготение» необычайно полезна для развития навыков пилотирования, без которых совсем скоро на страницах нашего клуба будет нечего делать.

ГЕНЕРАТОР СЮЖЕТОВ

Как вы помните, первое заседание нашего клуба было проведено, если можно так выразиться, на территории КЛФ. Ровно через месяц состоялся ответный визит — коллеги из КЛФ заглянули в отведенное нам помещение. Причем не в гости пришли чан распивать, а по делу — привнесли с собой таблицу (см. стр. 58), которая позволяет, водя пальцем по нарисованным стрелкам, довольно просто получать сюжеты фантастических произведений в практических неограниченных (можно даже сказать, фантастических) количествах. Таблицу эту — она называется «Карманный компьютер начинающего фантика» — они позаимствовали из монографии С. Лема «Фантастика и футорология», а цель визита сформулировали в таких словах: «Какой же это компьютер, если приходится водить пальцем? Помогите!» Мы поняли так, что им позарез необходима программа, которая избавила бы их от довольно-таки утомительной процедуры вождения пальцем по таблице, а заодно и выдавала сюжет в готовом виде. Приводим программу, которую мы с готовностью им вручили.

00. Fx = 0 01. 05 02. ПЗ 03. БП 04. 55 05. Fx < 0 06. 11 07. Fy 08. КНОП 09. БП 10. 00 11. П2 12. ПО 13. 1 14. П1 15. 3 16. Fcos 17. Fx < 0 18. 58 19. ИПЗ 20. 1 21. ВП 22. 8/23. — 24. Fx > 0 25. 32 26. ИП1 27. F10 x 28. ИПЗ 29. X 30. БП 31. 53 32. ИПЗ 33. 1 34. ВП 35. 7 36. — 37. Fx > 0 38. 47 39. ИП1 40. 1 41. 0 42. X 43. 7 44. — 45. БП 46. 27 47. ИПЗ 48. 1 49. 0 50. X 51. ИП1 52. + 53. ПЗ 54. ИП2 55. С/П 56. БП 57. 00 58. ИП1 59. 1 60. + 61. П1 62. FL0 63. 15 64. ИП2 65. БП 66. 12

Пользоваться этой программой (называется она «Электронная гадалка») нужно следующим образом. После ввода программы перевести «Электронику» в режим вычислений и нажать B/O. Затем установить переключатель Р-Г в положение Г («гадание»), набрать 0 (это сигнал, что мы начинаем разрабатывать новый сюжет) и нажать С/П. Через пару секунд на индикаторе загорится 0 — компьютер к работе готов. Вооружаемся схемой Лема; нулевая

позиция соответствует прямоугольнику, на котором написано «Земля». Из него выходят четыре стрелки, четыре возможных сюжетных хода («Сгорает, или замерзает, или падает на Солнце», «Ученые», «Подвергается нашествию», «Сталкивается с огромной кометой»). Вводим в машину число вариантов: 4 С/П. На экране мелькают цифры — электронный писатель лихорадочно размышляет над тем, какой же все-таки вариант выбрать. Приоткроем дверь в «кухню» кибернетического творчества. «Электроника» перебирает сейчас числа от 1 до 4 (1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4, и т. д.), причем на каждую цифру уходит у нее несколько секунд. Пока переключатель Р-Г находится в положении Г («гадание»), процесс перебора будет продолжаться неограниченно долго. Нас, естественно, это не устраивает — выждав минуту-полторы, переключаем тумблер в положение Р («результат»). Электронные раздумья прекращаются, на индикаторе появляется номер варианта, выбранного «Электроникой» с нашей помощью — допустим, цифра 4. Следовательно, мы вступили на ветвь «Земля сталкивается с огромной кометой». Перед нами новое развлечение, три возможных варианта: «И взрывается (конец)», «Но остается невредимой (конец)», «И не взрывается, но...». Возвращаем переключатель Р-Г в положение Г и нажимаем 3 С/П. Наш киберфантаст опять впадает в тягостные раздумья. Как и прежде, спустя некоторое время помогаем ему: переводим тумблер в положение Р. «Электроника» выдает номер очередного сюжетного поворота; теперь нужно опять вернуть переключатель в позицию Г и ввести в машину параметры очередной точки ветвления на схеме. Продолжая действовать таким образом, довольно скоро добираемся до слова «конец». Это значит, что сюжет первого произведения готов. Нажимаем клавишу ХУ. На экране зажигается последовательность цифр. Это и есть шифр сюжета, который у нас получился. Первая цифра — номер варианта в первой точке ветвления, вторая — соответствующий номер во второй и т. д. При условии, что ветви нумеруются слева направо и сверху вниз, шифр 432, например, в переводе с машинного языка на русский означает: «Земля сталкивается с огромной кометой и не взрывается, но почти все гибнут (конец)».

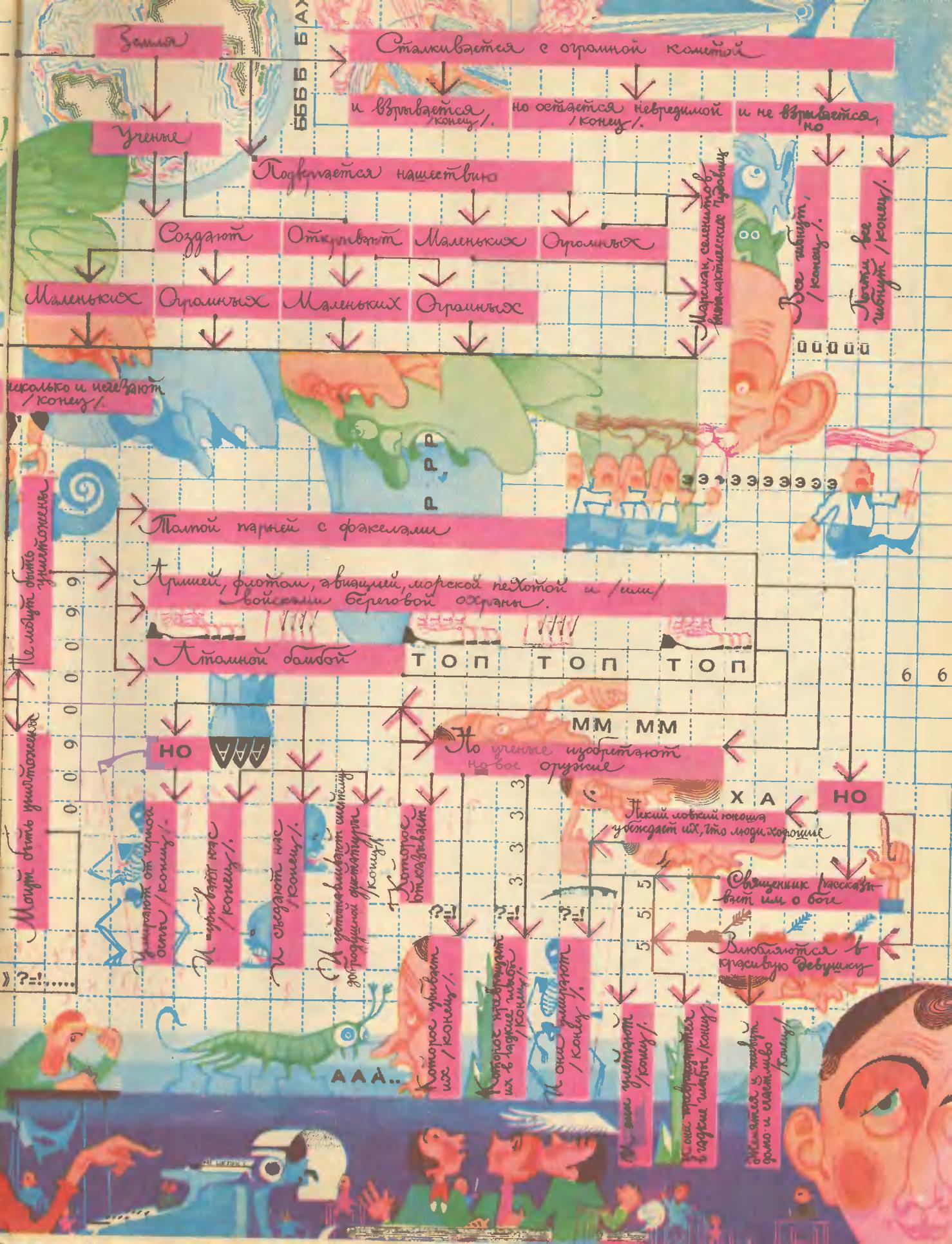
Разработка нового сюжета начинается по команде 0 С/П. Если вы в ходе работы случайно нажмете в качестве числа вариантов отрицательное число, «Электроника» деликатно сообщит вам, что вы ошиблись: на индикаторе загорится слово ЕГГОГ. В этом случае введите правильное число — на качестве сюжета ваша ошибка не отразится.

*Карманный компьютер
начинающего фантаста
Клуб любителей
фантастики в гостях
у Клуба электронных игр
Схема С. Лема,
разработка Е. Катышева*

Элементарный подсчет показывает, что, пользуясь приведенной программой, любой начинающий фантаст может за сутки создать больше НФ-произведений, чем все писатели мира, вместе взятые. Следует, правда, предостеречь от одной опасности — мы с нею уже столкнулись. Когда мы объясняли своим коллегам из КЛФ, как пользоваться программой «Гадалка», у нас получился такой сюжет: 324611231. В переводе на человеческий язык это означает «Земля подвергается нашествию огромных марсиан, селенитов, внегалактических чудовищ, внеземных существ, которые трактуют нас только как пищу и являются нерадиоактивными и не могут быть уничтожены армией, флотом, авиацией, морской пехотой и (или) войсками береговой охраны, но умирают от черной осipy (конец)». Коллеги из КЛФ очень обрадовались и, вытаскивая на ходу свои золотые перья, ринулись от нас на свою территорию доводить получившийся сюжет, что называется, «до ума». Вернувшись они через полчаса, донельзя разочарованные: оказалось, что такой сюжет в литературе уже использован — это «Война миров» Г. Дж. Уэллса...

Вот от этой-то опасности — возможности повторения уже известных сюжетов — мы и хотели бы вас предостеречь.





ПУТЬ К ЗЕМЛЕ («КОН-ТИКИ»)



Рис. Евгения КАТЫШЕВА

Прослушивая старые магнитофонные записи с рассказами «человека из будущего» (см. «ТМ» № 6 за этот год), мы наткнулись на одну любопытную историю, начало которой в обработке Михаила Пухова и предлагаем вашему вниманию. Напоминаем: публикуемые под нашей рубрикой тексты адресованы в первую очередь тем, кто внимательно изучил материалы раздела «Для всех профессий» и умеет обращаться с программируемыми микрокалькуляторами «Электроника Б3-34», «Электроника МК-54», «Электроника МК-56».

В решете они в море ушли,
в решете,
В решете по крутым волнам...

ЭДВАРД ЛИР

1. ЧЕЛОВЕКА ВИДНО ПО ПОХОДКЕ

Самое увлекательное приключение XXI века, как его называли телекомментаторы, началось с чашки кофе.

Мы с Эдиком Рыжковским, парнем неплохим, но иногда до болезненности самолюбивым, завтракали в буфете аэропорта на девятом этаже. Лучший лунный кофе делают именно здесь, хотя получить его не так просто. Эдик только что совершил неслыханное — выиграл у автомата сразу две чашки, и завсегдатаи — а среди них порядочно космонавтов — поглядывали на него с

уважением. Эти-то две чашки мы и смахивали, когда в помещении появился незнакомый нам человек.

Он вошел уверенкой лунной походкой, какая замечается лишь у коренных «селенитов», как мы их между собой называем. На Луне все ходят замедленно — сказывается меньшая тяжесть, но у тех, кто недавно прилетел с Земли или даже Марса, это выглядит неуклюже. А человек, долгое время проживший на Луне, идет хоть и медленно, но с каким-то особым изяществом. Особенно красиво это получается у женщин.

Вот и наш незнакомец шагал именно такой, настоящей лунной походкой. Это было странно — мы хорошо знаем всех местных жителей, не так уж нас много. А внешность у него была запоминающаяся — подтянутый, среднего роста, глаза голубые, на голове короткий ежик совершенно седых волос. Без очков. Он направился прямо к стойке, взял несколько бутербродов и высокий стакан оранджа, окинул взглядом зал, подо-

шел к нашему столику и попросил разрешения сесть. Отхлебнув оранжевого, пошел носом — в воздухе плавал аромат нашего с Эдиком кофе.

— Вы с какой-нибудь дальней близкостью? — спросил Эдик.

— С дальней? — Незнакомец прищурился. — Можно сказать и так. А почему вы решили?

— Селенита видно по походке, — объяснил Эдик. — В Центре мы встречали, да и во всех ближних точках я тоже бывал.

— Понял вашу логику, — кивнул незнакомец. — Но скажите, где вы добыли кофе? Я видел там только это, — он поднял свой бокал, — и минеральную воду.

— Кофе в автомате. — Эдик махнул рукой в дальний конец зала. — Одна попытка в день. Только не выиграешь. Раздобыть сразу две чашки выпадает раз в жизни.

— Он только что это сделал, — добавил я. — А вот я, к сожалению, ни разу не взял ни одной.

— А что у них за игра? Шахматы? Или какой-нибудь «стартрек»?

— Нет, здесь игра для профессионалов, чтобы кофе шел в основном летному составу, а не всяким там посторонним. Садишься за штурвал воображаемого космопланеты и определяешь гравитацию незнакомой тебе планеты. Ее автомат подбирает случайным образом.

Незнакомец посмотрел на Эдика с недоумением.

— Что же здесь сложного? Подобрать режим, зависнуть — и все дела. До любого десятичного знака.

— Вы так считаете? — произнес Эдик слегка оскорблена. — Топлива-то компьютер дает в обрез, только на взлет да посадку плюс еще десять секунд. И всякие ограничения. Кончились топливом — сообщает, что ты грохнется и не кофе тебе нужен, а квалифицированная медицинская помощь. Превысил три «же» — сообщает, что ты без сознания. Тоже, как правило, грохнешься...

— А если после взлета выключить движок на секунду-другую? — предложил незнакомец. — Потом разделить разность скоростей на время, вот и вся хитрость.

— Их не перехитришь! — хмыкнул Эдик. — Выключить двигатель, как же! Так бы всякий определил. Но выключать запрещено правилами. Поверьте — выиграть почти невозможно. Я не космонавт, но на ракетах летаю много. Тем не менее сегодня мне просто повезло.

— Ты, Эдик, скромничай, — сказал я. — Ты в этом деле ас. А вот я управлял ракетой один-единственный раз в жизни.

— Первый раз вижу такого человека, — задумчиво проговорил незнакомец. — Видимо, дают по чашке за каждый угаданный знак?

— Точно.

— Надо попробовать. — Он встал со своего места. — Вам принести?

— Я, право, не знаю... — заколебалася я.

— Несите, — сказал Эдик. В голосе

его звучало сдержанное злорадство. — И лучше по две — нет, по три чашки. Но запомните — я вас предупреждал. Вы кто по специальности? Конечно, пилот?

— Бывший, — помолчав, сказал незнакомец. И пошел в дальний конец зала.

— Пижон, — сказал Эдик. — Но я его прищемил. Думает, раз он профессионал, все получится. Как бы не так! Я неоднократно наблюдал, как настоящие пилоты, даже не бывшие, возвращались к нему.

— Зачем ты так? Ты же его не знаешь.

— Человека видно по походке, — произнес Эдик. — Обыкновенный пижон...

Он замолчал, потому что по залу пронесся восхищенный ропот. Наш новый знакомый возвращался, балансируя подносом, установленным чашками кофе. Как и полагается бывалому селениту, времени не терял: на ходу отхлебывал ароматный напиток. Завсегдатаи вытаращили глаза — ни один из них не видел ничего подобного.

— Себе я взял две, если не возражете, — сказал он, опускаясь в кресло. — А вам по три, как и просили.

— Восемь знаков?? — с трудом выдавил Эдик и на длительное время потерял способность что-либо спрашивать. Он, только что герой дня, был попросту уничижен.

— Но как вы все-таки это сделали? — поинтересовался я, немного опомнившись. — Или это секрет?

— Никаких секретов. — Он отставил пустую чашку. — Я терпеть не могу компьютеров, особенно тех, которые что-то мне запрещают. Он думает, что если запретил мне выключать движок, то я так и послушался!

— Но если его выключить, загорится транспарант «Нарушение правил» и вы лишитесь права на игру.

— Что же я, идиот? Я сделал так, чтобы он сам его выключил!

— Каким образом?

— Проще простого, — улыбнулся он. — Во время полета превысил допустимое ускорение, он выбросил транспарант «Пилот без сознания» и выключил двигатель.

— Но вы бы разбились!

— Зачем же? Я превысил ускорение на самую малость. Дал такую тягу, чтобы движок вырубился всего на пару секунд. Упасть я просто не успел. А чтобы увеличение тяги не повлияло на скорость, я дал очень малый расход, но за ничтожное время. Ускорение получилось большое, и этот электронный болван выбросил свой транспарант. Я подождал, пока он погас, разделил разность скоростей на время свободного падения, и вот результат.

Эдик сидел, опустив глаза. Лицо у него полыхало. Он, обжигаясь, пил кофе большими глотками.

— А где вы раньше летали? — спросил я чуть погодя.

— Юпитер, — сказал он. — Ио, Евро-

па, Каллисто... Действительно, тяжесть как на Луне, вот вы и приняли меня за местного. А сейчас в отставке... По возрасту.

— И что теперь?

— На Землю, — сказал он.

— Вот и отлично, — сказал я. — Да вайте полетим вместе. Я тоже туда собираюсь. В отпуск.

— По рукам. Вы мне нравитесь. Пойдете со мной штурманом? Меня зовут Михаил Коршунов. Профессиональная кличка Луиний Коршун. Не слышали? Луны Юпитера. Так договорились — летим вместе?

— Договорились, — сказал я. — Меня зовут Александр. Александр Переялкин. Без клички. Только лайнер ушел вчера. Теперь две недели ждать.

— Лайнер? — поморщился он. — Я летел Юпитер — Луна на лайнере. Скукотища. Стюардесса разносит конфеты и воду. Заставляют сидеть в кресле... Нет, мне лайнер не по душе.

— А как же иначе? Космический лифт пока не построили.

— Вот я и думаю, — сказал Михаил Коршунов. — Простите, Эдуард, если не ошибаюсь? Вы говорили, что много летали на ракетах. Не знаете, где можно раздобыть корабль, хотя бы плохонький?

Эдик поднял лицо. Краска с него уже склынула, а в глазах появилось выражение, которое мне не очень понравилось. У него такое бывает. Что-то нехорошее, мстительное.

— Плохонький? — повторил он.

— Меня устроит любой.

— Тогда я вам помогу. У меня есть имение то, что вам нужно.

Так сказал Эдик. Я-то знал, что у него нет ничего, кроме старого лунолета, вроде того, на котором мы с сыном совершили свое невероятное путешествие.

— Если движок цел, — сказал Коршунов, — беру не глядя.

— Договорились? — пародируя его интонацию, переспросил Эдик Рыжковский.

— Конечно. Я своего слова назад не беру. Никогда. У вас есть описание?

— Естественно, — зловеще усмехнулся Эдик. И выложил на стол паспорт — да-да, того самого лунолета!

Коршунов погрузился в чтение. Он шевелил губами, иногда повторяя вслух: сухая масса — две тонны. Топливо — керосин и кислород. Предназначен для перелетов вдоль поверхности Луны на расстояния не свыше 1000 километров...

И вдруг захотел. Он смеялся долго и искренне. Эдик тоже засмеялся — сначала робко, потом все уверенней. За унижение он отомстил, счет стал один — один, и на душе у него, видимо, полегчало. На них оглядывались. Я молча ждал, пытаясь сообразить, во что может выльться эта ситуация.

— Ну и колымага! — отсмеявшись, сказал Коршунов. — Но зачем все эти дурацкие ограничители? На ускорения, на расход, на время маневра? Учтите — я все это выброшу.

Лицо у Эдика Рыжковского стало растерянным.

— Да вы что... берете?

— Конечно. Мы же с вами договорились. Разве не так?

— Но я же просто пошутил! — воскликнул Эдик. — Прошу вас меня извинить...

— Извинения не принимаются, — ходило заявили Лунный Коршун, и вдруг стало ясно, почему его так прозвали. — Я беру ваше судно.

— И вы действительно... полетите?..

— Разумеется.

— Но это безумие! — рассвирепел Эдик. — Эта машина никогда не поднималась даже на орбиту! Она предназначена для горизонтальных полетов! Идти на ней в космос — это... это...

— Ну, — прищурился Коршунов, — смелее.

— Это то же самое, что переплыть океан на плоту! — выпалил Эдик Рыжковский. — Безумие, тысячу раз безумие!

— Но ведь переплывали же, — спокойно возразил Коршунов. — В чем только не переплывали. Интересное, легендарное было время — двадцатый век... И спасибо за хорошую мысль. Как называется ваше судно?

— Никак. Есть только номер.

— Вот и отлично. Тогда с вашего разрешения, я нарекаю его «Кон-Тики». Не возражаете?

Возражений не последовало. Коршунов встал.

— Смотреть будем завтра. Встречаемся здесь в это же время. — Он повернулся ко мне: — Договорились?

Я неуверенно пожал плечами:

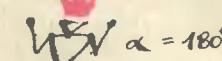
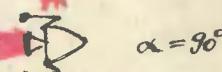
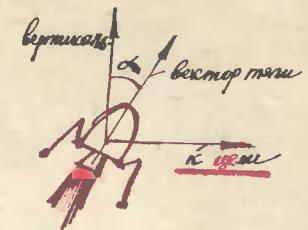
— Ну, мне-то, наверное, необязательно.

— Вообще-то желательно. Принято, что при первом осмотре присутствует весь экипаж. Ведь мы идем вместе, мы же договорились. Вы мой штурман, еще не забыли?

Он взглянул на меня в упор. Никакой насмешки в его холодных глазах не было. По-моему, я побледнел. Сказать ничего не смог, только кивнул.

— Так что завтра на этом же месте, — сказал Лунный Коршун. Потом повернулся к нам спиной и своей лунной нет, каллистянской походкой зашагал к выходу.

— Я просто хотел пошутить, — несвязно бормотал Эдик Рыжковский. — Просто пошутить. Просто-напросто пошутить...



Угол отклонения вектора тяги от вертикали задается так. 0 соответствует направлению «вверх», 90 — «вперед», -90 — «назад», 180 — «вниз».

Записал Михаил ПУХОВ

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

ВНИМАНИЕ!!!

Всем, кто жаждет на собственном опыте испытать радость взлета и восторг освобождения от уз гравитации; ощутить холодное дыхание лунных скал, проносящихся на расстоянии вытянутой руки;

почувствовать, как бесплотный, казалось бы, воздух становится при входе в атмосферу грозной тормозящей средой;

познать удивительный мир орбитальных станций — царство центробежных и кориолисовых сил;

научиться ценить каждую долю секунды и каждую каплю топлива;

ВСЕМ, КТО ХОЧЕТ ПРИОБРЕСТИ НОВЫЕ ЗНАНИЯ И НАУЧИТЬСЯ ПРИМЕНЯТЬ ИХ НА ПРАКТИКЕ;
короче,

ВСЕМ, КТО НАМЕРЕН ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В САМОМ УЛЕКАТЕЛЬНОМ ПРИКЛЮЧЕНИИ XXI ВЕКА —

перелете с Луны на Землю «а не приспособленном для межпланетных путешествий крохотном лунолете «Кон-Тики», —

МЫ НАСТОЯТЕЛЬНО РЕКОМЕНДУЕМ:

1) срочно обзавестись программируемым микрокалькулятором «Электроника Б3-34» или «Электроника МК-54»;

2) внимательно изучить статьи, опубликованные в разделе «Для всех профессий» (*«ТМ № 1—4, 6 за этот год»*);

3) пройти курс предварительного обучения пилотажу на программах «Лунолет-1» (*«ТМ», № 6—7 за этот год*) и «Лунолет-2» (см. ниже).

ВРЕМЕНИ ПОЧТИ НЕ ОСТАЛОСЬ!!! Экипаж «Кон-Тики» полным ходом ведет подготовку к старту. ТОРОПИТЕСЬ!

РЕДАКЦИЯ ЧЕСТНО ПРЕДУПРЕЖДАЕТ:

полной уверенности в благополучном исходе рискованного предприятия у нас нет. Не исключено, что нам с вами придется выпутываться из создавшейся ситуации, положившись исключительно на собственные силы. Мы должны встретить грядущие испытания во всеоружии.

Для практической подготовки к опасному перелету предлагаем вашему вни-

манию учебно-игровую программу «Лунолет-2».

00. ИПА 01. $F_x < 0$ 02. 14 03. 2 04. X
05. ПП 06. 82 07. F_x^2 08. + 09. FVTO.
ИПВ 11. — 12. БП 13. 78 14. $F_x \neq 0$
15. 31 16. 0 17. ИПЗ 18. ИП7 19. —
20. $F_x < 0$ 21. 26 22. ИПД 23. $F_x \neq 0$
24. 30 25. ИП6 26. ИП9 27. С/П 28. БП
29. 33 30. ИПА 31 С/П 32. П1 33. F_z
34. П2 35. \div 36. П8 37. ИП5 38. ИПД
39. + 40. \div 41. ИП6 42. X 43. П3
44. ИПС 45. ИП3 46. ИП1 47. Fsin 48. X
49. ИП2 50. X 51. ИП0 52. + 53. ПО
54. ПП 55. 91 56. — 57. ПС 58. ИП2
59. /— 60. ПП 61. 82 62. + 63. ПВ
64. ПП 65. 91 66. ИПA 67. + 68. ПА
69. ИПД 70. ИП8 71. ИП2 72. X 73. —
74. ПД 75. $F_x < 0$ 76. 00 77. ИП8 78. \div
79. П2 80. БП 81. 44 82. ИП4 83. ИП3
84. ИП1 85. Fcos 86. X 87. — 88. X
89. ИПВ 90. В/О 91. FBx 92. + 93. 92
94. \div 95. ИП2 96. X 97. В/О

Программа «Лунолет-2» предназначена для численного моделирования произвольных маневров космических аппаратов в непосредственной близости безатмосферных небесных тел. (Напомним, что программа «Лунолет-1» даже в варианте с постоянной горизонтальной скоростью позволяла рассчитывать лишь вертикальный маневр.) Тем не менее у обеих программ много общего. Комплект исходных данных формируется и вводится точно так же, как и в программе «Лунолет-1» в варианте с посто-

янной горизонтальной скоростью. Напомним: аварийный сигнал засыпается в регистр 9, ускорение свободного падения на поверхности планеты в m/s^2 — в регистр 4, масса корабля без топлива в кг — в регистр 5, скорость истечения продуктов сгорания в m/s — в регистр 6, предельное ускорение, которое могут выдержать космонавты, не теряя сознания, в m/s^2 — в регистр 7, начальная высота в м — в регистр А, начальная вертикальная скорость в m/s (положительным считается направление вверх) — в регистр В, начальная горизонтальная скорость в m/s (положительным считается направление к цели) — в регистр 0, расстояние до цели в м — в регистр С, запас топлива в кг — в регистр Д. Все исходные данные засыпаются в произвольном порядке. После ввода полного комплекта нужно нажать В/О и С/П. Каждый ход, как и прежде, можно подразделить на два этапа — анализ ситуации и ввод исходных данных для очередного маневра.

Анализ ситуации производится аналогично тому, как это делалось в программе «Лунолет-1», только в регистре У хранится теперь не вертикальная скорость, а текущий запас топлива (лишь после самого первого останова здесь оказывается последнее число из введенного комплекта исходных данных). При останове на индикаторе светится текущая высота полета, она же хранится и в регистре А. Остальные важные параметры — вертикальная скорость, расстояние до цели, горизонтальная скорость — находятся в регистрах В, С и О и вызываются на индикатор командами ИПВ, ИПС и ИПО соответственно.

Режим двигателя при маневре определяется расходом топлива, временем, за которое этот расход произведен, углом отклонения вектора тяги от вертикали (см. рисунок) и задается командой: (расход, кг) ↑ (время, с) ↑ (угол, градусы) С/П. Переключатель Р-Г при работе с программой «Лунолет-2» должен быть установлен в положение Г (градусы). Задавать время маневра равным нулю нельзя. Если вы ошибетесь, на индикаторе загорится сообщение ЕГГОГ. В этом случае нужно возвратиться на прежнюю высоту с помощью команды В/О С/П.

Аварийные ситуации, возникающие при работе с программой «Лунолет-2», и правила поведения в этих ситуациях полностью аналогичны тем, с которыми вы имели дело, когда осваивали предыдущую программу. Появление на экране нуля, как и прежде, означает контакт с поверхностью, только теперь для оценки качества посадки нужно учитывать не только вертикальную, но и горизонтальную скорость. Переход к

новому варианту происходит точно так же, как и в программе «Лунолет-1».

ВНИМАНИЕ: наши игровые программы реализуют процесс численного интегрирования дифференциальных уравнений механики, и это накладывает определенные ограничения на вводимые в ходе маневра параметры. Так, при работе с программами «Лунолет-1» и «Лунолет-2» расход топлива за маневр не должен превышать 5% полной массы ракеты (для кораблей класса «Кон-Тики» это составляет около 100 кг).

ЗАПОМНИТЕ: космонавт должен всегда быть в форме. Без постоянных тренировок нечего и мечтать о настоящих полетах — а уже в следующем выпуске «Кон-Тики» отправится в опасный рейс через океан пустоты. Для оценки степени подготовленности читательских экипажей мы будем на каждом этапе предлагать вам контрольное задание.

ЗАДАНИЕ ПЕРВОГО ЭТАПА

1) Какими физическими соображениями можно объяснить утверждение А. Перепелкина, что «на Луне все ходят замедленно — сказывается меньшая сила тяжести»? Есть ли в распоряжении ученых экспериментальные данные по этому вопросу?

2) Программа «Лунолет-1», игра «Угадай тяготение» (см. «ТМ» № 7). Ускорение силы тяжести $1,2345 m/s^2$, запас топлива 50 кг, остальные исходные данные как в «ТМ» № 6. Экспериментально определить ускорение силы тяжести способом зависания и по методу Лунного Коршуна.

3) Программа «Лунолет-2». Запас топлива 1000 кг, расстояние до цели 250 км, начальная горизонтальная скорость равна нулю, остальные исходные данные как в № 6. Выполнить перелет и совершить посадку с минимальной скоростью и минимальным отклонением от намеченной точки.

Ваши ответы и варианты (последовательности команд) прсылайте в редакцию с пометкой «Путь к Земле». Срок отсылки — один месяц (до выхода в свет очередного номера). За правильные ответы будут начисляться очки. Победители будут выявлены, естественно, по окончании перелета.

До встречи в следующем выпуске!

Из-за сложности набора математических символов в «ТМ» № 7 допущены две ошибки. Знак радикала в команде по адресу 20 программы «ПК-1» не переходит на следующую команду. В команде по адресу 24 программы «Электронная гадалка» опущен ноль после знака «больше или равно».



ПРОДОЛЖАЕМ ПУБЛИКАЦИЮ ДОКУМЕНТАЛЬНО-ФАНТАСТИЧЕСКОГО ОТЧЕТА О РЕЙСЕ КРОШЕЧНОГО ЛУНОЛЕТА «КОН-ТИКИ» ПО ТРАССЕ ЛУНА — ЗЕМЛЯ, ЗАПИСАННОГО СО СЛОВ УЧАСТНИКА ПЕРЕЛЕТА А. ПЕРЕПЕЛКИНА (НАЧАЛО СМ. «ТМ» № 8 ЗА ЭТОТ ГОД.)

Рис. Евгения КАТЫШЕВА

2. ДВОЕ НА БОЛИВАРЕ

— В чем дело, штурман? — крикнул вдруг Коршунов.

С момента старта прошло уже почти полчаса, постройки Центра давно скрылись из виду. Под нами тянулись однообразные безжизненные ландшафты. «Кон-Тики» мчался по низкой орбите, на высоте не более четырех километров. Облачный серп Земли и маленький рядом с ним ослепительный диск Солнца уже переместились из зенита, где они стояли в момент старта, к самому горизонту. На разгон до орбитальной скорости у Коршунова ушло около минуты: щадя меня, он избегал чрезмерных перегрузок. Лунолет он вел уверенно и спокойно — оказались четыре дня довольно изнурительных тренировочных полетов. «Чтобы почувствовать машину, — объяснил он их назначение. — И эту луну. У каждой машины своей темперамент, у каждой луны тоже. Они как женщины, штурман. Тут нужен опыт, никакая теория не поможет».

Сначала я думал, что мои штурманские обязанности будут, если можно так выразиться, чисто номинальными. В крайнем случае придется работать с киберштурманом, а я хорошо знаю эту аппаратуру. Но я ошибся. Все вычислительное и навигационное оборудование Коршунов попросту выбросил. «Не забудимся, — объяснил он. — Опыт и здравый смысл — больше нам ничего не требуется. Лучше определять координаты на глаз, чем таскать лишний балласт на своем горбу, а потом гробануться на финиш». В результате лунолет облегчился килограммов на пятьдесят; из всей навигационной аппаратуры Коршунов оставил только бинокль, да и то лишь потому, что к хорошим биноклям у него слабость. Так он сказал. А мне, вместо того чтобы спокойно работать за дисплеем киберштурмана, пришлось срочно обзаводиться

ветхой лоцией и комплектом пожелавших крупномасштабных карт, а потом аккуратно разрисовывать их короткими и длинными линиями — трассами наших полетов — с обязательным указанием контрольных высот. Маршрут выбрал я — Коршунову было все равно, куда лететь. На двухминутную работу при такой организации труда уходило не меньше часа. «Я дисплеям не верю, — говорил Коршунов. — Он за секунду выдаст тебе точный разрез, но забудет сообщить, что справа от трассы вершина, а тебя каким-нибудь солнечным ветром обязательно вынесет прямо на нее, и будь здоров. Рельеф — наш главный враг, штурман. Лучшие луны те, на которых рельефа нет. Европа или, скажем, Плутон». — «Какая же это луна? — удивлялся я. — Нас учили, что это планета». — «Бывшая луна Нептуна», — объяснял Коршунов. — И вообще это как должность и звание. Луна, занимающая планетную должность. Ты еще Цереру обзови полноценной планетой. Или какую-нибудь Палладу...»

Топлива в баках «Кон-Тики» умещалось три с половиной тонны, но в предварительные полеты мы брали одну, максимум полторы. «Таскать на горбу балласт я не намерен, — сказал Коршунов. — Топлива в рейсе должно быть ровно столько, сколько необходимо. И запомни, штурман: никаких заначек. Здесь тебе не авиация. Я обязан в каждый момент точно знать, сколько у меня топлива. Знать с точностью до грамма».

На сегодняшнем старте баки — впервые за неделю — были полны. Центр Королева расположен в Центральном Залине, и прямо над нашими головами, за прозрачным колпаком кабины, висела Земля. Обычно она выглядит огромной, но в предстартовые мгновения показалась мне весьма и весьма маленькой. Коршунов подтвердил класс: когда исчез вес, а двигатель умолк, на указателе вертикальной скорости воцарился нуль. Мы неслись по низкой круговой орбите, над незримой границей

ПУТЬ К

между Океаном Бурь и Морем Дождей. В стороне остались крупные кратеры Коперник и Аристарх. На маршруте не было особых препятствий — лишь один довольно протяженный горный массив на обратной стороне, с высотами, не превышающими трех с половиной километров. Поэтому Коршунов отказался подниматься выше четырех: «Я не собираюсь терять при спуске драгоценные килограммы только из-за того, что кому-то захотелось поближе к небу. Я не альпинист, а космонавт. Если бы было можно, я бы никогда не забирался выше ста метров. Так летают над Европой. Там только лед, гладкий лед, и очень редко торосы».

Вот так мы и летели: из табло нули, однобразный ландшафт усыплял, и вдруг...

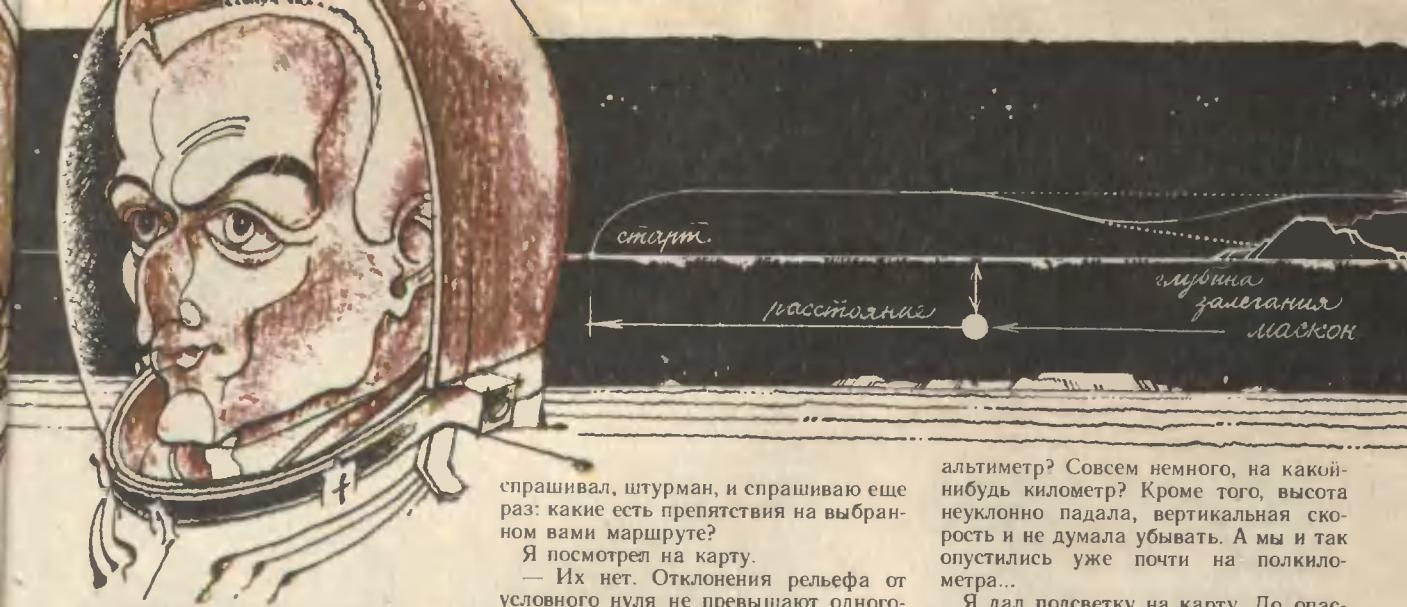
— Спиши, штурман! — заорал Коршунов. Мы сидели с открытыми шлемами, от его крика буквально содрогнулась кабина.

Я, видимо, действительно задремал — устал за последние дни, — но от этого вовсе всякий сон, конечно, пропал. Уставился в пульт, однако ничего катастрофического не обнаружил. Практически те же цифры, что и полчаса назад, светились на индикаторах алтиметра и измерителей скорости. Лишь точка, отмечавшая наше положение на лунном диске, сместилась к самому его краю. Но чтобы удостовериться, что это на самом деле так, не обязательно смотреть на приборы: Земля уже заходила за горизонт.

— По-моему, все нормально, — сказал я, впрочем, не слишком уверенно.

— Вот как? — В его голосе появилась веселая злость. — Значит, штурман считает нормальным, когда корабль падает?

— Я посмотрел, куда он показывал, —



ЗЕМЛЕ

и индикатор вертикальной скорости. Вместо нуля, какой красовался там совсем недавно, сейчас здесь светилось какое-то число, только весьма и весьма малое. Мы действительно «спадали», но со скоростью несчастных сантиметров тридцать в секунду!

Конечно, это меня огорчило. Пусть я не профессионал, но значит ли это, что надо мной можно вот так подшучивать?

— Кошмар! — сказал я спокойно, но вместе с тем и слегка озабоченно. — И правда падаем! Если так пойдет дальше, то от нас ничего не останется.. витка через полтора

И я ему подмигнул: мол, вас понял, и нечего меня разыгрывать. Нынешний рейс Коршунов рассматривал как генеральную репетицию. Облет Луны с посадкой в точке старта. Луноходы типа «Кон-Тики» еще никогда не выполняли подобных рейсов, никто и не подозревал, что они на такое способны. Четверть витка мы уже прошли — осталось три четверти. Три четверти, но никак не полтора.

В его холодных глазах не появилось и тени улыбки — лицо было таким же, как много часов назад, когда Эдик Рыжковский бормотал: «Я просто хотел пошутить».

— Смотри лучше, штурман, — сказал он.

Я последовал его совету. И вдруг понял. Число на указателе скорости не оставалось постоянным. Оно медленно росло — разумеется, с отрицательным знаком. На нас, стало быть, действовала неучтенная слабая сила...

— Что это значит? — озадаченно спросил я.

— Что значит? — повторил он. И вдруг опять закричал: — Я впервые на этой луне, как я могу знать? Я уже

спрашивал, штурман, и спрашиваю еще раз: какие есть препятствия на выбранном вами маршруте?

Я посмотрел на карту.

— Их нет. Отклонения рельефа от условного нуля не превышают одного-двух километров. Лишь на обратной стороне мы пройдем над протяженным горным массивом с максимальными высотами около трех с половиной километров...

— Что мне та сторона? — крикнул он. — Мы еще пока что над этой, и настывает вниз. Что у тебя здесь, штурман? — Он ткнул пальцем в карту. И, надо сказать, именно туда, куда следовало. Все сразу стало понятно.

— Маскон! — обрадовался я. — Локальный концентрат массы! Он-то и тянет нас вниз.

— Отлично, — кивнул Коршунов. — Даже превосходно. Почему же, докладывая обстановку, вы не упомянули об этом масконе?

— А что он может? — пожал я плечами. — Гравитационная аномалия в эпицентре не превышает одного процента. Так записано в локации. Один процент и без того слабого лунного тяготения! Ну, подпортил немножко орбиту. Но мы над ним быстро пройдем, потом она восстановится. Поле-то потенциальное! Пусть у меня мало опыта, но здравый смысл...

— Значит, вы полагаете, что нам ничего не грозит?

— Естественно.

— Хорошо, — сказал Коршунов. — Оставим все как есть.

На вид он полностью успокоился, но мне показалось, что это не совсем так, и я с удвоенным вниманием следил за приборами. Судя по карте, маскон мы уже миновали, но скорость снижения продолжала расти, хотя не достигла еще и метра в секунду. Земля скрылась за горизонтом, сразу за ней — Солнце. «Кон-Тики» окутал мрак. Только небо вверху было усыпано бесчисленными немигающими звездами, а внизу звезды заслоняла Луна.

И вдруг мне стало страшно.

Мы летели все-таки на очень небольшой высоте, кто знает, что таится внизу, в этом бездонном мраке? Что, если там какая-нибудь вершина, не замеченная картографами? Или врет

альтиметр? Совсем немного, на какой-нибудь километр? Кроме того, высота неуклонно падала, вертикальная скорость и не думала убывать. А мы и так опустились уже почти на полкилометра...

Я дал подсветку на карту. До опасного высокогорного района оставалось меньше тысячи километров — минут десять полета с нашей скоростью. И тут до меня дошло, что мы уже летим ниже вершин — не воображаемых, а вполне реальных, — что, если так будет продолжаться, через десять минут мы неминуемо врежемся!..

Как ни удивительно, это открытие меня успокоило.

— Михаил! — сказал я. — Не понимаю, в чем дело, но орбита, кажется, восстанавливаться не собирается. Мы уже опустились ниже гор...

— И какие будут рекомендации, штурман? — насмешливо прищурился он в неярком свете индикаторов. — Идти вверх?

— Немедленно!

— Наконец-то разумные речи, — усмехнулся он, берясь за рычаги управления. Двигатель снова запел, но на этот раз перегрузка не ощущалась. С облегчением я следил, как скорость уменьшилась до нуля, потом изменила знак... Мы шли вверх. Маневр, надо сказать, был выполнен своевременно — прежней высоты мы достигли, если верить карте, уже в районе предгорий.

Я представил себе, как невидимые в темноте, всего в нескольких сотнях метров под нами проносятся зазубренные пики лунных гор, и мне вновь стало жутко. Вдруг альтиметр дает все-таки неверные показания?..

— Не нервничай, штурман, — услышал я голос Коршунова. — Они прямо под нами, и до них не меньше пятисот метров. Опытный пилот чувствует такие вещи. Мы чувствуем это кожей...

Я так и не знаю, правду ли он говорил или просто чтобы меня подбодрить. Через некоторое время опасный район остался позади. «Кон-Тики» уверенно приближался к месту своего назначения. Впереди наметилась извилистая огненная линия — лучи невидимого еще Солнца скользили по склонам высоких лунных цирков. Еще немного — и «Кон-Тики» вновь выйдет на освещенную сторону.



МЯГКОЙ ПОСАДКИ

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Мой взгляд упал на индикатор топлива. Много ли мы израсходовали на непредвиденную встречу с масконом? Вряд ли. Перегрузка почти не ощущалась...

Но я увидел такое, от чего волосы у меня на голове буквально встали дыбом.

— Михаил, — проговорил я с тру-
дом, — посмотри сюда. Бидишь?

— А в чем, собственно, дело? — поин-
тересовался он довольно флегматично.

— Когда мы вылетали, — сказал я, —
в баках было три с половиной тонны
топлива. Так?

— Да, и ни граммом меньше.

— Оказывается, мы почти все ист-
ратили, — продолжал я. — Проклятый
маскон! Мы сожгли больше двух тонн!
Мы не сможем теперь сесть!

— Ты в этом убежден, штурман?

— Да, — твердо сказал я. — Нам
придется просить помощи. Пока не
поздно. Пока мы еще на орбите!

— Чтобы я просил помощи? — бро-
сил он яростно. И замолчал. Я следил
за его лицом. На его тонких губах по-
явилась улыбка.

— Вспомнил одну старую историю, —
ответил он на мой недоуменный
взгляд. — Значит, штурман, ты полага-
ешь, топлива на финиш не хватит? — Я
молча кивнул. — Допустим, что это так.
Но если бы в кабине был только один из
нас, топлива бы хватило. Масса челове-
ка в скафандре — килограммов сто
пятьдесят, если не ошибаюсь?

— Да, — пробормотал я, еще не пони-
мая, куда он клонит.

— Тогда у нас остается единственный
выход. Над безатмосферными лу-
нами так иногда делают. Один из двоих
идет за борт, становится спутником
луны, а второй садится, заправляется,
потом взлетает и подбирает товарища.

Сказать я ничего не смог. У меня
пересохло во рту.

— Дальше начинается арифметика, —
проговорил он жестко, и я сразу
вспомнил его профессиональное про-
звище. — Если за борт пойду я, ты все
равно не сядешь. Погубишь и себя,
и «Кон-Тики», и в конечном счете
меня. Если же за борт пойдешь ты...

Он смотрел на меня холодными, не-
мигающими глазами.

— Словом, как говорилось в той
истории, Боливар не вынесет двоих.
Что скажешь, штурман?..

Записал Михаил ПУХОВ

но — все буквенные шифры формиру-
ются именно из него.

В регистры 4, 5, 6, 0, В и Д вводятся
те же исходные данные, что и при рабо-
те с программами «Лунолет-1» и «Лунолет-2». Напоминаем: (ускорение свободного падения на поверхности небесного тела, m/s^2) П4 (масса корабля без топлива, кг) П5 (скорость истече-
ния продуктов сгорания, m/s) П6 (на-
чальная горизонтальная скорость, m/s)
ПО (начальная вертикальная скоро-
сть, m/s) ПВ (запас топлива, кг) ПД.
В регистр 7 заносится радиус небес-
ного тела в метрах (например, для Луны это реализуется командой 1738000
П7), в регистр А — начальное расстоя-
ние корабля от центра небесного тела
(если он стоит на поверхности, то оно
совпадает с радиусом небесного тела),
в регистр С — начальное угловое рас-
стояние корабля от центра видимой сто-
роны луны (или дневной стороны плане-
ты) в градусах. О соответствует цент-
ру видимой стороны, 90 и —90 — гра-
ницам видимой и обратной сторон, 180 —
центру обратной стороны. На полный оборот вокруг небесного тела
ходит, естественно, ровно 360 граду-
сов. Переключатель Р—Г при работе с
программой «Лунолет-3» должен быть
установлен в положение «Г».

После ввода программы, формирова-
ния и ввода видеосообщений и комплек-
та исходных данных нужно нажать кла-
виши В/О и С/П. При останове на ин-
дикаторе светится округленная до деся-
ти долей метра текущая высота поле-
та. В регистре У находится очень важ-
ный для орбитальных полетов па-
раметр — первая космическая скорость на
данной высоте; она вызывается на ин-
дикатор командой ХУ. Текущие значе-
ния остальных переменных — расстоя-
ние до центра небесного тела, верти-
кальная и горизонтальная скорости, уг-
ловое расстояние от центра видимой
стороны и запас топлива — находятся
в регистрах А, В, 0, С и Д и вызываются
на индикатор соответственно коман-
дами ИПА, ИПВ, ИПО, ИПС и ИПД.

После анализа текущей ситуации
нужно ввести исходные данные для оче-
редного маневра. Маневр определяется
теми же величинами, что и в программе
«Лунолет-2», но задается несколько
иной командой: (угол отклонения век-
тора тяги от вертикали, градусы) ПП
(расход топлива, кг) ПП (время, с)
С/П. Угол 0 соответствует направлению
«вверх», 90 — «вперед», 180 — «вниз»,
-90 — «назад» (как и на схеме в прош-
лом номере «ТМ»). Если команда на
двигатель подана с превышением налич-
ного запаса топлива, она блокируется:
на индикаторе загорается прежняя вы-
сота. В этом случае нужно задать ма-
невр заново.

Для облегчения анализа ситуации в
программе «Лунолет-3», помимо основ-

ного останова, предусмотрен еще и дополнительный, демонстрационный: на индикаторе при этом загорается видеообращение, наглядно показывающее, где находится в данный момент корабль. После появления видеосообщения нужно нажать С/П.

В нормальной ситуации основной и демонстрационный остановы чередуются; если демонстрационный останов начинает повторяться, это означает, что корабль достиг поверхности и ПМК методом последовательных приближений рассчитывает значения переменных величин в момент посадки. В этом случае следует нажимать С/П до появления на индикаторе цифры 0 (сигнал о посадке).

Если цель полета — выйти на круговую орбиту, то в ходе маневрирования нужно добиться того, чтобы горизонтальная скорость по возможности совпала с первой космической скоростью для данной высоты, а вертикальная равнялась нулю. В противном случае орбита получится эллиптической, а если она еще и пересекается с поверхностью небесного тела, то это, естественно, не приведет ни к чему хорошему.

Взлет и посадка производятся точно так же, как и при работе с программами «Лунолет-1» и «Лунолет-2». Аналогично выполняется и переход к новому варианту.

Расход топлива при маневре не должен превышать 5% от полной массы корабля (для лунолетов класса «Кон-Тики» это составляет 100—200 кг, в зависимости от наличного запаса топлива). Не рекомендуется также задавать время маневра больше 100 с. Последнее ограничение снимается лишь в свободном полете, после выхода на орбиту; но и в этом случае следует анализировать ситуацию хотя бы каждые 1000 с.

Главные неприятности, подстерегающие космонавта при полетах на низких окололунных орbitах, — это локальные концентрации массы (масконы) и неровности рельефа. Что такое неровность рельефа, понятно — это просто гора. А вот что такое маскон?

Сразу после запуска первых искусственных спутников Луны обнаружилось, что их орбиты искаются (причем существенно, на десятки и сотни метров) под влиянием какого-то неизвестного фактора, хотя, казалось бы, учтено было все: гравитационные возмущения от Земли, Солнца и даже... давление солнечных лучей. Причиной этих искашений оказались так называемые масконы — скрытые под поверхностью Луны скопления более плотных пород, нежели окружающие. По поводу происхождения масконаов среди ученых все еще нет единого мнения; зато известно, что средний маскон проявляет себя как точечная масса, составляющая по величине 10^{-6} — 10^{-5} массы Луны и залегающая на глубине порядка 50 км. Нетрудно прикинуть, что в эпицентре, непосредственно над масконом, возникает дополнительное гравитационное ускорение порядка нескольких миллиметров в се-

кунду за секунду. Казалось бы, это совершенно ничтожная величина; однако, как уже отмечалось, действие масконаов приводит к значительным изменениям орбит лунных спутников. Как это выглядит на практике, можно проверить экспериментально с помощью следующей программы:

```
00.Cx 01.ИПА 02.+ 03.ПА 04.ИП7
05.— 06.Fx<0 07.14 08.ИПВ 09./—/
10.÷ 11.П2 12.П1 13.31 14.С/П 15.П9
16.П8 17.П2 18.÷ 19.ИПД 20.ИП8 21.—
22.Fx≥0 23.00 24.ПД 25.ИП5 26.+—
27.÷ 28.ИП6 29.× 30.П8 31.ИП8
32.ИП9 33.Fsin 34.× 35.ИПВ 36.ПП
37.77 38.ИПС 39.× 40.ИП3 41.÷ 42.+—
43.— 44.ИП2 45.× 46.ИПО 47.+ 48.П0
49.ПП 50.70 51.ИПС 52.+ 53.ПС
54.ИП0 55.ПП 56.77 57.— 58.ИП4 59.—
60.ИП8 61.ИП9 62.Fcos 63.× 64.+—
65.ИП2 66.× 67.ИПВ 68.+ 69.ПВ
70.FBx 71.+ 72.ИП2 73.× 74.2 75.—
76.В/О 77.ИП0 78.× 79.ИП7 80.+—
81.ИП3 82. ИП3 83.÷ 84.Farctg
85.Fcos 86.Fx2 87.FBx 88.× 89.ИП1
90.× 91.В/О
```

Пользоваться этой программой (называется она, естественно, «Маскон») не сложнее, чем программой «Лунолет-3», на базе которой она разработана. Комплект исходных данных остается примерно тем же, только вместо видеосообщений в регистры 1 и 3 нужно занести соответственно дополнительное гравитационное ускорение в эпицентре маскона в m/s^2 (например, 0,01) и глубину залегания маскона в метрах (например, 50 000). Кроме того, измерять расстояния в угловых единицах при сравнительно небольших перемещениях не очень удобно; поэтому в программе «Маскон» вместо полярной системы координат используется прямоугольная с началом в эпицентре маскона, а в регистре С откладывается горизонтальная координата корабля в метрах. Например, если он стартует в направлении маскона с расстояния 500 км, в регистре С должно размещаться число -500 000. Первая космическая скорость программой «Маскон» не рассчитывается; ее нетрудно вычислить при анализе ситуации с помощью команд ИП7 ИП4 × FV (в отличие от «Лунолета-3» сила тяжести здесь от высоты не зависит). При приближении к маскону рекомендуется задавать время маневра не более 10 с. В остальном правила обращения с программой остаются прежними.

До сих пор мы имели дело с небесными телами, гладкими, как бильярдный шар (во всяком случае, это молчаливо подразумевалось). Для моделирования маневров космических аппаратов в сложных условиях высокогорья служит программа «Вершина»:

```
00.ИПА 01.Fx<0 02.16 03.↑ 04.ИП2
05.Ху 06.÷ 07.Fx2 08.FV 09.ПП 10.89
11.П2 12.ПП 13.33 14.Fx=0 15.03
16.С/П 17.П9 18.П8 19.П2 20.÷
21.ИПД 22.ИП8 23.— 24.Fx≥0 25.00
26.ПД 27.ИП5 28.+ 29.÷ 30.ИП6 31.×
32.П8 33.ИПС 34.ИП8 35.ИП9 36.Fsin
37.× 38.ИПВ 39.ИП0 40.× 41.ИП7
```

КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

```
42.÷ 43.— 44.ИП2 45.× 46.ИП0 47.+—
48.П0 49.ПП 50.86 51.+ 52.ПС 53.ИП0
54.Fx2 55.ИП7 56.÷ 57.ИП4 58.—
59.ИП8 60.ИП9 61.Fcos 62.× 63.+—
64.ИП2 65.× 66.ИПВ 67.+ 68.ПВ
69.ПП 70.86 71.ИПА 72.+ 73.ПА
74.ИП3 75.ИПС 76.ИП1 77.÷ 78.Fx2
79.1 80.+ 81.÷ 82.— 83.ИП7 84.—
85.В/О 86.FBx 87.+ 88.ИП2 89.× 90.2
91.÷ 92.В/О
```

Правила обращения с этой программой такие же, как и с предыдущей. В регистр 3 заносится высота горы в метрах (например, 5000), в регистр 1 — полуширота горы (тоже в метрах) на высоте, вдвое меньшей. Начало координат располагается в центре основания горы, в регистре С откладывается горизонтальная координата корабля в метрах. При первом останове и в случае блокировки программы из-за перерасхода топлива на индикаторе высвечивается расстояние от центра планеты, во всех остальных ситуациях — текущая высота полета (с учетом рельефа).

С помощью программ «Лунолет-3», «Маскон» и «Вершина» вы сможете неоднократно пройти окололунным маршрутом «Кон-Тики», испытать на опыте опасности таких рейсов. Но космонавт должен быть всегда в форме — впереди нас ожидают еще более тяжелые испытания. Встретить их во всеоружии может лишь тот, кто выполнит наше очередное задание.

1. Программа «Лунолет-3». Повторить окололунное путешествие «Кон-Тики». Комплект исходных данных: 1,62 П4 2250 П5 3660 П6 1738000 П7 ПА 0 П0 ПВ ПС 3500 ПД. Взлететь, выйти на круговую орбиту высотой 4000 м, облететь Луну и совершить мягкую посадку в точке старта (угловое расстояние корабля от центра видимой стороны должно составлять при этом 360 градусов: ошибка всего в один градус — это примерно 30 км вдоль лунной поверхности).

2. Программа «Маскон», исходные данные: 400000 /—/ ПС 0,02 П1 50000 П3, остальные те же, что и в предыдущем случае. Стартовать, выйти на круговую орбиту высотой 3000 м, пролететь над масконом и совершить мягкую посадку в 500 км заnim.

3. Программа «Вершина», исходные данные: 400000 /—/ ПС 10000 П1 П3, остальные те же, что и в предыдущем случае. Стартовать и совершить мягкую посадку на вершине горы (в точке с горизонтальной координатой 0).

4. Прав ли был Коршунов, когда демонтировал 50 кг навигационной аппаратуры? Зачем он так поступил?

5. К какому приблизительно перерасходу топлива привела встреча «Кон-Тики» с масконом?

6. Видите ли вы какой-нибудь выход из сложившейся на «Кон-Тики» ситуации (кроме того, который предлагает Коршунов)?

Ответы и варианты (последовательности команд) присылайте в редакцию. Срок, как обычно, один месяц.

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

Продолжение. Начало см. «ТМ» № 8—9 за этот год.

3. ПРОЩАЙСЯ С ЭТОЙ ЛУНОЙ!

Мы стояли рядом с «Кон-Тики» на лунных камнях. Тени прятались под ногами. Машина подтвердила, на что способна: совершив кругосветное путешествие, «Кон-Тики» вернулся на собственную стоянку, в ту же точку, откуда взлетел. Коршунов придерживался за посадочную опору, его пошатывало. Что ж, он поработал на совесть. Когда амортизаторы коснулись грунта, топлива в баках не осталось ни капли, зато и скорость ушла в ноль — и вертикальная и горизонтальная. Я, надо сказать, тоже не чувствовал себя бездельником — одних только цифр («высота... скорость... высота... скорость...») за последние минуты пришлось индиктовать сотни. Но все это было в прошлом.

А здесь, куда мы столь близительно возвратились, все осталось как было. Все так же стояли на своих местах лунолеты, из-за близкого горизонта выступали здания промышленного блока. С момента старта минуло чуть менее двух часов, и Солнце по-прежнему висело в зените. Разве что отодвинулось от Земли на пару своих диаметров.

Коршунов наконец поднял голову.

— Вот она! — Он показал на запад. Над горизонтом поднималась блестящая вертикальная черточка. — Станция «ЮГ», «Юрий Гагарин», наша первая остановка...

«Остановка» довольно бодро взбиралась к зениту. На восхождение ей потребовалось минуты три. Теперь, наблюдаемая с торца, она выглядела уже не черточкой, а едва различимым кружочком.

— До нее всего пятьдесят километров, — сказал Коршунов, — но у нас свой отсчет, для нас это четверть дороги. Мы направимся там и пойдем дальше. Когда старт, штурман?

Я вздрогнул.

— Ну, вроде договорились на завтра...

— Да, — подтвердил он. — Но «завтра» — понятие растяжимое. Ты штурман, назначай точное время.

— Слишком рано, может, не стоит? — полувопросительно предложил я. — Нужно хорошенко высстаться, отдохнуть... Может, часов в двенадцать?

— Договорились, — кивнул Коршунов. — Завтра, в полдень по Москве. — Он провожал взглядом опускающуюся к восточному горизонту черточку. — Мы направимся там, штурман, наполним баки «Кон-Тики», а потом... — Он посмотрел в зенит, где громадным дым-

ным кольцом светилась Земля. — Даже не верится... Несколько дней, и мы будем там.

— С Юпитера, наверное, она выглядит поскромнее, — сказал я.

— С Юпитера?... — повторил он, странно на меня посмотрев. И, помолчав, добавил: — Ты, Саша, видел когда-нибудь Меркурий? — В голосе его появилась горечь, будто с этой планетой были у него связаны какие-то скранные, причем не слишком приятные воспоминания.

— Меркурий? — сказал я, подумав. — Нет. По-моему, никогда. Да его почти никогда и не видно. Он слишком близко к Солнцу, не разглядишь.

— Правильно, — кивнул он. — Меркурий не удаляется от Солнца — от диска Солнца — больше чем на двадцать градусов, поэтому его трудно увидеть. Но знаешь ли ты, Саша, — голос его зазвенел, — знаешь ли ты, что из системы Юпитера Земля кажется вдвое ближе к Солнцу, чем Меркурий отсюда?! Вдвое, Саша! А я провел там двадцать лет. Безвылазно двадцать лет! Знаешь, сколько раз за эти годы я видел Землю? Планету, на которой родился? Но мы там будем — я даю слово!

Он почти кричал. В глазах его была ярость.

— Но, может быть, в телескоп... — неуверенно начал я.

— В телескоп?! — Он ударили кулаком по амортизатору. «Кон-Тики» качнулся. Коршунов опустил руку и почти спокойно закончил: — Да, разве что в телескоп. В телескоп ее иногда видно.

Некоторое время мы молчали.

— Извини меня, Саша, — сказал он потом. — Со мной бывает... Особенно после трудного финиша. И еще, не обижайся на меня — ты знаешь, о чем я. Это была просто шутка.

Зря, конечно, он об этом напомнил. Обошли бы без его извинений. А сейчас... Я вновь увидел перед собой злосчастный индикатор топлива, и у меня снова похолодела спина, как там, на верху, когда он самым серьезным тоном предложил мне идти за борт, чтобы подождать его на орбите...

— Пойми, это ракета. Эта машина, пусть она размером с автомобиль, по сути своей все же ракета, и неплохая. А любая ракета требует на финиш меньше топлива, чем было затрачено на старт. Ракете легче финишировать, чем стартовать, потому что на финише она сама легче.

Я молчал. Мне было неприятно его слушать. Напрасно он об этом заговорил.

— Опытный пилот, — продолжал он, — всегда знает, сколько топлива ос-

тавить на финиш. Меньше половины, но вполне определенную долю. Будто делишь отрезок в золотой пропорции... Не гневайся на меня, штурман, я просто пошутил, я не думал тебя обидеть.

Я упорно молчал. Станция «Юрий Гагарин» давно скрылась за горизонтом. Честно говоря, на стоянке нам совершение нечего было делать.

— Молчишь? — сказал Михаил Коршунов. — Тогда пока. Не забудь — завтра в двенадцать ноль-ноль.

— Пока, — буркнул я, и мы вместе двинулись по тропе, по направлению к «воздушным воротам» Центра имени Королева.

Назавтра я был на месте за час до намеченного срока. Отдохнуть так и не удалось. Вечером в информационной программе показывали репортаж о нашем окололунном полете. Так у нас всегда — думаешь, ты один, а за тобой следят десятки внимательных глаз. Особенно удалась оператору сцена после посадки, когда мы с Коршуновым стоим рядом с «Кон-Тики» и смотрим прямо в камеру. Репортаж делали со станции «ЮГ» — с двухсот километров взяли так, будто снимали в упор. Им что — атмосферы нет, условия идеальные... Коршунов что-то говорит, а я молчу, и физиономия у меня до удивления глупая. И текст соответствующий, юмористический. «Наш Перепелкин в когтях у Лунного Коршунова», «Перепелкин попадает в переплет»... Или «в переделку», точно не помню. Ужас! Не ровен час, увидит жена... А если еще и сын?..

Этим репортажем вчерашние неприятности не кончились. Совсем поздно приходил Эдик Рыжковский, опять клялся, слезно отговаривал от участия в

перелете. «Это безумие, чистой воды безумие! Слетать вокруг Луны может каждый, дело нехитрое. Подумаешь — взлететь, а потом сесть. А вот как вы будете выходить к станции, ты себе представляешь? В секунду она делает полтора километра, в час — шесть тысяч! Если уйдет вперед, за ней уже не угнаться! Но и это пустяк по сравнению с тем, что ждет вас потом. Даже свет летит до Земли больше секунды! Нет, ты себе представляешь, что это значит?»

И так два часа, будто не понимает — как же мне теперь отказываться? Словом, заснул под утро, встал в расстроенных чувствах. Настроение — хуже некуда. Называется, отдохнул...

Я скучал в своем кресле, верх не опускал. Ждал, что вот-вот появится Коршунов, но он, судя по всему, исповедует «вежливость королей». Обычно на стоянке бывает безлюдно, но сейчас здесь, если можно так выражаться, царило оживление. Неподалеку от «Кон-Тики» припарковался тяжелый гусеничный вездеход с крупными буквами на борту: ТВ. Два озабоченных молодых человека в скафандрах возились там со своими телекамерами. Ну, с этими-то я еще мог примириться: тут по крайней мере намерений не скрывают. Но когда за тобой подсматривают с орбиты! Стояла на краю площадки и цистерна заправщика. Как правило, они делают свое дело ночами, а днем где-то скрываются. Этот, стало быть, остался специально, задела за живое вчерашняя передача. Действительно, водитель в конце концов не выдержал, спрыгнул из кабины и подошел ко мне. Лицо у него было открытое, симпатичное.

— Вас я уже заправил, — сказал он, словно бы извиняясь. — Все полторы тонны, как и просили.

— Всего полторы?

— Как в заявке, тюлька в тюльку, — сказал он. — С точностью до грамма, фирма гарантирует. А вы правда собираетесь туда? — Он ткнул пальцем в небо. — Не страшно?

— Нет, — твердо ответил я.

— Так не хватит же, — удивился заправщик. — У нас даже до «Циолковского» все берут по две с половиной.

— Нам хватит, — успокоил я его. — Мы профессионалы, не какие-нибудь любители-селенологи.

Он понимающе кивнул и отошел. Я снова остался наедине с неприятными мыслями. Полторы тонны! Выходит, Коршунов заказал топлива только до орбит, как всегда, в обрез. Он просто неисправим! Но, надо сказать, его уверенность успокаивала... Было уже, наверное, без пяти двенадцать, когда ребята с телевидения засуетились, наставили камеры в сторону тропинки. На вершине холма появился Коршунов. Он приближался к нам своим неторопливым каллистянским шагом.

Случайно мой рассеянный взгляд обратился к небу. И тут я увидел такое, что мгновенно забыл и о телевидении, и о Коршунове с его «королевской вежливостью»!

Над западным горизонтом медленно восходила сверкающая черточка станции «ЮГ». Значит, мы должны взлетать прямо сейчас, немедленно, чтобы успеть ее перехватить! Еще три минуты — и она пройдет над нашими головами! Гляться за ней потом — занятие, как правильно заметил Эдик Рыжковский, вполне безнадежное. Значит, придется ждать еще два часа...

Почему же вчера, планируя сегодняшний старт, мы упустили это из виду? Ну, мне простительно, но как мог забыть Коршунов — он-то действительно профессионал!

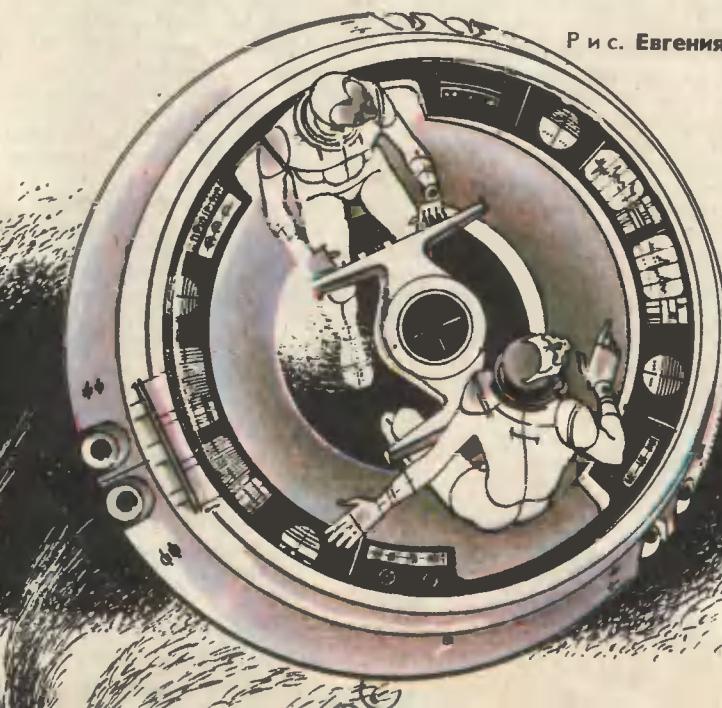
Я снова посмотрел на него. Он шагал размеренной поступью, словно позируя телекамерам. Телевидение не зевало; чувствовалось, что в отличие от командира «Кон-Тики» этим молодым людям есть куда торопиться!

Внезапно перед моим мысленным взором встало лицо Коршунова в момент вчерашнего разговора. «Ты штурман, назначай точное время!» Неужели это новая шутка?

Ну ладно, подумал я, посмотрим, кто будет смеяться последним. Вы изволите шутить. Лунный Коршун, пожалуйста. Не будем вам мешать в ваших невинных забавах! Взлетайте, садитесь, делайте что хотите. Вы, очевидно, рассчитываете, что штурман с исказившимся от страха лицом будет хватать вас за руки и несвясто лопотать: «Станция, станция!..» Нет уж, не будет этого! Вот если вы все-таки стартуете — в чем я сильно сомневаюсь, — тогда, быть может, штурман и наименее тактично, что, дескать, поезд давно ушел! И, значит, пора возвращаться, иначе никакая «золотая пропорция» вам не поможет! Вот потом и позируйте перед объективами!..

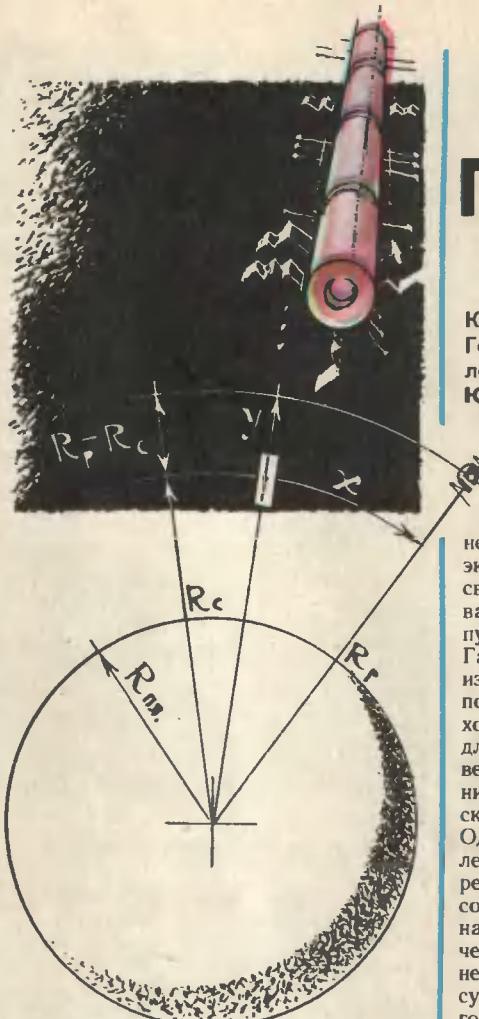
Он ступил на лесенку в тот самый мо-

Рис. Евгения КАТЫШЕВА



МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



Но Коршунова, видимо, такие проблемы не волновали. Он долго изучал станцию в свой любимый 15-кратный бинокль.

— До нее двести пятьдесят километров, — сказал он наконец, передавая бинокль мне. Выглядел «ЮГ» внушительно — этакая 600-метровая, парящая в пустоте башня, ощетинившаяся антенами и солнечными батареями. — Идти на нее в лоб бессмысленно, не хватит никакого топлива. С десяти километров я бы еще рискнул, но не более... Постой, высота у нас пятьдесят, если не ошибаюсь?.. — И вдруг он засмеялся. — Знаешь, штурман, какой закон для нас сейчас самый главный? Пятью пять — двадцать пять!..

Он смотрел на меня и улыбался. И, как я понял, на сей раз вовсе не из-за выражения моего лица; просто он нашел выход и радовался, что это ему удалось.

— Пятью пять — двадцать пять! — победоносно повторил он. — Мы пойдем обходным путем, штурман! Не будь я Лунный Коршун, если через два часа мы не постучимся в двери этого небесного замка!..

Записал Михаил ПУХОВ

мент, когда «Юрий Гагарин» проходил точно над нашими головами. До телевидения, кажется, тоже дошло: одна из камер уставилась прямо в зенит. Коршунов как ни в чем не бывало занял свое место, опустил прозрачный верх. Зашипели баллоны, наполняя кабину воздухом. Через минуту он поднял за борто шлема. Я последовал его примеру. В кабине было прохладно, воздух еще хранил в себе память о своем жидкоком прошлом.

— Прощайся с этой луной, штурман! — произнес Коршунов, посмотрев на часы. Стрелки — а часы у него стрелочные, как у всех космонавтов, — сошли в верхней точке циферблата. — Двенадцать ноль-ноль!..

И он нажал стартер! За прозрачным колпаком взметнулось пламя, двигатель загремел, и «Кон-Тики» ринулся в небо. Лицо у Коршунова было счастливое; неужели он ни о чем не подозревал? Мне даже стало его жалко, но что делать? Я открыл было рот — сообщить, что пора возвращаться (а «Гагарин» уже опускался к восточному горизонту), как вдруг...

«Кон-Тики» сильно тряхнуло, и, сверкая в лучах Солнца, от корабля веером полетели три трубчатые конструкции — наши посадочные опоры! Коршунов отстрелил шасси! Теперь нам оставался только один путь — вверх, на орбиту!..

— Прощайся с этой луной, штурман! — покрывая гром двигателем, прокричал Коршунов. — Эти сто килограммов больше нам не нужны! Пусть они остаются, а мы пойдем дальше!..

Он звезд руку кверху и, конечно, ушиб пальцы о крышу кабины. Сказать я ничего не мог — во всяком случае, ничего связного. Маршевый двигатель победно гремел.

— Станция... — бормотал я. — Но станция... Станция...

Перегрузка не давала мне шевельнуть даже пальцем, не то что рукой. Кажется, я пытался показывать ему глазами, но тщетно! Вертикальная черточка «Юрия Гагарина» застыла над горизонтом. Мы не набрали и половины орбитальной скорости, а станция ушла уже километров на двести и все еще удалялась!

Наконец Коршунов уловил мое беспокойство. Какое-то время он молча смотрел вперед. Конечно, он сразу все понял, но ничем не дал понять, что ситуация его встревожила.

— Держись, штурман! — прокричал он. — Обратного пути нет! Мы догоним ее, даю слово!..

Перегрузка заметно усилилась, мне стало нехорошо. Но когда двигатель умолк и мы вышли на орбиту «Гагарина», тот по-прежнему висел над горизонтом далеко впереди, а топлива в баках «Кон-Тики» оставалось всего 40 кг!

Возьми себя в руки, сказал я себе, мы на орбите, ничего страшного нам не грозит. Ну, пришлют в крайнем случае спасательный катер. И опять подстроят какую-нибудь веселенькую телепередачку...

Итак, после нелегких, но совершенно необходимых тренировочных полетов экипаж лунолета «Кон-Тики» начал свое беспримерное путешествие. Первая остановка на полном опасностей пути — орбитальная станция «Юрий Гагарин», обращаясь, как видно из текста, на высоте 50 км от лунной поверхности. Чтобы идти дальше, необходимо пополнить запасы топлива, а для этого встретиться со станцией и совершить стыковку. Вопреки утверждениям любителя-сelenолога Э. Рыжковского сделать это вполне возможно. Однако не правы те из наших читателей, кто полагает, что для подобных перелетов необходим как минимум персональный компьютер типа «Агат». На наш взгляд, всемогущий компьютер чем-то подобен комфортальному лайнеру Луна — Земля, на борту которого, судя по отзывам очевидцев из будущего, «хотя и невесомость, но плавать по воздуху запрещают», а билет стоит, увы, недешево. Нет, мы пойдем другим путем. Все, что нам требуется, — программируемый микрокалькулятор «Электроника Б3-34» (или «МК-54») и предлагаемая вашему вниманию программа «Орбитальная станция» (**«ОС-1»**):

00.Cx 01.2 02.÷ 03.ИПА 04.+ 05.ПА 06.ИП7 07.— 08. Fx<0 09.18 10.ИПВ 11./— 12.÷ 13.ИП2 14.ИП3 15.С/П 16.БП 17.38 18.ИПА 19.ИП1 20.— 21.С/П 22.П 23.П8 24.П2 25.÷ 26.ИП6 27.х 28.ИПД 29.ИП8 30.— 31.Fx≥0 32.00 33.ПД 34.ИП5 35.+ 36.÷ 37.П8 38.ИПО 39.ИП8 40.ИП9 41. Fsin 42.х 43.ИП4 44.ИПО 45.— 46.ИПВ 47.х 48.ПП 49.89 50.ПО 51.+ 52.2 53.÷ 54.ИП4 55.— 56.ИПА 57.÷ 58.ИП1 59.х 60.ИП4 61.ПП 62.85 63.ИПС 64.+ 65.ИПС 66.ИПВ 67.ИП8 68.ИП9 69.Fcos 70.х 71.ИП4 72.ИПА 73.÷ 74.Fx² 75.ИП1 76.х 77.— 78.ИП4 79.ИПО 80.— 81.Fx² 82.ПП 83.89 84.ПВ 85.+ 86.ИП2 87.х 88.В/О 89.ИПА 90.÷ 91.ПП 92.85 93.+ 94.ИП3 95.XY 96.х 97.В/О

Программа **«ОС-1»** предназначена для численного моделирования различных маневров космических летательных аппаратов, включая взлеты, посадки, выход на круговые и эллиптические орбиты вокруг безатмосферных

небесных тел, а также сближение и стыковку с находящимися на круговых орбитах космическими станциями. Чтобы пользоваться программой, после ее ввода в память ПМК и перевода машины в автоматический режим следует прежде всего сформировать и заслать в регистр 3 сигнал о посадке (1 -00); слева на индикаторе горит 1, справа -00. Для этого нужно набрать последовательность команд:

10 /—/ КСх (ЕГГОГ) ВП F10^x ВП /—/ 20 П3

У получившегося «неправильного» числа есть любопытное свойство: числа, меньшие единицы, при умножении на него зануляются, а прочие не меняются. Для стыковки свойство бесценное! Поэтому пользоваться другими шифрованными сообщениями в качестве сигнала о посадке при работе с программой «ОС-1» категорически запрещается.

После формирования и ввода сигнала о посадке следует, как обычно, ввести в память ПМК комплект исходных данных. Частично они совпадают с теми, что использовались в программе «Лунолет-3» (см. предыдущий выпуск): (радиус небесного тела, м) П7 (масса корабля без топлива, кг) П5 (скорость истечения продуктов горения, м/с) П6 (начальное расстояние корабля от центра планеты, м) ПА (начальная вертикальная скорость, м/с) ПВ (запас топлива, кг) ПД. Остальные исходные данные непосредственно связаны с орбитальной станцией. В регистр 1 вводится радиус орбиты космической станции в метрах. Если, например, известна высота полета станции (как в случае с «Юрием Гагарином»), то нужно набрать соответствующее число на клавиатуре (в нашем случае 50 000) и затем отдать команду: ИП7+П1. Легко видеть, что эта нехитрая операция приводит к сложению высоты полета с радиусом планеты и засыпке суммы (а это и есть радиус орбиты станции) в регистр 1. В регистр 4 вводится скорость (со знаком «минус») орбитальной станции в м/с. Делается это так: на пульте набирается величина ускорения силы тяжести на поверхности планеты в м/с² (для Луны, как мы знаем, оно равно 1,62), затем последовательность команд: ИП1 ÷ F_V/ИП7 x /—/ П4. В регистр С вводится начальное горизонтальное расстояние корабля от станции в м (со знаком «минус», если корабль отстает от станции), в регистр 0 — начальная горизонтальная скорость корабля относительно станции (м/с). Если корабль движется быстрее станции, скорость положительна, в противном случае — отрицательна. Если корабль в начальный момент стоит на поверхности планеты, следует отдать команду ИП4 П0, если же он идет по орбите станции с той же скоростью — то 0 П0. Работа с программой, как обычно, начинается командами В/О и С/П. Каждый ход, как всегда, включает два этапа: анализ ситуации и ввод исходных данных для маневра.

При останове на индикаторе светится текущее расстояние по вертикали до орбиты космической станции (знак «минус», естественно, соответствует случаю, когда корабль находится ниже станции). Командой ХУ на индикатор вызывается текущая высота полета. Остальные переменные — расстояние корабля до центра планеты, горизонтальная координата относительно станции, вертикальная скорость, горизонтальная скорость относительно станции и запас топлива — находятся в регистрах А, С, В, О и Д и вызываются на индикатор соответственно командами ИПА, ИПС, ИПВ, ИПО, ИПД. Если пилота интересует горизонтальная скорость корабля относительно поверхности планеты (а без нее не обойтись, например, при заходе на посадку), то она рассчитывается с помощью команды ИПО ИП4 —

Манипулятор при работе с программой «ОС-1» определяется теми же параметрами, что и при работе с программой «Лунолет-3», и задается той же командой: (угол отклонения вектора тяги от вертикали, градусы) ПП (расход топлива, кг) ПП (время, с) С/П. Если команда на двигатель подана с превышением наличного запаса топлива, она блокируется. Переключатель Р—Г должен быть установлен в положение «Г» (градусы).

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОСТАНОВ

При контакте космического корабля с поверхностью небесного тела (посадке либо падении) на индикаторе появляется сигнал о посадке (1 -00). При его появлении нужно нажать С/П. Сигнал о посадке может появиться несколько раз подряд — ПМК методом последовательных приближений рассчитывает значения переменных в момент касания с поверхностью. В конце концов на индикаторе должен появиться ноль. Это значит, что посадка завершена. (В некоторых случаях программа «ОС-1» может зациклиться — сигнал о посадке появляется снова и снова; скорее всего маневр выполнен настолько непрофессионально, что корабль угодил куданибудь в недра планеты, и программа интерполяции бессильно вытащить его оттуда. Подобная неприятность может приключиться и при работе с программой «Лунолет-3».) Но стремиться к особо мастерской посадке тоже не стоит: если скорость становится меньше 1 м/с, автоматически срабатывает математический механизм «жесткой стыковки» (см. ниже), скорость заиуляется, в дальнейшем происходит деление на ноль, и на индикаторе загорается сообщение ЕГГОГ (хотя никакой ошибки фактически сделано не было). Так что во избежание недоразумений лучше приземляться на скоростях 2—3 м/с.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Программа «ОС-1», помимо тех операций, которые были «под силу» и «Лу-

нолету-3», позволяет осуществить еще две: 1) взлет и стыковка с космической станцией и 2) отделение от космической станции с последующей посадкой.

Если ваша цель — стыковка, то нужно стремиться к тому, чтобы координаты корабля относительно станции по возможностям сравнялись бы с нулем, при одновременном равенстве нулю относительных скоростей. Для облегчения этой задачи в программе предусмотрена система автоматической стыковки: если приближение корабля со станцией относительные скорости становятся меньше метра в секунду, то они зануляются: срабатывает механизм жесткого захвата космического корабля. После стыковки можно оставить корабль без присмотра на срок порядка трех месяцев (например, на 8 млн. с: 0 ПП ПП 8 ВП 6 С/П) — с ним ничего не случится. Если же время превысит 10⁷, то ничтожная погрешность в подсчете ускорений приведет к тому, что корабль «вырвется из захвата» и скорее всего разобьется.

Если вам надоест пребывание на космической станции и вы соскучитесь по твердой поверхности планеты, то ничто не мешает, пополнив запас топлива (заслав соответствующее число в регистре Д), совершить обратное путешествие. Развернув корабль двигателем вперед и задав сравнительно небольшой расход (например, командой: 90 /—/ ПП 10 ПП 10 С/П), вы отделитесь от станции и начнете спуск. Теперь нужно действовать точно так же, как и при возвращении из кругосветного путешествия на «Лунолете-3» — гасить горизонтальную скорость и совершать мягкую посадку на поверхность планеты.

Напоминаем, что дифференциальные уравнения, встречающиеся в наших программах, интегрируются весьма приближенными методами; это накладывает определенные ограничения на вводимые в ходе маневра параметры. Не рекомендуется тратить за единичный маневр больше чем по 100—200 кг топлива; длительность маневра с включенным двигателем не должна превышать 100 с; при полете по эллиптической орбите с выключенным двигателем не следует оставлять корабль без присмотра больше чем на 200—300 с. Невыполнение этих условий может привести к чрезмерно большим ошибкам при вычислении координат корабля (особенно при маневрах глобального масштаба, когда, например, он выходит к станции после полного оборота вокруг планеты). Тем не менее небольшие ошибки (по сравнению с точными решениями) неизбежны; давайте договоримся считать их результатом воздействия неучтенных факторов — в частности, гравитационных возмущений со стороны других небесных тел. И то и другое приводит примерно к одинаковым навигационным трудностям.

Надо сказать, что корабль, приближающийся к космической станции, находится во власти центробежных, кориолисовых и приливных сил. Их со-

вместное действие проявляется в том, что он движется относительно станции не по прямой, а по весьма замысловатой траектории, даже если двигатель выключен. Поскольку дисплеем наш ПМК пока что не оборудован, полезно отмечать положение корабля после каждого маневра на листе миллиметровки — это очень помогает ориентироваться в ситуации.

ПОСАДКА НА ПЛАНЕТУ ЗГГОГ

Кстати говоря, несмотря на отсутствие дисплея, «Электроиника БЗ-34» («МК-54») все же не лишена кое-каких возможностей в части формирования и использования видеосообщений. С двумя из них вы уже познакомились, когда осваивали «Лунолет-3». Выводится видеонформация и в игре «Посадка на планету ЗГГОГ» (так звучит ее название на языке местных жителей), осью которой служит программа «Лунолет-1М»:

00.ИПА 01.Fx<0 02.20 03.2 04.x 05.↑
 06. ИП4 07.ИП3 08.—09х 10.ИПВ
 11.Fx² 12.+ 13.Fx√ 14.ИПВ 15.— 16.÷
 17.П2 18.БП 19.61 20.ВП 21.3 22.О
 23.ИП1 24.С/П 25.Сх 26.ИП3 27.Fx²
 28.Fx²/2 9.ИП7 30.— 31.Fx<0 32.40
 33.ИПА 34.Fx=0 35.45 36.ИПД
 37.Fx=0 38.45 39.ИП6 40.ИП9 41.С/П
 42.ФО 43.БП 44.49 45.ИПВ 46.ИПА
 47.С/П.48. 49.П2 50.Fx≠0 51.45 52.÷
 53.П8 54.ИП5 55.ИПД 56.+ 57.÷
 58.ИП6 59.х 60.П3 61.ИП3 62.ИП4 63.—
 64.ИП2 65.х 66.ИПВ 67.+ 68.ПВ
 69.ФВх 70.+ 71.2 72.÷ 73.ИП2 74.х
 75.ИПА 76.+ 77.ПА 78.ИПС 79.ИПО
 80.ИП2 81.х 82.— 83.ПС 84.ИПД
 85.ИП8 86.Fx² 87.Fx²/8 8.ИП2 89.х
 90.— 91.ПД 92.Fx<0 93.00 94.ИП8
 95.БП 96.16

По своим задачам и возможностям программа «Лунолет-1М» полностью аналогична программе «Лунолет-1» (см. «ТМ» № 6). Комплект исходных данных и аварийное сообщение формируются и выводятся точно так же, ничем не отличаются и операции при анализе ситуации и вводе маневра. Расчеты по обеим программам при одинаковых исходных данных приводят к тождественным результатам. Единственное отличие связано с тем, что «Лунолет-1М» оборудован своеобразным радаром, одноглазия на который достаточно, чтобы оценить положение дел. Для воздействия этого «радара» нужно заслать в регистр 1 слово ЗГГОГ, которое формируется следующим образом:

13 КСх (ЕГГОГ) ВП F10* КСх (ЕГГОГ) Fx² (ЕГГОГ) Fx² П1

Отметим, что в ходе этой операции на пульте целых три раза (своебразный рекорд!) загигается сообщение об ошибке ЕГГОГ (последнее из них, кстати, можно в принципе записать в каком-либо адресуемый регистр — с обычными ЕГГОГами этот номер не проходит). Теперь можно вводить аварийное сообщение и обычный комплект исходных данных, а затем приступать к игре —

так, как это описано в инструкции к программе «Лунолет-1». Только теперь, помимо прежних остановов (основного и аварийного), на каждом ходу предусмотрен еще и дополнительный, демонстрационный: на индикаторе загорается слово ЗГГОГ, символизирующее планету, и точка, изображающая космический корабль. По их взаимному расположению легко судить о сложившейся ситуации. Если, например, на индикаторе светится ЗГГОГ, значит, высота меньше десяти метров; если ЗГГОГ — она уже больше десяти метров, но меньше ста. Удаление точки от слова ЗГГОГ отражает дальнейшее увеличение высоты полета; таким образом, перекрывается диапазон высот вплоть до ста километров. Если корабль поднимается еще выше, «радар» отключается: точка перемещается в глубь слова ЗГГОГ. При демонстрационном останове нужно нажать С/П и ждать появления на индикаторе очередной высоты.

Подчеркнем еще раз, что работу с программами «Лунолет-1», «Лунолет-1М» и «Лунолет-2» следует расценивать как школу первоначального обучения пилотажу; «Лунолет-3» и особенно «ОС-1» в обращении значительно сложнее. Зато тот, кто успешно освоил последнюю программу, может считать себя вполне подготовленным к осуществлению любых космических операций в окрестностях всех без исключения безатмосферных небесных тел Солнечной системы.

МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ

Из третьей части отчета А. Перепелкина ясно, что Земля из системы Юпитера почти никогда не видна — слишком уж малое угловое расстояние отделяет ее от пылающего солнечного диска. А как смотрится Земля с Марса? Из пояса астероидов? С еще более удаленными планетами? И более общий вопрос: если вы находитесь на какой-то планете, то на каком угловом расстоянии от Солнца стоит искать другие планеты?

На все эти вопросы отвечает программа «Место под Солнцем»:

00.Сх 01.С/П 02.П1 03.П2 04.2 05.ПО
 06.КИП ↑ 07.1 08.— 09.Fx≠0 10.17
 11.1 12.— 13.2 14.Fx² 15.3 16.x 17.4
 18.+ 19.1 20.0 21.÷ 22.КИП ↑ 23.9 24.—
 25.Fx=0 26.30 27.ХХ 28.БП 29.36 30.1
 31.— 32.Fx=0 33.39 34.ХХ 35.3 36.8
 37.— 38.ХХ 39.ХХ 40.КП ↑ 41.ФЛО 42.06
 43.9 44.БП 45.—/ 46.3 47.ПП 48.61
 49.ИП1 50.ИП2 51.— 52.Fx>0 53.59
 54.ХХ 55.1 56.8 57.0 58.В/О 59.ХХ
 60.ИП1 61.ИП2 62.÷ 63.Фарсеп
 64.В/О

Пользоваться этой программой очень просто. Каждая планета шифруется ее порядковым номером: Меркурию соответствует цифра 1, Венере — 2, Земле — 3, Марсу — 4, Церере и другим астероидам — 5, Юпитеру — 6, Сатурну — 7, Урану — 8, Нептуну — 9 и Плутону — 10. После ввода программы в ПМК и переведения машины в автома-

тический режим нажать В/О и С/П, набрать номер планеты, которую вы ищете, затем нажать ПП, набрать номер планеты, на которой находитесь, и нажать С/П. После останова на индикаторе появляется значение максимального угла (в градусах), на который может удалиться от центра солнечного диска первая планета, если ее наблюдать со второй. Командой ХХ на индикатор вызывается угловой размер самого солнечного диска. Наконец, в регистрах 1 и 2 находятся радиусы орбит первой и второй планет в астрономических единицах. Получив интересующую вас информацию, вы можете вводить в машинку номера очередной пары планет. Переключатель «Р—Г» при работе с программой, естественно, должен быть установлен в положение «Г» (градусы).

Отметим, что математической базой программы «Место под Солнцем» служит эмпирическое правило Боде — Тициуса (подкорректированное для Нептуна и Плутона), поэтому получаемые с ее помощью результаты обеспечивают точность не выше той, что дает само это правило. Тем не менее она является неплохим подспорьем для того, чтобы ориентироваться в бескрайних просторах Солнечной системы. А мало ли куда выведет нас кривая (эллипс, парабола или гипербола) в будущем!

А теперь наше очередное задание.

1. Программа «ОС-1». Выполнить задачу «Кон-Тики» так, как ее понимал А. Перепелкин. Комплект исходных данных: 1738000 П7 ПА 50000 + П1 2250 П5 3660 П6 1500 ПД 60000 ПС 0 ПВ 1,62 ИП1 ÷ F_✓ ИП7 x /—/ П4 ПО. Перехватить станцию «Юрий Гагарин» и совершить стыковку.

2. Программа «ОС-1». Выполнить задачу «Кон-Тики» так, как ее понимает М. Коршунов. Комплект исходных данных ИП1 ПА 0 ПО ПВ 250000 /—/ ПС 40 ПД, другие остаются прежними. Найти «обходной путь», о котором говорит командир «Кон-Тики», и совершить стыковку со станцией. Какой смысл вложил он в восклицание: «Пять пять — двадцать пять!»?

3. Программа «ОС-1». Найти наиболее рациональное решение проблемы, стоявшей перед экипажем «Кон-Тики» в момент старта. Комплект исходных данных: ИП7 ПА ИП4 ПО 180000 /—/ ПС 1500 ПД 0 ПВ, другие остаются прежними. Догнать станцию «ЮГ» и совершить стыковку.

4. Программа «Место под Солнцем». Для каждой планеты Солнечной системы подыскать в пару такую, которая выполняла бы для нее функции «вечерней» или «утренней» звезды (иными словами, максимальное угловое удаление которой от Солнца примерно равнялось бы соответствующему угловому удалению Венеры в небе Земли). Как вы объясняете получающуюся закономерность? Какая планета (кроме Меркурия) практически лишена своей «вечерней звезды»?

Срок ответов — как обычно, один месяц до выхода очередного номера.

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

Продолжение. Начало см. «ТМ» № 8—10 с. 2.

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. Глазков

4. ПРЫЖОК В ВЫСОТУ

— Ты что, Михаил?! — закричал на этот раз уже я.

— Не нервничай, штурман, — отрапортировал Коршунов. — Я знаю, что делаю.

А сделал он следующее: 1) развернул «Кон-Тики» кормой вперед и 2) включил на несколько секунд маршевый двигатель. Топлива, правда, на этот странный маневр ушло всего килограммов семь, но результат не замедлил сказаться: дистанция, отделявшая нас от станции «Юрий Гагарин», постепенно увеличивалась. Кроме того, мы начали терять высоту, набранную с таким трудом, — она уменьшалась все быстрее и быстрее.

Минут пятнадцать я не без успеха делал вид, что мне все понятно и что я полностью разделяю экстравагантную линию командира «Кон-Тики», но потом не выдержал.

— Допустим даже, что я полный невежда в вопросах навигации и высшего пилотажа, — сказал я ему. — В некотором смысле так оно и есть. Но не кажется ли вам, командир, что, удаляясь от цели, мы николько к ней не приближаемся?

О следующей четверти часа вспоминалось неприятно. Коршунов читал лекцию, мне оставалось слушать и иногда кивать в знак того, что все понимаю. Он рассказывал, что космическая навигация — это не речное судовождение, она полна парадоксов, с одним из

них — причем далеко не последним — я и столкнулся. Смысл стандартного маневра, который мы сейчас выполняем, в том, что в результате торможения наша орбита укоротилась; стало быть, на полный виток мы затратим меньше времени, чем станция, и после его завершения вплотную приблизимся к ней. Кроме укорочения орбиты, здесь действует дополнительный парадоксальный фактор — чем ниже высота, тем выше скорость, это знал еще Кеплер. Дистанция, вынгрываемая за виток, примерно впятеро больше разности высот в перигицентре — самой низкой точке траекторий. Поэтому, если учесть, что высота орбиты «Гагарина» — 50 км, получилось очень удачно, что мы отставали всего на 250 км. Пятью пять — двадцать пять: закон природы. Чтобы догнать станцию, нам достаточно одного оборота. Вот будь дистанция побольше, витка не хватило бы, и желанный финиш надолго бы отодвинулся. Вообще у него, у Коршунова, есть простые формулы, которыми он руководствуется в подобных случаях, и мне, как штурману «Кон-Тики», невредно было бы вылезнуть из наизусть...

И так далее в том же духе. В продолжение этого монолога скорость спуска неуклонно возрастала, причем выглядело это куда грознее, чем в прошлый раз, при встрече с масконом. Если отвлечься от того, что мы еще и неслись по орбите, мы по-настоящему падали — вертикальная скорость достигла уже почти ста километров в час. Высота уменьшилась вдвое — если со скоростью ничего не случится, спустя десяток-другой минут мы врежемся в лунные скалы. Конечно, разумом я понимал, что потом скорость уменьшится — в перигицентре она должна сойти на нет, — тем не менее наш стремительный спуск вызывал неприятное ощущение, я слушал Коршунова, что называется, вполуха, и до меня не сразу дошел смысл его слов насчет 50 км, ия которые мы собираемся спуститься, чтобы достичь станции.

— Погодите, командир, — сказал я. — О каком это пятнадцатикилометровом запасе вы tolkutez? Какая же высота будет у нас в перигицентре? Ноль?

— Естественно, — кивнул он. — Ну, не совсем ноль, но около того. Точный ноль означал бы контакт с поверхностью на орбитальной скорости, что нежелательно. Практически мы пройдем над Луной в километре-два, а то и меньше. Но там нет никаких вершин, не беспокойся, штурман. На карту я глянул.

Я промолчал, сдержался, но внутри у меня вскипело. Он «глянул» на карту! В таких случаях нужно не просто «глядеть», а изучать ее долго и внимательно. Он, видите ли, «глянул»! А что он мог углядеть?

— Или ты предпочёшь, чтобы мы финишировали на два часа позже? — добавил Коршунов. — Мне лично это болтание на орбите уже порядком наскутило.

Он называл это «болтанием на орби-

те! Мы по-прежнему неслись вперед с колossalной скоростью. «Кон-Тики» погрузился во мрак, окружавший обратную сторону Луны. Скорость спуска падала, но высота была уже меньше ~~десети~~ километров. Все было примерно как в первом орбитальном полете, только на этот раз я не испытывал особого страха. В конце концов, говорил я себе, если так суждено, то ничего не поделаешь. Если это случится, мы ничего не успеем почувствовать...

Так я себя уговаривал, но, как сейчас помнишь, сохранил спокойствие отнюдь не благодаря этим уговорам; просто, видимо, уже тогда внутренне поверил Коршуину — его знаниям, опыту и интуиции.

Мы летели в полном мраке; над поверхностью Луны, судя по данным дальномера, прокосчили всего в нескольких сотнях метрах — вертикальная скорость в этот момент, как ей и положено, занулилась — и снова пошли вверх. Результаты маневра началиказываться — теперь станция опережала нас всего на полтораста километров. Расстояние быстро сокращалось, и когда, наконец, мы вырвались на дневную сторону, она уже была видна совершенно отчетливо без всякого бинокля. Впрочем, мы увидели ее раньше — сначала показалась она, а Солнце — спустя какое-то время. Мы шли еще в лунной тени, а она уже купалась в его лучах — висела впереди и вверху, сверкающая и красавая, словно еловая игрушка, и казалось, что до нее можно дотянуться рукой.

— Ну, штурман, признавайся, — сказал Коршунов. — Натерпелся страху? Только смотри у меня, говори правду!

Он был весел и оживлен, будто выиграл партию у чемпиона мира. Хотя что такого было сделано? Рутинный маневр на сближение, как сам он изволил выразиться. К тому же маневр этот далеко не был закончен. Прямо по курсу над горизонтом поднималась Солнце, за ним, как привязанная, волочилась Земля, а между ними висела станция, похожая теперь на заколдованную башню из слоновой кости. Именно заколдованную — так мне почему-то подумалось. Она медленно росла, мы приближались к ней с каждой минутой.

Пожалуй, даже лучше, подумал я, что все эти лихие бреющие рейды над лунной поверхностью приходятся у нас на ночную сторону. Можно смотреть на индикаторы и воображать, что душа угодно. По крайней мере, не видишь этих жутких скал...

Когда до станции осталось километров десять — в высоту она казалась уже вдвое выше Земли, а чтобы закрыть Солнце, хватило бы и торца, — Коршунов вновь взялся за рычаги управления.

— Будем исправлять допущенные ошибки, — объяснил он. — Мои формулы очень простые, зато не очень точные. Смотри, штурман, и учись, как это делается.

Он вновь включил двигатель, истра-

тив на этот раз килограммов, наверное, десять. К моему удивлению, теперь мы шли не прямо на станцию, а несколько в сторону.

Я не преминул указать ему на это обстоятельство.

— Когда же, штурман, ты наконец поймешь, что мы в космосе, а не на автодроме? — рассмеялся он. — Здесь не бывает прямых путей к цели. Ты не учитывашь центробежных сил — раз; — он принял загибать пальцы, — кориолисовых сил — два; приливных сил — три... Они подкнутят «Кон-Тики» прямо в ворота. Видел когда-нибудь «сухой лист»?

Он опять засмеялся, даже не надо мной, а просто от хорошего настроения, но мне стало стыдно. Все эти силы действительно есть, их изучают в школе, не говоря об институте. И то, что с ними не так часто встречаешься, не может служить для меня извиняющим обстоятельством...

Минуты текли медленно. Наша скорость относительно цели почти не менялась, но ее вектор выворачивался прямо на станцию.

— Причаливание — самая приятная операция, — сказал Коршунов. — Ответственность как при посадке, но есть время для размышлений. А при орбитальных переходах, наоборот, слишком долго ждать результата. Виток, два витка, иногда больше. Причем каждый виток — это полтора часа, два... Вот и крутишься. Изматывает...

Станция быстро росла. Я уже упоминал, что «ЮГ» — это цилиндрическая башня высотой шестьсот метров, диаметром около шестидесяти. Она стоит в пространстве вертикально — за счет стабилизирующего действия приливных сил. Сейчас перед нами, словно исполненная стена, вырастала ее боковая поверхность, почти сплошь одетая солнечными батареями и антенными.

— Где же у них причальные площадки? — задумчиво сказал Коршунов. — Я полагаю, на торцах... Или все-таки на борту? Не хотелось бы «вляпаться» во что-нибудь этакое...

— А что может случиться? — поинтересовался я.

— Я впервые на этой луне, откуда мне знать? — пожал он плечами. — У нас на периферии, например, стреляют без предупреждения.

— На случай пиратского нападения? — понимающе подмигнул я.

— На случай метеоритов, — спокойно пояснил он. — Охрана строгая, роботы. «Стой, стрелять буду!» — не говорят. Их можно понять...

Станция выглядела уже неприступной крепостной стеной поперек неба. Мы приближались к «Гагарину» с умеренной скоростью — метра два с половиной, до стены оставались считанные десятки метров... И вдруг что-то там шевельнулось.

— Вот это да! — восхищенно произнес Коршунов — Вот что значит столица Солнечной системы! Соображаешь, что происходит?

Я, конечно, ничего не понимал. Какая-то гигантская суставчатая конструкция разворачивалась нам навстречу, что-то вроде громадного складного манипулятора с раскрывающимися четырехпалым захватом. В этих металлических пальцах запросто уместился бы грузовой лайнер, ие то что миниатюрный «Кон-Тики»!

— До чего дошли наука и техника! — продолжал восторгаться Коршунов. — Я встречал такие приспособления только в романах. Это, очевидно, причальный манипулятор. Пилоту не надо теперь тормозить, заботиться о разных там скоростях и углах. Эта штука сама нас подхватит и перенесет куда следует. Смотри, штурман!

Я и так глядел во все глаза. Колossalные захваты приближались... вот они загородили все небо... сомкнулись на корпусе «Кон-Тики»...

— Приехали! — весело, сияя гагаринской улыбкой, воскликнул Коршунов. И вдруг...

На нас обрушился страшный удар! Наши кресла жалобно застонали! Звезды завертелись огненными кругами! Когда я пришел в себя, кругом было небо, Коршунов нависал над пультом, и мы опять шли к станции — до нее было метров сто. Лицо Коршунова искачала неприятная гримаса. Механическая рука схватила нас и бросила прочь, как бросают забравшуюся за шиворот букашку!

— Ну, станция, погоди! — прохрипел Коршунов, хищно нацеливаясь пальцем в клавиатуру. И мы снова ринулись на штурм заколдованной башни... Короче говоря, когда получасом позже Коршунов зашел с нижнего торца и пришвартовался к магнитному причалу — тот плавно принял нас почти в центре площадки, — топлива в баках «Кон-Тики» оставались жалкие граммы.

Настроение у Коршунова испортилось. По-моему, он сильно переживал. Но я не стал брать реванш за прошлое. За мелкими неприятностями нельзя забывать о главном: мы все-таки сделали это! Первый этап путешествия завершен!

Но когда мы, пристегнув к подошвам магнитные присоски, выбрались наружу, нас ожидало новое испытание. Прямо над нашими головами, подобно куполу цирка, нависал испещренный кратерами лунный диск. Вокруг простиралось обширное металлическое поле — нижний торец станции «ЮГ». Мы стояли на нем как бы вверх ногами, но не опустили неудобства — слово «вниз» означало для нас направление к станции, куда тянула нас магнитная подстилка причала.

Мы стояли рядом с «Кон-Тики», привязанные к нему длинным страховочным тросом. Коршунов озирался по сторонам. Я не сразу понял, что его беспокоит.

— Где же этот проклятый тамбур? — произнес наконец он.

Только тут до меня дошло. Площадка, на которой мы стояли, действитель-

но была абсолютно гладкой — этой гладкости не нарушала ни одна надстройка. Как же попасть внутрь?

Мы обошли вокруг «Кон-Тики». Без посадочных опор суденышко выглядело непривычно. Коршунов шагал как на прогулке, мне же каждый шаг давался с трудом: нога, оторванная от магнитного настила, становилась куда угодно, кроме точки, в которую я намеревалася ее поставить. Никаких, впрочем, результатов наш поход не принес: единственное, что удалось обнаружить, это несколько заправочных штуцеров. Контроль заправки, по всей видимости, располагался внутри — снаружи не было ничего, кроме гофрированных металлических шлангов.

— Выходит, это техническая площадка, — задумчиво проговорил Коршунов. — Причалил, тебя заправили — и лети дальше. Но нас такой вариант не устраивает...

Мы стояли на краю площадки, под нами зияла звездная пропасть. Звезды уносились под станцию, исчезая из виду, — мы стояли как бы «на носу», по ходу движения. У меня возникла четкая иллюзия: мы в океане, на борту привязного буйя, сейчас ночь, внизу черная вода и течение несет навстречу мерцающие планктоном волны. На мгновение мне показалось даже, что я ощущал свежий порыв океанского ветра...

Но иллюзия тут же развеялась. Коршунов как ни в чем не бывало перешагнул через срез торца и стоял теперь на боковой поверхности станции перпендикулярно направлению «вверх-вниз»! Мы все-таки были в космосе. Я последовал его примеру. Теперь перед нами блестали звезды, а позади монолитной стеной громоздилась Луна.

— Пошли на балкон! — скомандовал Коршунов.

Я не понял, что он имеет в виду, но послушно последовал за ним. Путь нам преграждала двухметровая стена, этакий металлический барьер, обойти который не было возможности, — он, очевидно, опоясывал станцию по всему периметру. Кое-где в нем зияли круглые отверстия метрового поперечника. Коршунов приблизился к одному из них, пригнулся и полез туда, опираясь руками. Я остался один на одии с космосом, но страховочный трос нетерпеливо дернулся — командир звал за собой. Я осторожно просунул в отверстие голову, повернулся влево, вправо... и взгляд мой наткнулся на его башмаки! Коршунов стоял прямо на этом барьере, опять-таки перпендикулярно — в моем понимании — направлению «вверх-вниз»!

— Лезь смелее, штурман! — ободрил он меня. — Но учти — магниты здесь только на балконе. Дальше соображай сам.

Я протиснулся в отверстие и встал рядом с ним. Мы действительно находились на нешироком балкончике, опоясывающем станцию. Звезды были теперь вверху. Луна внизу, а Солнца и

Земли не было видно, их заслоняла возвышавшаяся над нами 600-метровая башня. Вверх тянулась узенькая лесенка, окруженная ажурным заграждением.

— Как тебе это нравится, штурман? — Коршунов выбрал страховочный трос до ближайшего карабина, расстегнул его и защелкнул на заграждении лестницы, так что я оказался привязанным к ней. — Теперь придется тащиться туда, — он показал вверх, — 600 метров. Не могли лифт провести? На какой-то идиотский манипулятор соображения у них хватило...

— Но это легкие 600 метров, — попытался возразить я. — Все-таки невесомость.

— Вот именно, невесомость. — Он посмотрел вверх. — Подумать только, хватило бы одного прыжка...

Он замолчал и задумчиво, как мне показалось, перевел взгляд вниз. Там простиралась девственная панорама Луны. Движение станции ощущалось отлично. Кратеры резво бежали навстречу и скрывались из виду, ныряя под край балкона.

— Как можно о таком говорить! — возмутился я. — Пришло бы прыгать абсолютно параллельно стене, самое малое отклонение — и навсегда затеряешься в космосе. — Я зябко поежился. — Вот будь у нас ранцевые двигатели...

Он поморщился:

— Ну, с ранцем смог бы не только Коршунов, но и какой-нибудь Слизняков... Ты знаешь, Перепелкин, каким людям давали в древности птичьи фамилии?

— И каким же?

Он снял с себя бинокль и повесил его мне на шею. Потом медленно отстегнул от своего пояса страховочный карабин. Посмотрел на меня сквозь прозрачное стекло шлема и широко усмехнулся.

— Да тем, которые умели летать... Смотри, штурман!

Я не успел шевельнуть пальцем — а до последнего момента был убежден, что идет очередной розыгрыш, — как он мгновенно присел, сильно оттолкнулся и пулей полетел вверх! Мне оставалось только провожать его взглядом и мысленно прикидывать, какие возможности у меня есть, чтобы в случае чего прийти на выручку. Получалось, что никаких. По лестнице я его не догоню, связаться с местным персоналом не успею, баки «Кон-Тики» пусты... Я с остановившимся сердцем следил за его полетом. Он исчез параллельно стене, но вдруг мне показалось, что он все-таки от нее удаляется...

Еще через десяток секунд это стало очевидно. Он просчитался в момент толчка! Расстояние, отделявшее его от стены, постепенно увеличивалось. Пять метров, десять, пятнадцать... Неумолимая сила инерции несла его в космическое пространство, а мне оставалось стоять, задрав голову, и провожать его взглядом...

Записал Михаил ПУХОВ

МЯГКОЙ

Смертельный номер! Лунный Коршун, сильно оттолкнувшись ногой от нижнего балкона станции «Юрий Гагарин», уносится в космическое пространство!.. Впрочем, те из наших читателей, кто следит за перипетиями рекордного рейса «Кон-Тики» при содействии программируемых микрокалькуляторов «Электроника Б3-34» или «МК-54», могут без труда убедиться, что ситуация, быть может, не столь уж трагична. Да поможет им в этом программа «ОС-2»:

00. Сх 01. Fx<0 02. 21 03. ИП7 04. ИПА 05. ПП 06. 82 07. Fx<0 08. 21 09. ИПВ 10. Fx² 11. ИП0 12. Fx² 13. + 14. FV 15. ÷ 16. П2 17. ИП3-18. С/П 19. БП 20. 38 21. С/П 22. П9 23. П8 24. П2 25. ÷ 26. ИП6 27. × 28. ИПД 29. ИП8 30. — 31. Fx>0 32. 00 33. ПД 34. ИП5 35. + 36. ÷ 37. П8 38. ИП0 39. ИП8 40. ИП9 41. Fsin 42. × 43. ИПВ 44. /— 45. ПП 46. 89 47. + 48. П0 49. ПП 50. 93 51. 2 52. ÷ 53. ИПС 54. + 55. ПС 56. ИПВ 57. ИП9 58. Fcos 59. ИП8 60. × 61. ИП4 62. Fx² 63. ИПА 64. × 65. 3 66. × 67. + 68. ИП0 69. ПП 70. 89 71. + 72. ПВ 73. П7 74. 93 75. 2 76. ÷ 77. ИПА 78. + 79. ПА 80. ИП1 81. ИПС 82. Fx² 83. FV 84. + 85. ИП3 86. ХУ 87. × 88. В/О 89. 2 90. × 91. ИП4 92. × 93. + 94. ИП2 95. × 96. В/О

Программа «ОС-2» предназначена для численного моделирования маневров космических кораблей в непосредственных окрестностях орбитальных станций, имеющих, подобно «Юрию Гагарину», форму цилиндра, ось которого совпадает с направлением местной вертикали, на торцах располагаются причальные площадки, а боковая поверхность оборудована защитой от непрощенных гостей — метеоритов.

Некоторые постоянные и переменные величины остаются теми же, что и в программе «ОС-1». В регистр 5 вводится масса космического корабля без запаса топлива (кг); в регистр 6 скорость истечения продуктов сгорания (м/с); в регистр В вертикальная скорость корабля (м/с); в регистр Д запас топлива (кг); в регистр З сигнал о причаливании (1—00), который формируется следующим образом (см. также предыдущий выпуск): 10 /— КСх (ЕГГОГ) ВР F10* ВР /— 20 ПЗ. Остальные параметры задаются по-другому — это связано во первую очередь с тем, что теперь необходимо учитывать конечные размеры станции и ее собственное вращение (стабилизированная гравитацией станция, подобно Луне, совершает за один виток полный оборот вокруг поперечной оси). В регистр А вводится вертикальная координата космического корабля относительно геометрического центра станции (м); она положительна, если корабль находится выше станции, и отрицательна в противном случае. В регистры С и О вводятся соответственно горизонтальные координаты (м) и ско-

ПОСАДКИ!

рость (м/с) относительно продольной оси станции. В регистр 7 засыпается полувысота станции (м) со знаком «минус», в регистр 1 — радиус ее основания (м), тоже со знаком «минус». Наконец, в регистр 4 вводится отношение скорости полета станции к радиусу ее орбиты (с^{-1}). Для этого нужно набрать на клавиатуре величину ускорения силы тяжести на поверхности планеты в м/с^2 (для Луны, как мы знаем, оно равно 1,62), отдать команду FV , набрать радиус планеты в м (для Луны 1 738 000), отдать команды $\times FBx$, набрать высоту полета станции в м (для «Юрия Гагарина» 50 000) и отдать последовательность команд $+ \div FBx FV \div P4$. Теперь, как обычно, нужно нажать B/O и C/P — программа «ОС-2» к работе готова.

Маневр задается той же командой, что и в «Лунолете-3» («ТМ» № 9) и «ОС-1» («ТМ» № 10): (угол отклонения вектора тяги от вертикали, градусы) ПП (расход топлива, кг) ПП (время, с) С/П. При останове на индикаторе высвечивается расстояние до боковой поверхности станции или до ближайшего торца в м (последнее имеет место только в тех случаях, когда корабль находится в створе торца, над или под причальной площадкой). При первом останове (после начальных $B/O C/P$), а также при блокировке из-за перерасхода топлива на индикаторе горит 0. Причаливание к станции производится со стороны торцов, аналогично тому, как в предыдущих программах выполнялась посадка. При причаливании на индикаторе загорается сигнал (1 — 00), при его появлении нужно нажать C/P . Загорание нуля после одного или нескольких появлениян сигнала о причаливании означает, что стыковка завершена. При заходе на причаливание со стороны боковой поверхности корабль, как правило, оказывается отброшенным от станции на десятки и сотни метров — срабатывает автоматическая защита.

Программы «ОС-1» и «ОС-2» дополняют одна другую — первая позволяет произвести взлет с поверхности планеты и выйти в окрестности станции, вторая хорошо моделирует маневры в ее непосредственной близости. По этой причине полную операцию по встрече и стыковке со станцией лучше всего проводить посредством последовательной работы с двумя программами. Делать это рекомендуется следующим образом:

1. Пользуясь программой «ОС-1», выйти в район станции (на расстояние 10—20 км от нее).

2. При очередном останове нажать B/O , перейти в режим программирования и ввести в ПМК буферную программу, пересчитывающую переменные для «ОС-2»:

00.П7 01.ИП0 02.ИП4 03.— 04.ИП4 05.ИП1 06.÷ 07.—/ 08.П4 09.ИПА 10.× 11.— 12.П0 13.ИПС 14.ИП1 15.—

16.ИПА 17.× 18.ПС 19.ИПА 20.ИП1 21.— 22.ПА 23.С/П 24.П1 25.С/П

3. Вернуться в режим вычислений (FABT), нажать B/O , набрать на клавиатуре значение полувысоты станции со знаком «минус» и нажать C/P . После останова набрать радиус станции со знаком «минус» и снова нажать C/P .

4. После останова нажать B/O , перейти в режим программирования, ввести программу «ОС-2», вернуться в режим вычислений, нажать B/O и C/P . Теперь можно продолжать операции по стыковке — уже по программе «ОС-2».

Не исключено, что в будущем появятся и станции сферической формы; кроме того, небольшие спутники планет, чьим тяготением можно пренебречь, также, как правило, шарообразны. Для численного моделирования полетов в окрестностях таких тел, включая посадку на их поверхность, служит программа «ОС-3»:

00.Сх 01.Fx \langle 0 02.15 03.ИПВ 04.Fx \rangle
05.ИП0 06.Fx \rangle \langle 07.+ 08.FV 09.÷ 10.П2
11.ИП3 12.С/П 13.БП 14.32 15.С/П
16.П9 17.П8 18.П2 19.÷ 20.ИП6 21.×
22.ИПД 23.ИП8 24.— 25.Fx \geq 0 26.00
27.ПД 28.ИП5 29.+ 30.÷ 31.П8 32.ИП0
33.ИП8 34.ИП9 35.Fsin 36.× 37.ИПВ
38.—/ 39.ПП 40.90 41.+ 42.ПО 43.+
44.2 45.÷ 46.ИПС 47.ИП1 48.÷ 49.ИПВ
50.ПП 51.93 52.ИПС 53.+ 54.ПС
55.ИПВ 56.ИП9 57.Fcos 58.ИП8 59.×
60.ИП4 61.Fx \rangle \langle 62.ИПA 63.× 64.3 65.×
66.+ 67.ИП0 68.ПП 69.90 70.+ 71.ПВ
72.ПП 73.94 74.2 75.÷ 76.ИПA 77.+
78.ПА 79.Fx \rangle \langle 80.ИПС 81.Fx \rangle \langle 82.+
83.FV 84.ИП7 85.— 86.ИП3 87.ХУ 88.×
89.B/O 90.2 91.× 92.ИП4 93.× 94.+
95.ИП2 96.× 97.В/O

В обращении эта программа почти ничем не отличается от «ОС-2». В регистр 7 вводится радиус станции (спутника) в м , в регистр 1 — радиус орбиты станции, тоже в м . При останове на индикаторе загорается текущее расстояние до поверхности станции в м (при первом останове и при блокировке из-за перерасхода топлива — ноль). В адресуемых регистрах находятся те же переменные, что и при работе с программой «ОС-2». Правила обращения с программой остаются прежними. Допустима и работа с программами «ОС-1» и «ОС-3» пакетным способом. Буферная программа остается прежней (последние две команды не обязательны); после ее ввода и перехода в режим вычислений нужно нажать B/O , набрать на клавиатуре радиус станции, нажать C/P , а после останова нажать B/O , перейти в режим программирования и ввести программу «ОС-3». Теперь можно продолжать операции по посадке на спутник. Программа «ОС-3» позволяет произвести посадку (причаливание) в произвольной точке его поверхности.

При работе с программами «ОС-2» и «ОС-3» очень полезно (а на первых погах даже необходимо), нарисовав станцию на листке миллиметровки, отметить на нем координаты корабля (или космонавта) после каждого совершен-

ного маневра (они индицируются командами ИПА и ИПС). А теперь наше очередное задание.

1. Программа «ОС-2». Повторить прыжок М. Коршунова. Комплект исходных данных: 300 /—/ П7 ПА 30 ПС /—/ П1 150 П5 0 ПД П6, регистры 3 и 4 заполнить согласно инструкции. Считая, что скорость командира «Кон-Тики» в момент прыжка составляла 5 м/с , а угол отклонения от вертикали 6° ($6 \text{ Fsin } 5 \times 10 \text{ 6 Fcos } 5 \times \text{ПВ}$), проследить за его полетом через каждые 10 с (маневр при этом задается командой 0 ПП ПП 10 С/П). Варьируя начальные скорость и угол, добиться того, чтобы полет завершился на краю верхнего торца станции (в точке с горизонтальной координатой 30, вертикальной координатой 300). Попытаться совершить обратный прыжок. Проделать то же самое для «задней» (по ходу движения) стороны станции (горизонтальная координата —30). Объяснить полученные результаты.

2. Совершить облет станции «Юрий Гагарин» с ранцевым ракетным двигателем, стартовать из центра верхней причальной площадки. Комплект исходных данных: 300 ПА /—/ П7 30 /—/ П1 180 П5 3660 П6 20 ПД 0 ПС П0 ПВ, регистры 3 и 4 заполнить согласно инструкции. Написать краткий отчет о своем полете.

3. С помощью программ «ОС-1» и «ОС-3» совершить самостоятельный перелет на корабле класса «Кон-Тики» с космической станции, вращающейся на высоте 300 км над поверхностью Марса, на его естественный спутник Фобос. Радиус Марса принять равным 3394 км, ускорение силы тяжести на его поверхности 3,72 м/с^2 , радиус орбиты Фобоса 9380 км, радиус Фобоса 11 км, тяготением Фобоса пренебречь. Комплект исходных данных для программы «ОС-1» формируется как обычно: 0 ПВ 2250 П5 3660 П6 3500 ПД 3394000 П7 3 ВП 5+ ПА 938 ВП 4 П1 3,72 ИП1 ÷ FV ИП7 × /—/ П4, регистр 3 заполнить согласно инструкции. Остались начальные горизонтальная скорость и горизонтальная координата корабля относительно Фобоса (она в программе «ОС-1» отсчитывается по орбите Фобоса). Относительная скорость равна разности скоростей Фобоса и станции: 3,72 ИПА ÷ FV ИП7 × ИП4 + П0. Расстояние же можно задать, например, так: 15 /—/ ВП 6 ПС (это соответствует ситуации, когда Фобос в начальный момент опережает станцию примерно на четверть оборота), но разрешается заменить его любым удобным для вас отрицательным числом (кстати, если на какое-то время отложить старт, то есть задать маневр с этим временем и нулевым расходом, начальное расстояние сократится — станция будет догонять Фобос. Ваша задача: стартовать с орбиты станции, по выходе в окрестности Фобоса перейти на программу «ОС-3», продолжить сближение и произвести мягкую посадку. Написать краткий отчет (3—4 стр.) о своем путешествии).

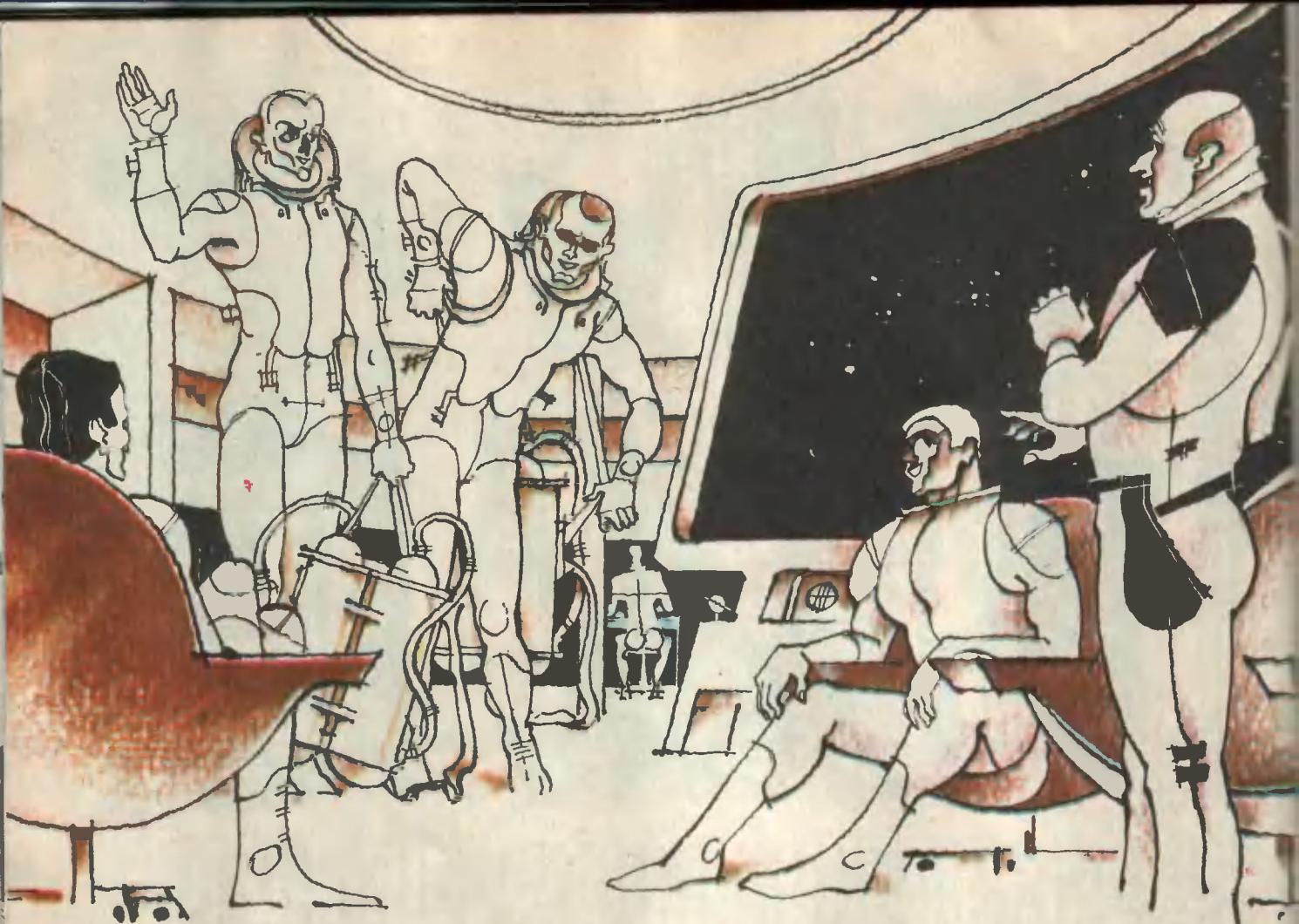


Рис. Евгения КАТЫШЕВА

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

5. ПРАВО НА ОШИБКУ

Озаренный ясным лунным светом, Коршунов возносился все выше. И вдруг мне показалось, что он ближе к стене, чем полмиуты назад!

Да! Неведомая сила искривила его траекторию и тащила теперь к станции. До лестницы оставалось четыре метра, три, два... Я услышал его удовлетворение восхищание. Коршунов протянул руку...

Он был уже там, наверху, а я все еще здесь, нас разделяла дистанция в 600 метров, и каждый из них состоял, наверное, из пяти ступенек, итого три тысячи!..

Я вспомнил, как мы выходили к станции, вспомнил его улыбку. «В космосе нет прямых путей к цели. Ты не учтиваешь центробежных сил — раз; кориолисовых сил — два; приливных сил —

три... Они подкрутят «Кон-Тики» прямо в ворота...»

Тогда роль футбольного мяча исполняло наше суденышко; теперь Коршунов сам сыграл эту роль. Наверное, он ждал, что я последую его примеру...

Я снова посмотрел вверх. Он уже скрылся из виду, я был один во всей безграничной Вселенной. Расстояние, отделявшее меня от вершины станции, казалось бесконечным. Как он прыгал? Толкнулся изо всех сил, отклонение от вертикали было ничтожным, градусов пять... Или шесть? Он уносился ввысь, а слабая кориолисова сила медленно искривляла его траекторию, ввлекла его назад, к станции... И так будет с любым предметом, если сообщить ему ту же начальную скорость...

Я пригнулся, шагнул под ажурное заграждение, вцепился в ступеньки и пополз вверх. Что-то сильно дернуло меня за скафандр. Страховочный трос. Я отстегнул карабин от пояса и продолжил движение.

Что чувствует муха, лишенная крыльев? Теперь я знаю это на опыте... Ступеньки кончились спустя полчаса, передо мной был край верхней площадки. В глаза брызнуло Солнце. Чья-то сильная рука ухватила меня за плечо и поставила на ноги — магнитные подошвы тут же прилипли к настилу.

— Вот и бессменный штурман «Кон-Тики» Александр Перепелкин, — услышал я знакомый, слегка ироничный голос.

Я открыл глаза. Коршунов стоял рядом, это он помог мне взобраться сюда. Площадка была так же обширна, как и на нижнем торце, но отнюдь не выглядела пустынной. В центре ее возвышалась приземистая надстройка воздушного шлюза, над входом красовался плакат: «Привет мужественным космопроходцам!» Неподалеку промотился тяжелый ракетный диск с крупными буквами на борту ТВ. У телекамер суетились люди в скафандрах. Все это что-то напоминало. Камеры были

Продолжение. Начало см. «ТМ» № 8—11 с. г.

КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

устремлены на нас. И опять, подозреваю, физиономия у меня получилась довольно глупая...

— Ну повторите, ну что вам стоит,— попросил кто-то.— Вы же профессионал...

Примечательная особенность беседы с группой незнакомцев в скафандрах — никогда не знаешь, кто из них конкретно к тебе обращается. Не фиксируется направление голоса. Пока я соображал, ответил Коршунов. Конечно, это было продолжение разговора. Начала его я не слышал — металл экранировал радиоволны, не пропускал их на мою лестницу.

— Нет, — твердо сказал Коршунов.— Мы профессионалы, но не каскадеры. Если мы иногда, как вы выражаетесь, идем на риск — а в действительности это точный расчет, — то лишь по необходимости. Сейчас я ее не вижу.

— Каскадеры! — возмутился еще один голос. Коршунов повернулся к говорившему (все они в скафандрах выглядели на одно лицо, только этот был без телеаппаратуры). — А мы, знаете, кто мы такие?

— Догадываюсь.

— Телевидение! — гордо произнес говоривший.— Причем документальное! Я режиссер... — он назвал фамилию, я ее не запомнил.— Телезрители ждут от нас правды, и мы им ее даем! У меня ответственное задание — сделять фильм о вашем полете!

— А кто вам мешает?

— Нам мешаете вы! — взорвался режиссер.— Откуда мне было знать, что вы пришвартуетесь к причалу для беспилотных зондов? Откуда мне было знать, что вы решитесь на этот сумасшедший прыжок? Откуда мне было знать, что вы откажетесь от дублей?

— Однако вы предусмотрительны, — мягко проговорил Коршунов.

— Да вы... — задохнулся режиссер.— Да мы...

— Отвяжись от него, Женя, — сказал один из людей с камерами.— Причаливание я беру на себя. Сниму старт, потом пустим обратным кадром...

— А прыжок? Я тебе должен прыгать?

— Придумаем что-нибудь, — не сдавался оператор.— Муляж бросим на леске. Леска у меня крепкая, крокодила выдержит...

В продолжение этого разговора все медленно продвигались к дверям шлюза. Коршунов остановился, посмотрел в небо. Солнце опускалось к дальнему краю площадки, следом Земля. Потом он шагнул внутрь, я за ним. Последними вошло телевидение. Створки за нами сдвинулись, тамбур стал наполняться воздухом. Потом гостеприимно открылся внутренний люк...

Мы провели на станции почти сутки, оставившие впечатление суматохи и хаоса. Рядом с нами все время были какие-то люди — мужчины и женщины. «Юрий Гагарин» — целый орбитальный городок, население здесь не меньше, чем в Центре Королева. Одни лица

сменялись другими, все что-то спрашивали, давали советы, предостерегали. Мы обедали, мы ужинали... Равнодушных не было, все знали о рейсе «Кон-Тики». Иногда попадался режиссер Женя со своей командой: либо один — без скафандра, в кожаном пиджаке и свитере, он смотрелся солиднее, действительно тянул на заслуженного. Вечерняя программа отвела нам минут пятнадцать. Снято было лихо — старт сверху и снизу, погоня за станцией, «Кон-Тики» на фоне скал... Выглядел наш кораблик весьма романтично. Наконец заключительная сцена на верхнем причале «Гагарина»: Коршунов вытаскивает меня на площадку. Лицо у меня, кстати, получилось именно такое, как и предполагал.

Перед сном был мне вызов по видеоному. Звонил, естественно, Эдик Рыжковский все с теми же текстами. Я посоветовал ему на будущее шутить более осторожно; боюсь, это прозвучало грубо. Но я смертельно устал, и было невыносимо слушать его причитания.

После завтрака нас принял, как здесь его называют, мэр — главный администратор станции Коломин. Был еще ряд специалистов, в том числе зарубежных (станция международная), в основном по навигации и астронавицем. Обсуждали различные варианты нашего дальнейшего маршрута. Группа из Франции, как выяснилось, всю ночь гоняла свои компьютеры, теперь их руководитель докладывал результаты. Дисплей у Коломина в полстены, вверху Луна, внизу Земля, между ними по всем мыслимым траекториям болтается наш «Кон-Тики». Оказывается, если не навесить дополнительных баков, то на торможение у Земли топлива просто не хватит. Остается единственный вариант, очень красивый, он рассчитан во всех подробностях. Нам придется после отделения от станции лишь включить двигатель на определенное время, потом «Кон-Тики» сам пройдет по всей траектории, пронзит верхние слои земной атмосферы и по тормозному эллипсу выйдет на рандеву с околосземной станцией «Коперник». Топлива в этом варианте не только вполне хватит, но еще и останется, причем довольно много. Очень экономичная схема. Никто, правда, на таких судах, как «Кон-Тики», в атмосфере не тормозился, но они прошли всю аэродинамику, все получается превосходно. Минимальная высота у нас будет семьдесят километров, перегрузки сносные, тормозить будем куполом, днищем опасно — там баки с топливом. На дисплее маневр выглядел завлекательно — кругом огонь, искры во все стороны... Телевидение — а оно, конечно, присутствовало — засияло картину в деталях и сделало необходимые дубли. Все согласились, что нужно лететь именно так, потому что никак иначе не удастся. Потом слово взял Михаил Коршунов. Он от имени экипажа поблагодарил всех присутствующих за участие, особенно французскую группу, которая за такой ко-

роткий срок подготовила столь точно рассчитанный, очень экономичный и во многих отношениях безупречный проект. Особенно Коршунову понравились расчеты торможения в атмосфере; они по-настоящему впечатляют. Его, Коршунова, в этой схеме перелета устраивает абсолютно все, за исключением одной-единственной малости: данная схема отводит ему и штурману Перепелкину, бесспорно, герническую, но не слишком вдохновляющую роль подопытных обезьян. Ибо все, что данная схема требует от команда «Кон-Тики», — это выставить курс по какой-то там звезде и запустить движок, а от штурмана — пристально смотреть на хронометр и издать громкое восклицание в тот момент, когда движок нужно выключить. Эта работа не для человека и даже не для робота — даже роботу не покорится ощущать себя подопытной обезьяной. А он, Коршунов, и его штурман Перепелкин не роботы: оба они люди, которые умеют летать. И, надо сказать, любят это дело. Поэтому экипаж «Кон-Тики», несмотря на всю свою признательность по отношению к авторам доложенного проекта, вынужден его отклонить. «Кон-Тики» пойдет своим путем, и это вопрос решенный.

— Есть еще одно обстоятельство, — продолжал Коршунов.— Возможно, оно покажется несущественным, но для меня оно таковым не является. Я не компьютер, а человек, и мне свойственно делать ошибки. Поэтому я не могу выбрать путь, на котором обязан действовать безошибочно. Если, конечно, у меня есть выбор. Нет, я предпочту вариант, который оставляет мне право на ошибку и одновременно возможность ее исправить. Даже вернуться с полпути, если будет необходимо. Мы на периферии привыкли действовать именно так, потому что нам не на кого рассчитывать, кроме как на самих себя. Пусть этот путь не столь экономичен и эффективен, зато он гибче, он дает время собраться с мыслями, он, надежнее.

Коршунов ткнул указкой в Луну на дисплее.

— Четверть дороги пройдена, — сказал он.— Теперь у нас появились три вещи: пустые баки, возможность их наполнить и время для размышлений. И мы пойдем не прямо на Землю, как здесь предлагалось, мы пойдем во внутреннюю точку либрации. — Он показал куда-то между Луной и Землей.— Хватит полторы тонны, в крайнем случае две. Там находится автоматический танкер «Лагранж», и это все, что нам требуется. Когда мы приедем туда, у нас опять будут те же три вещи: пустые баки, возможность их заправить и время для размышлений. От «Лагранжа» мы могли бы идти в атмосферу, как здесь предлагалось, и это гораздо проще, чем идти в атмосферу отсюда, но мне не очень-то ярятся игры в духе Вильгельма Телля, особенно когда приходится целить даже не в яблоко, а в его кожуру. Но после заправки нам хватит топлива на переход к Земле и обычное



торможение, обычный переход на орбиту без всяких тормозных эллипсов. И вот мы уже на орбите, на своей, а «Коперник» на своей, и у нас вновь есть время для размышлений, и мы цепляемся за станцию и выходим к ней примерно так же, как вышли к «Гагарину», и у нас снова появляются три вещи: пустые баки, то, чем их можно заполнить, и время для размышлений. Вот как мы пойдем, и почти всюду на этом пути у нас будет возможность исправить ошибку, если мы ее сделаем.

И он сел, и никто уже не отговаривал нас, и только режиссер Женя шептался со своей командой на ту тему, что в точку либрации никого посыпать не следует, там нет ничего интересного, это можно снять на макете, а на «Копернике» у них оператор есть, так что им остается заснять наш старт с нескольких точек, чтобы потом обратным кадром показать заодно и причаливание.

Словом, план был выслушан и одобрен, и никому из присутствовавших нельзя поставить в вину, что на деле события развернулись куда драматичнее...

Записал Михаил ПУХОВ

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Как видим, в историю рейса «Кон-Тики» властно вторгаются разнообразные видеосредства: звонит по видеофону сelenолог Эдик Рыжковский, устраивает засады документальное телевидение во главе с режиссером Женей, дисплей в кабинете мэра орбитальной станции Коломина рисует различные варианты маршрута «Кон-Тики»...

Что может противопоставить скромный ПМК «Электроника Б3-34» («МК-54») всему этому великолепию?

ПРЕДЛАГАЮТ ЧИТАТЕЛИ

Получаемые из сообщения ЕГГОГ буквенные шифры и видеосообщения (см. предыдущие выпуски) привлекли внимание многих читателей «ТМ». «Меня очень заинтересовали эти не отраженные в инструкции приемы», — пишет, например, С. Крутских из Горького, — поэтому очень прошу рассказать о них подробнее на страницах журнала... Этим вы окажете большую помощь по лучшему использованию этих прекрасных ПМК мне и моим друзьям, также увлекающимся программированием». Делятся читатели и своими собственными исследованиями в этой области. «Получать можно и другие символы», — пишет десятиклассник из Белгорода Д. Кайков. — Например, Е (извлечь квадратный корень из минус единицы, нажать ВП, стрелку вверх и изменить знак) или С (получить символ Г, записать его в один из регистров с номерами 0—3, отдать команду косвенного вызова из этого регистра КИП, затем команду обычного вызова из этого регистра ИП и нажать стрелку вверх). Полученные символы также можно комбинировать с различными цифрами. Например, с цифрами порядка: от —99 до —1 и от 08 до 99».

Самостоятельно пришел к аналогичным результатам А. Соколовский из Ростова-на-Дону. Он пишет: «Эти символы можно «умножать» на 10 в любой дозволенной степени, используя ВП. Во-вторых, возможно получение Е с любым набором цифр после этой буквы, для этого достаточно набрать вместо 100, 101, 102 (имеется в виду алгоритм получения Е01, Е00, Е02 в статье И. Данилова из «ТМ» № 6.— Ред.) любое другое число, причем старшая цифра пропадает, а все остальные присоединяются к Е. В-третьих, из алгоритма получения Г извлекается алгоритм получения точки, для этого из него убирается одно ВП. В-четвертых, из (Е...) можно получить символы (Г...), (С...)».

(Л...), (—...), где точками я обозначаю любые цифры. Для этого в режиме АВТ получают в одном из регистров 0—3 символ Е (10 ВП 99 ВП 1/— / ПО), потом, перейдя в режим ПРГ, нужно набрать одну из команд косвенной адресации по этому регистру (я пользовался КИП) и, перейдя в режим АВТ, сделать В/О ПП необходимое число раз... Можно комбинировать эти действия с увеличением или уменьшением числа в регистре в 10, 100 и т. д. раз, то есть переносить десятичную точку».

Легко подсчитать, что предлагаемые читателями методы предоставляют в распоряжение владельца ПМК несолько миллиардов (!) различных шифрованных сообщений. Более того, если в одном из регистров записана, например, буква Е, то с помощью команд /—/ и ВП можно вывести на индикатор ровно 398 различных шифров, что, конечно, с лихвой перекрывает потребности любой счетной программы.

Что можно добавить к сообщениям читателей? Во-первых, самый, по-видимому, простой способ формирования Е с любым цифровым «хвостом» — это набрать на клавиатуре соответствующее число, отдать любую «неправильную» команду, начинающуюся с К (например, К Сх), а после появления на индикаторе сообщения ЕГГОГ нажать ВП и стрелку вверх. (Этот способ неоднократно использовался в предыдущих выпусках «Клуба электронных игр».) Во-вторых, для получения С, L и т. д. довольно удобен оператор цикла — соответствующий пример будет приведен ниже. В-третьих, любое одно- и двухбуквенное сообщение (типа Е, Г, С, Е0, Г2 и т. д.) с помощью команды F 10⁴ легко переводится в «экспоненциальную» форму — слева на индикаторе горят единица, справа — исходное сообщение (оно может быть как положительным, так и отрицательным). В-четвертых, «экспоненциальные» шифры с помощью команд ВП /—/ 1 и ВП /—/ 10 (после них следует нажать стрелку вверх) легко преобразуются в новые шифры такого же вида. В-пятых, каждый «экспоненциальный» шифр переводится командой К Сх (с последующим нажатием ВП и стрелки вверх) в аналогичный шифр, в котором единица заменена буквой Е (эти шифры, в свою очередь, с помощью уже рассмотренной команды ВП /—/ 1 или 10 столь же легко преобразуются в новые). Все эти способы неоднократно использовались в наших выпусках, в том числе для получения видеосообщений типа: «Космический корабль над обратной стороной Луны».

Приведенных сведений достаточно, чтобы перейти к демонстрационному мультфильму «Кон-Тики», смонтированному пятиклассником Сергеем Пу-

ховым из тех самых буквенных шифров и видеосообщений, о которых шла речь выше. Значит, не только телевидение XXI века заинтересовал этот рекордный рейс!.. Подготовка к показу данного фильма по времени многократно превышает его продолжительность, что каждый раз подтверждает простую истину: то, что мы видим на экране, является собой всего лишь «верхушку айсберга», основная масса которого скрывается от нашего взора в темных океанских глубинах...

Первое, что нужно сделать,— это ввести в ПМК вспомогательную программу преобразования видеосообщений с помощью оператора цикла, о котором уже говорилось:

00.P1 01.ИП1 02.С/П 03.FL1 04.01

Как видим, в ней нет ничего, кроме записи в регистр I, вызова из этого регистра, останова и цикла по этим командам. Теперь можно приступить к формированию кадров будущего фильма (в скобках для контроля приводятся показания индикаторов). Итак, F АВТ В/О Сх (0) С/П (0) С/П (—99999999) КСх (ЕГГОГ) ВП /—/ 1 В/О С/П (—E999999.9) С/П (—E9999998) КСх (ЕГГОГ) ВП В/О С/П (—EE999998) /—/ ВП /—/ 5 В/О С/П (EE9.99998) С/П (EE8) С/П (EE7) С/П (EE6) С/П (EE5) С/П (EE4) С/П (EE3) С/П (EE2) С/П (EE1) С/П (EE0) ВП /—/ 1 ПД (EE) В/О С/П (EE) С/П (EE) С/П (EC) С/П (EL) С/П (E—) ВП /—/ 1 ПЗ (E—) ВП 1 F 10^x (слева на индикаторе единица, справа ноль) КСх (ЕГГОГ) ВП П9 (слева E, справа 0) ИПД /—/ F 10^x (слева единица, справа —EE) КСх (ЕГГОГ) ВП /—/ 11 П4 (слева E, справа минус) ВП /—/ 10 П8 (сообщение «Корабль над видимой стороной Луны», оно нам знакомо по «ТМ» № 9) ИП4 ВП /—/ 1 П5 (похожее сообщение, корабль сместился к Земле) ИПД F 10^x КСх (ЕГГОГ) ВП /—/ 44 ПД (слева E, справа два минуса) ВП /—/ 9 ВП /—/ 1 П6 (вдоизмененное сообщение «Корабль над видимой стороной») ИПД ВП /—/ 90 ВП /—/ 10 П7 (сообщение «Корабль над обратной стороной Луны») 1 КСх (ЕГГОГ) ВП П1 /—/ П2 (—E) В/О. Подготовительная работа закончена, все кадры электронного фильма «Кон-Тики» записаны в адресуемые регистры 1—9.

Теперь нужно перейти в режим программирования и ввести в ПМК демонстрационную программу «Мультфильм» — она будет извлекать кадры в нужной последовательности. Программа очень короткая, хотя использует и команду косвенного вызова, и оператор цикла:

00.Сх 01.9 02.П0 03.КИП↑
04.С/П 05. FL0 06.03 07.В/0

Чтобы полюбоваться теперь видеофильмом о путешествии «Кон-Тики», на-

до вернуться в режим вычислений (F АВТ В/О) и нажать С/П. Фильм «Кон-Тики» состоит в общей сложности из 9 кадров, с некоторыми мы уже сталкивались в предыдущих программах, с другими еще встретимся. Как и в «ТМ» № 9, Е означает Землю, О — Луну, знак «минус» — луналист «Кон-Тики». Переход от кадра к кадру осуществляется командой С/П.

1. Система Земля — Луна перед стартом «Кон-Тики».

2. Старт.

3. Над обратной стороной Луны.

4. «Кон-Тики» завершает виток.

5. Старт с окололунной орбиты.

6. «Кон-Тики» на полпути к Земле.

Луна справа за кадром.

7. «Кон-Тики» в окрестностях Земли.

8. На околоземной орбите.

9. Финиш.

Если продолжать нажимать С/П, фильм будет повторяться неограниченное число раз. Надеемся, что приведенная программа и подготовительные операции к ней помогут вам в овладении «скрытыми» возможностями ПМК.

«Мне очень понравился новый раздел в журнале «Клуб электронных игр», — пишет нам К. Седов из Риги. — Очень хотелось бы в них сыграть, но у меня нет ПМК «Электроника Б3-34», а есть ПМК «Электроника Б3-21», и программы, публикующиеся в журнале, в мой ПМК ввести невозможно. Поэтому мне остается лишь читать и завидовать владельцам «Б3-34»... Очень прошу опубликовать в журнале электронные игры и для «Б3-21». Думаю, что кому присоединятся многие...»

Действительно, аналогичные пожелания высказывают в своих письмах Н. Музалёв из Минска, В. Авдеев из Омска, О. Абраменко из Хабаровска, Р. Петров из Ленинграда, Д. Кандыба из Гатчины, Я. Клиоцек из города Горячий Ключ Краснодарского края и другие читатели. К сожалению, и программа «Лунолет-1», и тем более последующие игры «космического» цикла не переводятся в полном объеме на язык «Б3-21» просто в силу довольно ограниченных возможностей данного ПМК (впрочем, в некоторых отношениях, например, для формирования различных видеосообщений, «Б3-21» даже «богаче», чем «Б3-34» или «МК-54»). Тем не менее, идя навстречу пожеланиям читателей, мы будем теперь публиковать игровые программы для «Б3-21». Вот первая из них.

00.0 01.0 02.С/П 03.F3 04.↑ 05.F2
10.С/П 11.P8 12.÷ 13.PO 14.F7 15.-
20.-/ 21.Px 022.PO 23.P7 24.↑ 25.F5
30.+ 31.↑ 32.PO 33.ХУ 34.÷ 35.↑
40.F6 41.× 42.↑ 43.F4 44.- 45.2
50.÷ 51.PO 52.PO 53.↑ 54.PO 55.F8
60.× 61.↑ 62.F3 63.+ 64.ХУ 65.+

70.P3 71.F8 72.× 73.↑ 74.F2 75.+
80.P2 81.↑ 82.PO 83.0 84.F3 85./.
90.÷ 91.P8 92.BP 93.P/-.

Эта программа является упрощенным вариантом опубликованной в № 6 программы «Лунолет-1» и предназначена для численного моделирования вертикальных маневров ракетных аппаратов в постоянном поле тяготения. Исходные данные вводятся в следующие регистры: ускорение силы тяжести (m/s^2) Р4, масса корабля без топлива (кг) Р5, скорость истечения продуктов горения (m/s) Р6, запас топлива (кг) Р7, высота (м) Р2, скорость (m/s) Р3. Для задания маневра нужно набрать на пульте величину расхода в кг, нажать стрелку вверх, набрать время в секундах и нажать С/П. Для реверса тяги перед С/П надо нажать ПП /—/. При остановке высота в регистре X, скорость в регистре Y. Если команда на двигатель подана с превышением наличного запаса топлива, на индикаторе горит 00. Этот же сигнал зажигается и при нажатии В/О С/П (в начале игры и при переходе к новому варианту). При всяком появлении 00 надо нажать С/П и ждать обычного останова для ввода правильного маневра. Ускорений данная программа не контролирует, автоматическая посадка при исчерпывании топлива не производится. Результаты слегка отличаются от получаемых в «Лунолете-1» — немного по-другому рассчитывается реактивное ускорение.

Наше очередное задание несложное, зато полезное. Оно связано с получением различных видеосообщений, пригодных для использования в электронных играх.

1) Используя приведенную выше процедуру, сформировать шифры ЕЕ и —EL. Применив к ним команду F 10^x, получить соответствующие «экспоненциальные» сообщения (единица слева, справа показатель). Используя команды ВП /—/ 1 и ВП /—/ 10, получить из базовых все остальные допустимые показательные сообщения. Составить сводную таблицу таких сообщений (нам ее высыпать не обязательно, у нас она уже есть, в ответе достаточно указать количество получившихся у вас сообщений).

2) Выбрать из получившейся таблицы шифры, которые, на ваш взгляд, полезны для использования в электронных играх, и дать их интерпретацию.

Клуб электронных игр поздравляет всех участников перелета Луна — Земля с наступающим Новым годом. Желаем хорошо отдохнуть на борту гостеприимной станции «ЮГ», но формы не терять: впереди нас ожидают суровые испытания. До Земли еще очень и очень далеко (см. схему).

С Новым годом!

Опечатки. В программе «Лунолет-2» (№ 8) по адресу 23 должно стоять Fx=0. В программе «Лунолет-1M» (№ 10) по адресу 22 должна стоять стрелка вверх.

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

Мы продолжаем публикацию документально-фантастического отчета «Путь к Земле» (см. № 8—12 за 1985 год). Вкратце напоминаем содержание предыдущих глав. Бывший космонавт Михаил Коршунов (Лунный Корицун) возвращается домой из системы Юпитера. Решив тряхнуть стариной, последний отрезок пути (Луна — Земля) он собирается проделать самостоятельно, на первом попавшемся транспортном средстве. Селенолог Эдуард Рыжковский в порядке разыгрыша предлагает ему свой крохотный лунолет, не приспособленный для космических полетов. Коршунов принимает вызов. По иронии судьбы штурманом «Кон-Тики» (так нарекают Коршунов свой лунолет) становится Александр Перепелкин, не имеющий никакого отношения к космонавтике. От его лица и ведется повествование. Мужественно справившись с непреодолимыми, казалось бы, трудностями, после многочисленных приключений экипаж «Кон-Тики» прибывает на окололунную орбитальную станцию «Юрий Гагарин». Цель нового рискованного броска — внутренняя точка либрации, где находится автоматический танкер «Лагранж». Здесь намечено пополнить запасы топлива и идти затем к околоземной станции «Коперник».

Каждый выпуск сопровождается игровыми программами, с помощью которых читатели, умеющие обращаться с программируемыми микрокалькуляторами «Электроника Б3-34» («МК-54»), могут самостоятельно повторить важнейшие этапы этого небывалого путешествия, а также при желании совершать другие сложные космические операции.

6. ТЬМА

Стартовая площадка была ярко озарена прожекторами. Несомненно, свет некоторых из них, невидимый в вакууме, рыскал сейчас в темноте в поисках «Кон-Тики», но усилия были тщетны — Коршунов ловким маневром ушел из следящего луча, а вновь нащупать столь утлое суденышко в глубине космоса смогла бы разве что автоматическая противометеоритная система. Однако данными прожекторами руководили вовсе не роботы.

Мы снялись с верхней палубы «Гага-

рина» (а сюда перегнал «Кон-Тики» кто-то из местной стартовой команды ночью, пока мы спали) над центром обратной стороны Луны, несмотря на настойчивые уговоры ТВ подождать до стороны освещенной, на которой условия съемки гораздо предпочтительней. Мы были неумолимы. Пришлось им прибегнуть к искусенному освещению, а теперь, после маневра Коршунова, оно стало бессильным и бесполезным. До станции все еще было рукой подать — она выглядела черной прямоугольной тенью на фоне звездного неба, окаймленной ходовыми огнями, верхняя же

площадка казалась самостоятельным летательным аппаратом, подобным Лапуте, на которой некогда побывал Гулливер.

Мы уходили от станции со скоростью пешехода — разгон, по мнению Коршунова, следовало начать минут через 10—15 после старта. Так мы гораздо точнее выйдем к «Лагранжу» и сбережем много топлива. Хотя, казалось бы, чего там особенно экономить — все равно заправляться...

— Полный порядок, — сказал Коршунов. В кабине было темно, только наярко мерцали индикаторы на пульте управления. — Они нас уже не найдут. Рассказывай, что было дальше.

Утро для меня началось с хлопот по снабжению и заправке «Кон-Тики». Прикинув, что до «Лагранжа» нам с лихвой хватит тонны топлива, я поставил в заявке на всякий случай «1500 кг» и дал подписать Коршунову. Он изучал бланк несколько секунд, потом исправил 1 на 3 и расписался внизу. «Лихость твоя мне нравится, — ответил он на мой недоуменный вопрос. — Ты все рассчитал правильно. Но мы идем в космос, не на орбиту, впереди сутки полета. В таких случаях лучше иметь запас на обратный путь, раз уж есть возможность. Мало ли что может случиться».

По второй части заявки — воздух, вода и прочее на 10 суток — замечаний у него не возникло. «Именно десять. Больше десяти дней не продержимся, обязательно куда-нибудь свалимся». Я взял подписанный документ и отправился в диспетчерскую. Там-то и начались непредвиденные осложнения, о подробностях которых Коршунов жалел сейчас услышать. Я сунул бланк в приемную щель машины, и та незамедлительно выплюнула его обратно! На дисплее зажглась надпись: «Не указана цель полета».

— А ты что? — спросил Коршунов. В общих чертах он уже знал о происшествии, был осведомлен и о результатах, сейчас его интересовали детали.

— Я написал на бланке «Земля» и сунул бумагу обратно в машину.

— Молодец! — похвалил Коршунов. — А она?

— Тут же выбросила назад. На дисплее загорелось: «Заправка не разрешается». Судно не приспособлено для полета к планетам, имеющим атмосферу. В заявку следует включить требование об установке на судно стабилизаторов и тормозных щитков».

— А ты? — спросил Коршунов. Зная его «любовь» к компьютерам, нетрудно понять, что ситуация его развлекала.

— Я, естественно, зачеркнул слово «Земля», вписал «Луна» — и туда же.

— Находчиво! — определил Коршунов и посмотрел на часы. — Кажется, нам пора. Держись, штурман!

Двигатель загремел. Разгонялся Коршунов, как всегда, на предельном режиме. Ускорение продолжалось с полминуты. Когда двигатель умолк, станция потерялась позади, а цифры на



указателе топлива уменьшились ровно на тонну.

— Скорость? — осведомился он.

— Параболическая! — сказал я. — Даже немного больше...

— Нехорошо, — поморщился он в тусклом свете индикаторов. — Терпеть не могу парабол. Чуть меньше скорость — и сваливаешься на эллипс. Чуть выше — ты уже на гиперболе. А между ними — дистанция огромного размера. Давай-ка для надежности бросим еще литров двести. Неоптимально, конечно, зато выиграем много часов. Гипербела — единственная порядочная кривая...

Двигатель загрохотал снова, на сей раз всего на несколько секунд. Потом замолчал — очень и очень надолго.

— А что дальше? — спросил Коршунов. — Ты написал «Луна»...

— Она опять вернула заявку. Теперь на дисплее значилось: «Заправка не разрешается». Судно не приспособлено для полета к планетам, не имеющим атмосферы. В заявку следует включить требование об установке на судно посадочных амортизаторов».

— Я волком бы выгрыз бюрократизм! — с чувством процитировал Коршунов. — Тебе следовало назвать второй принал «Гагарина».

— Я думал об этом. Проклятая машина не выделила бы нам трех с половиной тонн топлива и ресурса на десять дней для перелета с причала на причал. Я исправил «Луну» на «Землю» и вписал требование насчет тормозных щитков. В результате «Кон-Тики» утяжелился на полсотни килограммов. Но если бы я оставил «Луну», навеска была бы вдвое тяжелее. Правда, еще не поздно от них отделаться.

— Я смотрел, — сказал Коршунов. — Приварено насмерть. Но не огорчайся, штурман. Может, еще пригодятся. Кто знает...

Я не ответил. Впереди вспыхнула огненная линия горизонта. Затем появилось Солнце. Его лучи озарили пейзаж под нами: бесчисленные кратеры, очень рельефные при боковом освещении. Они не только уносились назад — к этому мы успели привыкнуть, — но и уменьшались буквально с каждой минутой. «Кон-Тики» набирал высоту, и это было заметно на глаз. Луна стала уже шагом — громадным, но отчетливо выпуклым. Высота росла: 200 км, 300, 400...

— Вот и она! — Коршунов показал вперед. Над горизонтом поднималась облачная дуга Земли — словно птица отогнутыми назад крыльями. — Несколько дней, и мы будем там. Не вется?..

С момента отделения от станции прошло каких-то полчаса. Высота увеличивалась: 600 км, 700, 800... Луна кивалась, по площади она занимала верное, всего процентов десять небесной сферы.

Запомни этот момент, штурман! — на альтиметре быстро сменялись 650 км, 1700, 1750... — Шельф, впереди открытое море!

Да, мы удалились от Луны на величину ее радиуса, траектория задиралась все круче. К исходу первого часа поднялись более чем на три тысячи километров, Земля уверенно подбиралась к зениту, вектор скорости запрокидывался. Мы шли к Земле, это было несомненно. Луна все еще доминировала в небе, но была уже не внизу, а позади нас!

— Завтра заправимся, — мечтательно проговорил Коршунов. — А через неделю, глядишь, будем сидеть где-нибудь на бережку, на камушках, и потягивать из синего моря рыбку — большую и маленькую. Настоящую рыбку, Саша...

— Что значит «настоящую»? — поинтересовался я.

— Ну, у нас, на спутниках Юпитера, — объяснил он, — ты знаешь, тоже есть океаны. Подо льдом, можно сказать, бездонные. Но они, в отличие от земных, безжизнены. Так, по крайней мере, считалось. Вот уже много лет в системе Юпитера работает несколько биологических станций. Биологи пытаются заселить местные океаны земными формами жизни. Вода — она всюду вода. Да ты слышал об этом, Саша...

— Только краем уха, — возразил я. — Знаю, что такие опыты проводились, но ничего конкретного. Слишком далеко от моей обычной работы.

— Правда? — оживился он. — Что ты, за последние годы результаты получены просто отличные. Отличные от всего, что кто-либо ожидал. Теперь в поставленную ловушку нетрудно поймать, например, семгу, угря или даже треску. Но может забрести туда и чудовище... А они страшные, Саша.

Он замолчал.

— Насчет семги или даже трески мне понятно, — сказал я. — Но откуда взялись чудовища?

— Никто не знает. То ли какие-то мутации. То ли там всегда водилась эта нечисть. То ли возникли гибриды местных и земных форм. Некоторые из этих существ ужасны на вид, но вполне безобидны и даже полезны во многих отношениях. В гастрономическом, например. Зато есть и такие, которые рвут любые сети и приводят в полную непригодность самые изощренные ловушки. Есть существа-оборотни, принимающие любые обличья. А самое страшное из них называется Тьма...

— Тьма? — Жутким, нездешним ходом веяло от этого названия. — Поэтому именно Тьма?

— Никто ее толком не видел, Саша, — сказал Коршунов. — Никто из ныне живущих. Человек, столкнувшийся с Тьмой, гибнет. Приборы выходят из строя, пленки стираются и засвечиваются. Никто из живых не видел ее, но все-таки она существует. Опасное это дело — охота в системе Юпитера...

Время тянулось медленно. Центр Королева вышел из-за горизонта, был где-то внизу, но мы его, конечно, не видели. Земля переместилась в зенит, «Кон-Тики» поднимался почти вертикально со скоростью порядка километра в секунду.

станицы «Юрий Гагарин»



д. Через четыре часа позади осталась уже четвертая часть пути, спустя еще пять — практически половина. Луна стала отдаленным небесным телом — ее угловой диаметр превышал земной всего раза в три. До точки либрации оставалось тридцать тысяч километров и пятнадцать часов пути, мы шли к цели точно, по очень вытянутой дуге, можно было и отдохнуть. Разложили кресла, Коршунов сориентировал «Кон-Тики» днищем вперед, отгородив кабину от солнечного света. Сразу стало темно. Нас окружал мрак, светлая темнота, черное небо, усыпанное бесчисленными мелкими звездами. Воображение устремлено из памяти картины прошедшего дня.

«Человек, столкнувшийся с Тьмой, гибнет», — вот последняя фраза, которая всплыла у меня в сознании перед тем, как уснул.

Снилось тоже нечто жуткое и нездешнее: бесформенная тягучая субстанция окружала меня, душила, увлекала в черную вибрирующую пустоту... Вибрации, сначала еле заметная, вскоре стала невыносимой.

Я открыл глаза и сразу увидел звезды. Коршунов тряс меня за плечо.

— Проснись, Саша, — сказал он мягко. — Дурные новости. Метеоритная атака, «Лагранж» не отзывается на сигналы. Думаю, топлива мы теперь не получим...

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Похоже, с автоматическим танкером «Лагранж» случилось непоправимое, и мечты о пополнении запасов топлива придется оставить до лучших времен. Тем не менее остановка в точке либрации необходима: во-первых, нужно выяснить, что же все таки стряслось с танкером, во-вторых, в этой точке, где все гравитационные и инерционные силы уравновешены, можно спокойно, без спешки проанализировать ситуацию и подумать, как быть дальше. Что ж, этот солидный по протяженности отрезок пути (более 60 тыс. км в использованной приближенной модели) вполне под силу нашему стандартному «транспортному средству» — ПМК «Электроника Б3-34» («МК-54»), оснащенному новой программой «Лунолет-4».

00.Сх 01.2 02.+ 03.ИПА 04.+ 05.ПА 06.ИП1
07.- 08.ИПА 09.ИП7 10.- 11.С/П 12.П9 13.П8 14.П2
15.- 16.ИП6 17.х 18.ИПД 19.ИП8 20.- 21.Ф²×0
22.00 23.ПД 24.ИП5 25.+ 26.+ 27.П8 28.ИПС
29.Ф_{sin} 30.ИПВ 31.ПП 32.74 33.Ф_{sin} 34.х 35.ПП
36.70 37.ИП0 38.+ 39.П0 40.ПП 41.69 42.9
43.0 44.х 45.Ф_z 46.+ 47.ИПА 48.+ 49.ИПС
50.+ 51.ПС 52.Фcos 53.ИП0 54.ПП 55.74
56.Фcos 57.х 58.- 59.ИП4 60.ИПА 61.Ф²
62.- 63.ПП 64.70 65.-/+ 66.ИПВ 67.+
68.ПВ 69.Ф_{Bx} 70.+ 71.ИП2 72.х 73.В/0
74.ИП0 75.ИПA 76.+ 77.ИП3 78.+ 79.ИП3
80.+ 81.х 82.Х 83.ИПС 84.Фcos 85.х
86.ИПA 87.х 88.3 89.х 90.ИП3 91.Ф² 92.х
93.+ 94.-/+ 95.ИП8 96.ИП9 97.В/0

Она предназначена для численного моделирования различных маневров космических аппаратов вблизи безатмосферного небесного тела (луны), врачающегося по круговой орбите вокруг другого небесного тела (планеты) и, подобно нашей Луне, постоянно обращенного к планете одной своей стороной. Программа учитывает влияние планеты на движение аппарата и позволяет выполнить принципиально новую космическую операцию — перелет во внешнюю или внутреннюю точку либрации (они в использованной модели располагаются на линии планеты — луна на равных расстояниях от центра луны), зато не приспособлена для посадки — автоматический контроль контакта с поверхностью здесь отсутствует. Исходные данные в основном те же, что и в «Лунолете-3» (см. «ТМ» № 9 за 1985 год): (масса космического корабля без топлива, кг) П5 (радиус луны, м) П7 (скорость истечения продуктов сгорания, м/с) П6 (расстояние до центра

луны, м) ПА (вертикальная скорость, м/с) ПВ (угловое расстояние от центра видимой стороны луны, градусы) ПС (запас топлива, кг) ПД. Другие связанные с новым характером решаемой задачи. В регистр 4 вводится так называемая гравитационная постоянная луны, равная произведению ускорения силы тяжести на ее поверхности на квадрат радиуса. Нужно набрать на пульте ускорение силы тяжести (для нашей Луны — 1,62) и команду ИП7 $F^2 \times \text{П4}$. В регистр 3 вводится угловая скорость обращения луны вокруг планеты, для этого нужно сначала рассчитать гравитационную постоянную планеты: (радиус планеты, м) F^2 (ускорение силы тяжести на поверхности планеты, м/с²) ×, затем набрать радиус орбиты луны в м (для нашей Луны 3844 ВП 5) и команду ИП2 $F^2 \text{FBx} \times \div F \sqrt{\text{П3}}$. В регистр 1 вводится расстояние от центра луны до точки либрации: 3 $F^1 \times \uparrow$ ИП4 ИП3 $F^2 \div \times F^2 \text{П11}$. Осталась горизонтальная скорость корабля. Если он в начальном положении находится на круговой околосолнечной орбите, то она рассчитывается как обычно: ИП4 ИПА $\div F$, только теперь нужно еще вычесть из полученной величины скорость, связанную с вращением луны вокруг своей оси: ИП13 ИПА $\times -$ ПО. (Предполагается, что направления движения корабля и вращения луны совпадают; в противоположном случае в последней формуле вместо — надо поставить +.) Наконец, как обычно, В/О С/П.

При остановке на индикаторе появляется текущая высота полета, в регистре У находится расстояние по вертикали до точки либрации. Остальные переменные — расстояние до центра луны, вертикальная и горизонтальная скорость, угловое расстояние до центра видимой стороны луны, текущий запас топлива — находятся в регистрах А, В, О, С, Д и вызываются командами ИПА, ИПВ, ИП0, ИПС, ИПД. Маневр задается традиционно: (угол отклонения вектора тяги от вертикали, градусы) ПП (расход топлива, кг) ПП (время, с) С/П. Переключатель Р—Г должен быть установлен в положение Г, команда с перерасходом топлива блокируется.

При дальних вылазках в космическое пространство на «Лунолете-4» рекомендуется придерживаться следующих правил: во-первых, выполнять перелет на гиперболических скоростях (параболическая скорость в $\sqrt{2}$ больше круговой, а гиперболические соответственно еще выше); во-вторых, в свободном полете на высотах, не превышающих диаметра луны (для нашей Луны около 3500 км), задавать время маневра не более 300 с, затем переходить на 1000-секундные интервалы, при удалении на 15 тыс. км

можно уже задавать часовые интервалы (порядка 3000 с), а начиная с 30 тыс. км — трехчасовые (10 000 с). При приключении выходе в точку либрации полезно следовать указаниям, содержащимся в 6-й части отчета А. Перецелкина.

ОХОТА НА «ИНОПЛАНЕТНЫХ ЧУДОВИЩ»

Скажем честно: в недрах любой вычислительной системы, в частности и наше «Электроники», обитают не менее диковинные создания, чем те, которые населяют глубины европейских океанов и о которых упоминает командир «Кон-Тик». На индикатор ПМК, как известно, выводятся числа, не превышающие по величине 9,9999999 ВП 99 (9,9999999 — мантисса, 99 — порядок числа). Они для нас столь же привычны, как и обычные рыбы земных водотоков. Однако «Электроника Б3-34» способна формировать числа гораздо большие (с порядком до 1000!), причем при соответствующем навыке каждое из них можно «изловить» (записать в регистр), проанализировать, а затем как-то использовать. Конкретный вид и свойства этих «арифметических чудищ» зависят от глубин, где они водятся (точнее, от величины порядка). «Охота» на них — занятие увлекательное и в ряде случаев небезопасное.

Вот краткая классификация «глубоководной фауны» ПМК. Глубины (порядки) до 100 заселены обычными числами. Следующий «этаж» (от 100 до 200) принадлежит ЕГГОГам, еще глубже (от 200 до 300) обитают ЗГГОГи — создания, вопреки своему зловещему виду, в высшей степени полезные, их легко приручить.

Далее (от 300 до 400) располагается вотчина диких и неукротимых чудовищ, норовящих при малейшей оплошности со стороны охотника привести программу в негодность и заставить его выключить ПМК. Следующий этаж (от 400 до 500) заселен ОС-оборотнями — существами очень полезными, но, в свою очередь, подразделяющимися на многочисленные семейства. Еще ниже (от 500 до 600) располагаются владения Тьмы, при любом контакте с этой таинственной и грозной субстанцией индикатор гаснет, и приходится отключать ПМК. (Отметим, что с Тьмой можно случайно столкнуться и на других этажах.) Глубже, за пределы Тьмы, можно проникнуть лишь с помощью специального «водолазного оборудования» (соответствующих программ): глубины от 600 до 700 заселены медлительными С-ЕГГОГ- оборотнями, еще ниже (от 700 до 800) обитают неповоротливые монстры, чьи повадки тем не менее заставляют вспомнить безудержных донин 4-го этажа и охота на которых протекает аналогично. На предпоследнем этаже (от 800 до 900) безраздельно властвует Ноль (самый обычный элк, сколько удалось выяснить), дальше на 900 до 1000 начинается зона с

чисел с постепенно уменьшающимися отрицательными порядками, наконец, после 1000 круг замыкается — на сцену вновь выступают числа с положительными порядками, затем ЕГГОГи, и все повторяется. А теперь познакомимся ближе с населением каждого этажа.

1-й этаж. Здесь, как уже отмечалось, обитают обычные числа. У них, конечно, много всяких любопытных свойств (как и у самых обыкновенных земных животных), но к предмету нашего разговора они не относятся.

2-й этаж. ЕГГОГи, населяющие глубины (порядки) от 100 до 200, — самые неинтересные из обитателей нашего «электронного океана». В общем-то, это обычные числа, которые можно делить, умножать, складывать, записывать в регистры, но которые не выводятся на индикатор в силу своей чрезмерной величины. Изловить ЕГГОГа проще простого: достаточно, например, отдать команду 1 ВП 50 Fx² ПО Сх, и ЕГГОГ (десять в сотой степени) сидит в регистре 0! Если теперь разделить его, допустим, на 10, то на индикаторе появится совершенно обыденная единица с порядком 99.

3-й этаж. Если взвесить ЕГГОГа из предыдущего примера в квадрат (или иным способом получить число с показателем степени между 200 и 300), на индикаторе появится ЗГГОГ. Эти числа также можно умножать, складывать, записывать в регистры и так далее. Однако, помимо этого, ЗГГОГ обладает целым рядом присущих только ему и весьма полезных качеств.

1) Десятичная точка при появлении на индикаторе ЗГГОГа сохраняет свое положение, как бы «наследует» его от предыдущего числа. Запишите какого-нибудь ЗГГОГа в произвольный регистр. Наберите на индикаторе любое число (в его состав, естественно, обязательно входит десятичная точка — если число целое, она его замыкает) и вызовите ЗГГОГ на индикатор. Точка осталась на прежнем месте. Это свойство позволяет использовать ЗГГОГов в электронных играх для визуальной индикации положения объекта (как сделано, например, в игре «Посадка на планету ЗГГОГ», см. «ТМ» № 10 за 1985 год; напоминаем, что в программе опечатка — по адресу 22 должна стоять стрелка вперед).

2) Всякий ЗГГОГ выполняет операцию безусловного перехода на адрес, совпадающий с первыми двумя цифрами порядка «зашифрованного» под ним числа. Так, полученный нами ЗГГОГ равен 10 в двухсотой степени; если при его появлении на индикаторе отдать команду F ПРГ, убедимся, что справа горит 20. Это свойство также использовано в № 10 — далеко и не каждый ЗГГОГ годится для той игры!

3) Всякого ЗГГОГа, появившегося на индикаторе, легко «расшифровать» с помощью следующей процедуры: нажать F АВТ, затем десятичную точку — справа на индикаторе загорится трехзначный порядок числа, которое прячет-

ся под личиной ЗГГОГа. Снова нажмите F АВТ — слева на индикаторе появится мантисса числа, справа — некий новый показатель, весьма причудливый, зависящий от способа появления данного ЗГГОГа на индикаторе и для дешифровщика бесполезный. Применение этой процедуры к нашему ЗГГОГу дает порядок 200 и мантиссу 1, как, очевидно, и должно быть.

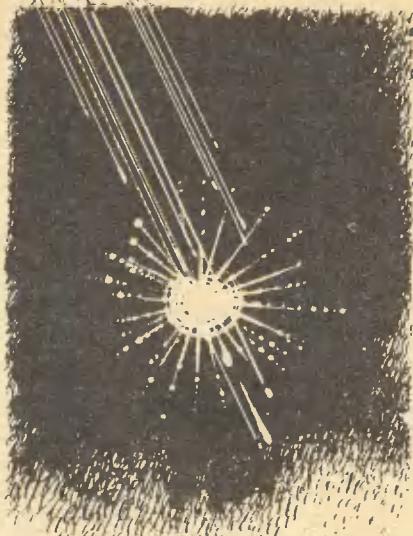
4) Предыдущее свойство подсказывает новый эффективный прием формирования показательных сообщений (о них смотрите № 12 за 1985 год). Вызовав нашего ЗГГОГа из регистра, куда он был записан, и применив к нему процедуру «расшифровки», получим показатель, с которым прежде не встречались (—L). Если теперь отдать команду ВП 99 F АВТ, появится еще одно новое показательное сообщение (справа на индикаторе горит «чистая» буква Е). Из этих двух сообщений с помощью команд ВП /—/ 1 и ВП /—/ 10 легко получить все остальные мыслимые показательные цифры.

5) ЗГГОГ, записанный в регистр 9 либо 0, может использоваться как анализатор состояния программируемого счетчика. Убрав ЗГГОГа с индикатора, отдайте, например, команду БП 58. Вызовите ЗГГОГа и нажмите десятичную точку. Справа на индикаторе загорится 580. Данное свойство ЗГГОГа позволяет использовать его для «дешифровки» некоторых других «чудовищ», населяющих глубинные этажи нашего «числового моря».

4-й этаж. Переходим к «охоте» на глубины 300—400. Выберем в качестве объекта, например, число 10 в трехсотой степени. Отдаем команды 1 ВП 50 Fx² Fx² П9 (записываем ЗГГОГа для последующего использования в качестве анализатора) FBх. Все готово: в регистре У сидит ЗГГОГ (10 в двухсотой степени), в регистре Х — ЕГГОГ (10 в сотой степени). Остается их перемножить...

Караул! На экране мелькают цифры — ПМК самопроизвольно перешел в режим счета! Чудовище вырвалось на свободу и мчится по нашей пустой программе, как по бесконечному коридору! Срочно нажимаем С/П. На индикаторе ноль. Это естественно — программа пуста, она состоит из нолей, вот ноль и считался в регистр Х, оттеснив чудовище в регистр У. Чтобы взглянуть на «добычу», нужно нажать ХУ...

Нас ждет новое потрясение! Вместо ожидаемого чудища мы видим перед собой лишь следы его деятельности — испорченный фрагмент программы. ПМК самопроизвольно перешел в режим программирования! Слева на индикаторе горит .0, затем две пары 00, в правом углу — 31. Значит, программа остановилась на адресе 30. По аналогии со ЗГГОГами заключаем, что это опять-таки первые две цифры порядка изловленного числа. Точка, как и у ЗГГОГа, унаследовала свое положение от предыдущего числа (только что на индикаторе горел ноль, естественно, с точкой).



Наконец, левый ноль — это вторая цифра порядка (300). Если бы порядок был, скажем, 384, то слева на индикаторе горело бы .8, справа — 39.

Что делать дальше? Грубейшей ошибкой будет естественное F АВТ — ПМК зациклится на поврежденной команде и не отзовется ни на один приказ с пульта, придется его отключить. Нажимаем F ПРГ. Точка исчезает. Теперь ШГ влево. Какой командой заменить испорченную? Наша задача — поймать чудовище, поэтому впишем сюда, например, ПА. Затем Сх (чтобы очистить стек) и С/П. Вот теперь можно и F АВТ. На индикаторе тут же загорается О — стек чист, а чудовище сидит в регистре А! Самое время проанализировать его с помощью ЗГГОГа из регистра 9. Трижды нажимаем ШГ влево (для компенсации вписанных в программу команд), ИП9, точку (на индикаторе появляется порядок 300) и F АВТ (слева загорается мантисса — 1). Забив на всякий случай нолями вписанные в программу команды, можно начинать охоту на следующее чудовище (только не надо забывать, что первое все еще томится в регистре А, ожидая команды ИПА, чтобы оттуда вырваться!). Вся эта процедура может пригодиться и для получения совершенно конкретных практических результатов. Например, она позволяет определять факториалы чисел вплоть до 210 (воспользуйтесь любой программой, вычисляющей факториал, и проанализируйте результат с помощью ЗГГОГа из регистра 9).

Охота на 5-м уровне — в обители ОС-оборотней — не менее увлекательна, о ней мы расскажем в следующем выпуске. Уникальные свойства этих созданий подтверждаются, например, простыми алгоритмами получения знакомого нам по предыдущему номеру сообщения ЕЕ: 1 ВП 55 Fx² Fx² Fx² ИПС ИПС ВП 6 КНОП (на экране исконое сообщение) — и трехбуквенного шифра ЕЕЕ: 3,1622777 ВП 55 Fx² Fx²

Fx^2 ИПС ИПС ИПС ВП /—/ 3 КНОП.
Не правда ли, ситуация сильно напоминает ту, когда фокусник на ваших глазах извлекает из вашей же шляпы сначала живого кролика, а потом еще и хрюкающего поросенка? Только здесь и в роли фокусника, и в качестве шляпы выступает ваш собственный ПМК!

РОБОТ-ПЕРЕСТРАХОВЩИК

На парадоксальные свойства ОС-оборотней опирается простая игра, демонстрирующая в действии «машину-бюрократа», с которой столкнулся А. Перепелкин. Введите в ПМК вспомогательную программу, формирующую «электронного перестраховщика»: 00.1 01.ВП 02.5 03.2 04. Fx^2 05. Fx^2 06. Fx^2 07.ПА 08.С/П, нажмите F АВТ В/О С/П. На индикаторе 0. Загляните в регистр А (условимся, что именно сюда, по мнению машины, следует вписать требование насчет дополнительного оборудования) — там пока вроде ничего нет. Теперь В/О и вводите осиовую программу: 00.ПС 01.ИПА 02.ИПС 03.С/П. Как видим, она не содержит ничего, кроме записи числа (заявки на топливо) в регистр С, опроса регистров А и С и выдачи содержимого последнего на индикатор F АВТ В/О. Наберите какое-нибудь число (нужное вам количество топлива) и С/П. На индикаторе загорается ЕГГОГ! Можете повторять процедуру (В/О — топливо — С/П) сколько угодно, даже вводить заявку вручную: (топливо) ПС ИПА (на индикаторе — ноль!) ИПС — бесполезно, упрямая машина, удостоверившись, что вы не выполнили ее условий, при последней команде будет упорно сигнализировать об ошибке! Лишь когда вы сдадитесь и включите в заявку требование насчет оборудования (зашлете что-нибудь в регистр А), она будет принята.

Редакция призывает воздержаться от самостоятельной охоты на ОС-оборотней: в их мире легко наткнуться на Тьму, а если вы столкнетесь с Тьмой, придется ВЫКЛЮЧИТЬ ПМК И НАЧИНАТЬ СНАЧАЛА!

Наконец, наше очередное задание. Программа «Лунолет-4». Достигнуть внутренней точки либрации системы Земля — Луна (корабль при этом должен находиться точно над центром видимой стороны Луны, ошибка всего в один градус по угловой координате — это примерно тысяча километров). По выходе в точку либрации затормозить и ждать следующего выпуска. Исходные данные: 2200 П5 3660 П6 1738 ВП 3 П7 5 ВП 4 ПА 180 /—/ П5 3500 ПД О ПВ 6371 ВЛ 3 Fx^2 9,81 × 3844 ВП 5 Fx^2 FBx × ÷ F√ П3, регистры 4,1 и 0 заполнить согласно инструкции. В точке либрации пути участников перелета расходятся — каждый пойдет дальше на том топливе, которое останется в баках его корабля!

Михаил ПУХОВ

«Юрий Гагарин»

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Путь
«Кон-Тики».

Точка
либрации

7. КОСМИЧЕСКОЕ ТЕЧЕНИЕ

— Напрасно ты не заказал парашюты, — сказал Коршунов.

Все было уже позади — тревожные метеосводки, прибытие в точку либрации, уродливые останки гигантского танкера... «Скоростной внесистемный рой», — поставил диагноз Коршунов. — Пути их непредсказуемы. Плотный, видимо, рой, защита «Лагранжа» перегрузилась. Впрочем, на всякий шторм, говорят, найдется свой метеорит...

Сама точка либрации тоже была позади. «Решать тебе, — сказал Коршунов. — Топлива не так много, но на возвращение хватит. И до Земли тоже хватит. Придется, правда, идти в атмосферу, но кто нам мешает все как следует рассчитать? Время для размышлений есть». — «А если промахнемся?» — поинтересовался я. «Не промахнемся, — заявил он. — Словом, решай, штурман!»

Вопрос был поставлен именно так. Я должен был принимать решение, однако оно, по сути, было уже принято. Мы тщательно просчитали орбиту перехода к Земле с перигеем 70 км, благо эталонная траектория — расчеты французов — у нас была, предусмотрели пару промежуточных коррекций... Вышло, что после тормозного эллипса в баках «Кон-Тики» останется около тонны. Этого должно хватить на любые маневры в околоземных окрестностях. Несколько раз все проверили, отвлекаясь изредка, чтобы взглянуть на экран телевизора. Хроника без конца показывала одно и то же: героическую битву «Лагранжа» с роковым метеоритным роем, заснятую лунными обсерваториями. Смотреть, впрочем, особенно не на что — гантелеобразный силуэт танкера, размеры не ощущаются, в нижнем углу экрана — крошечный кружочек «Кон-Тики»... На заднем плане — окамененный атмосферной дымкой сумрачный диск Земли. Время от времени там, как далекие грозы, возникают неяркие вспышки: лазерный удар настигает очередную цель. И вдруг танкер как-то сразу размазывается, расплывается, на его месте вспыхивает цветастое газовое облако. Потом оно рассеивается, открывая то самое, на что мы насторожились без всякого телевизора. Короткий перерыв — и вновь та же пленка...

Звук, разумеется, был выключен — слушать тоже было особенно нечего. Сплошные тексты «а-ля Рыжковский»: настойчивые призывы лунных диспетчеров соблюдать спокойствие и оставаться на месте до подхода аварийной

команды. Коршунов отключил связь, передав на «ЮГ» свое заключение о причинах катастрофы: внесистемный рой и так далее. Мы проверили расчеты в последний раз, потом Коршунов жал стартер...

Точка либрации, кстати, вовсе не неподвижна — увлекаемая Луной, она несетя в пространстве (если позволительно сказать так о нематериальном объекте), проходя за каждую секунду без малого километр. После короткого, но интенсивного торможения скорость «Кон-Тики» уменьшилась вчетверо, мы быстро отставали от Луны и точки либрации. Вскоре обломки «Лагранжа» затерялись среди бесчисленных звезд. Земля еще крайне слабо влекла «Кон-Тики» к себе, а Луна стремительно уходила вперед, и ее влияние на наше движение становилось ничтожным. «Луна — это маскон! — сказал Коршунов спустя сутки, когда ее диск сравнялся по размерам с земным. — Маскон — концентрат массы в гравитационном поле планеты! Помнишь нашу орбитальную вылазку? Он чуть-чуть подпортил нам траекторию, а потом мы и думать забыли о нем! Так и Луна, штурман. Увеличь Землю до размеров лунной орбиты, тогда ты меня поймешь!»

Он был прав, принципиальной разницы нет. Звездолетчик-инопланетец, пронзающий Солнечную систему на релятивистской машине, наверняка именно так и считывает Луну в своих штурманских выкладках. Удалившись от настоящего маскона, мы тут же о нем забыли (если не считать моих сугубо личных неприятных воспоминаний). Теперь мы ушли от Луны. Значит, пора забыть и о ней...

Земля влекла нас к себе, но сначала едва заметно. «Кон-Тики» словно несло неторопливым океанским течением. Лишь к исходу третьих суток радиальная скорость перевалила за километр. Горизонтальная составляющая (вернее, трансверсальная — так ее называют специалисты) менялась еще медленнее. Мы прошли около половины дороги, впереди лежали заключительные 200 тысяч километров. Здесь-то Коршунов в соответствии с предварительным планом и провел первую — она оказалась последней — коррекцию траектории: подогнал фактическую скорость под расчетную. Времени на это ушло немного, топлива тоже, резерв остался нетронутым.

— Идем точно, — сказал Коршунов, взглянув на приборы. Задумался на секунду и с укоризной добавил: — Напрасно, штурман, ты не заказал парашютов.

— В каком смысле?

— Мы собирались заправиться на «Лагранже», — сказал он, помолчав, — и пойти по орбите перехода с перигеем в две тысячи километров. Там мы бы притормозили и вышли на рандеву с «Коперником»... Так?

Я кивнул. Возразить было нечего: именно таковы были наши недавние планы.

— Но злополучный рой все испортил, — продолжал Коршунов. — Не буду говорить о «Лагранже» — восстановить его будет непросто, но это нас уже не касается. Рой заставил нас пойти по нынешней траектории, с заходом в атмосферу. Она отберет у «Кон-Тики» те самые три километра в секунду, на которые не хватает топлива. Так?

— Естественно, — кивнул я. — Но при чем здесь парашюты? Даже когда мы сбросим три километра, скорость останется космической. Пусть не второй, а первой — какая разница? Парашюты на восьми километрах в секунду — это, извини меня, нонсенс.

— Почему обязательно на восьми? — прищурился он. — Не так давно один мой знакомый сразился с электронным бирюкратом и проиграл. Но... В каждом поражении, Саша, скрыты корни грядущих побед! Теперь у «Кон-Тики» полная атмосферная оснастка, и мы пойдем в атмосфере не как слепое Тунгусское тело, не как беспомощная игрушка бьющих навстречу потоков! Нет, штурман, мы пойдем в атмосфере как люди, как повелители стихии, а не ее рабы! Мы можем теперь играть силой сопротивления как нам угодно, можем ее уменьшать, направлять ее куда пожелаем! Как птицы, штурман! Как птицы!

Он внезапно умолк, тронул пальцами лоб, блеск его глаз угас. Я понял, о чем он вспомнил: вот уже двадцать лет он видел птиц разве только по телевизору.

— Все это так, — прервал я неловкую паузу. — Но «Кон-Тики» пойдет куполом вперед, торможение и так будет максимальным. Меняя ориентацию, мы в крайнем случае его уменьшим...

— Грамотно рассуждаешь. — Взгляд его снова стал непроницаемым. — Ставишься профессионалом.

— Ну, на аэродиниках я когда-то гонялся. Еще в школе, я мечтал тогда стать космонавтом. Как-то дошел даже до полуфинала области

— Хороший спорт.

— Да. Так вот, если уменьшить сопротивление, остаточная скорость станет больше, тормозной эллипс вытянется, нас опять унесет неизвестно куда...

— А повторный вход? — напомнил Коршунов, он уже окончательно успокоился. — И что нам мешает с первого раза нырнуть поглубже, допустим, до шестидесяти? И никаких тормозных эллипсов... Нет, штурман, насчет парашютов ты явно дал маxу.

— Но куда бы мы их пристроили? — поинтересовался я. — Это тебе не стабилизаторы — приварил, протянул две

00.Сх 01.4 02.П1 03.1 04.П6 05.ИПА
06.ИП8 07.- 08. F_{x<0} 09.12 10. КИП6
11. ~~ху~~ 12. FL1 13.06 14. ~~ху~~ 15. 0/п ~~7~~
16.↑ 17. ИПД 18.× 19.ИПС 20.- 21./-
22. ~~ху~~ 23. ИПА 24.÷ 25.↑ 26. ИПВ
27.× 28.1 29.- 30.× 31. ИПО 32.×
33. F_x 34.÷ 35.1 36.8 37.0 38.×
39. ИП9 40.- 41. ПС¹ 42. ИПА 43. ИПО
44.× 45.↑ 46.↑ 47. ИПО 48.×
49. ИП7 50.- 51. ПА 52. F_{x^2} 53. ~~ху~~
54. ИПВ 55.× 56. F_{x^2} 57.+ 58. F_{y^2}
59. ИПА 60. ~~ху~~ 61. ПА 62.÷ 63. F_{xcos}
64. ИПВ 65. ИПО 66.× 67. F_{x<0} 68.72
69. ~~ху~~ 70./- 71. ~~ху~~ 72. F_o 73. ИП9
74.- 75. П9 76. F_{sin} 77. ~~ху~~ 78. ÷
79. ИПА 80.× 81. ПВ 82. F_o 83. ИП9
84. F_{cos} 85. ИПА 86.× 87. ИП7 88.+
89.÷ 90. F_{1/2} 91. ПО 92.÷ 93. ПА

таги, и все дела. Парашютная система — устройство сложное и громоздкое.

— Ты прав, Саша, — вздохнул он. — Все равно жалко. Будем по гти на месте — и снова орбита, маневрирование, причаливание... А дальше что? Осточертело все это. Атмосфера, по моему, лучше.

— Соскучился?

— Ты имеешь в виду Юпитер? — поморщился он. — На гигантах, Саша, такие фокусы не проходят. Все эти вылазки в атмосферу. Слишком они у них жесткие. Тяготение многое, градиент плотности колоссальный... Малейший промах — и ты либо ~~язнешь~~ в газе, либо вообще его ~~не~~ замечашь. Земля и Венера — дело другое. А самые мягкие оболочки — у Марса да у Титана...

Он замолчал, погрузившись в воспоминания. Конечно, в его высказываниях имелось зерно истины, но было поздно, время решений давно миновало. «Кон-Тики» шел прежним курсом, пыль по течению, кругом сияли звезды, и не было в мире силы, чтобы заставить наше суденышко свернуть с выбранного пути. А еще через несколько часов стало не до разговоров — ход событий резко ускорился, ситуация стала меняться стремительно. Спокойное океанское течение кончилось: скорость «Кон-Тики» измерялась уже километрами в секунду и непрерывно росла, Земля надвигалась, мы падали к ней, падали почти по прямой, проваливались в гравитационную воронку, в бездонный колодец ее притяжения. Если продолжить аналогию с океаном, «Кон-Тики» низвергался в чудовищный водоворот, несравнимый даже с легендарным Мальстрёмом...

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Итак, экипаж «Кон-Тики», попав в крайне тяжелую ситуацию, тем не менее продолжает свое отчаянное путешествие. Нам отставать не к лицу. В принципе перелет из точки либрации к Земле (в пренебрежении лунным тяготением) можно выполнить, например, с помощью программы «ОС-1» (условно приняв Луну за космическую станцию), однако неизбежные вычислительные ошибки на столь долгом пути будут накапливаться, и потребуется несколько коррекций траектории. Попасть надо, напомним, в «кошку яблока» — тонкий слой земной атмосферы на высоте примерно 70 км. При малейшем промахе «Кон-Тики» либо «увязнет» и уже не вернется в космическое пространство (а что в этом случае делать? — корабль не оснащен даже элементарными парашютами!), либо торможение окажется недостаточным, тогда он перейдет на слишком вытянутый эллипс, а ресурс жизнеобеспечения ограничен. Да и как проводить коррекцию, не зная эталонной орбиты? Словом, для перехода к Земле целесообразно воспользоваться гораздо более точной программой «Кеплер» (слева).

Она предназначена для численного моделирования свободного полета космических аппаратов по эллиптическим, параболическим и гиперболическим траекториям в поле тяготения небесного тела (планеты), причем угловая координата отсчитывается относительно еще одного небесного тела (луны), обращающегося вокруг первого по круговой орбите. (При расчетах межпланетных перелетов роль планеты играет Солнце, луны — какая-либо планета.) Для работы с программой «Кеплер» нужно прежде всего заслать в регистры 2—5 четыре наглядных видеосообщения о местоположении корабля в данный момент. Формируются они с помощью «сверхчисел», знакомство с которыми началось у нас в прошлом выпуске. Команды отдаются в режиме F АВТ (скобках для контроля — показания индикатора): I ВП 55 F_{x^2} (ЕГГОГ) F_{x^2} (ЗГГОГ) П3 F_{x^2} (0) ИПС ИПС ВП 6 ПС (ЕЕ) П2 КИП2 КИП2 КИП2 ИП2 ВП /-/ 1 П5 (на индикаторе сообщение «Корабль в окрестностях Земли», оно нам знакомо по № 12, 1985 г.) ИПС /-/ F10^x К7 (ЕГГОГ) ВП /-/ 11 П4 (сообщение «На полпути к Земле») ВП /-/ 1 П2 («В точке либрации») ИП3 F АВТ К7 (ЕГГОГ) ВП 95 П3 («До Земли еще далеко», с этим шифром мы прежде не сталкивались; сравните с содержанием регистра 4). Теперь нужно ввести

КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

исходные данные: (расстояние от центра планеты, м) ПА (вертикальная, точнее, радиальная скорость, м/с), ПВ (угловое расстояние от линии планета-луна, градусы; знак «минус» соответствует отставанию от луны), ПС (горизонтальная, точнее, трансверсальная скорость, м/с) ПО. В регистр 7 записывается гравитационная постоянная планеты: (радиус планеты, м) Fx^2 (ускорение силы тяжести на поверхности планеты, m/s^2) \times П7. В регистр Д — угловая скорость перемещения луны по орбите (в отличие от «Лунолета-4», здесь она задается в градусах за секунду). ИП7, затем набрать радиус орбиты луны в м (для нашей Луны 3844 ВП 5) $\div Fx^2 \div Fv^2 / 180 \times F\pi \div PD$. Если обнулить этот регистр, в результате расчетов получится обычная Кеплерова траектория — эллипс, парабола либо гипербола. Наконец, в регистр 8 вводится характерный масштаб — интервал расстояний в м, через который следует менять видеосообщения, чтобы представить себе ситуацию. Для системы Земля — Луна очень удобны 100 тыс. км: 1 ВП 8 П8. Первое сообщение будет выводиться при дальностях свыше 300, второе — в интервале 200—300, третье — 100—200 и четвертое — при дальностях менее 100 тыс. км. Переключатель Р — Г при работе с программой «Кеплер» нужно установить в положение Г.

Начинается она, как обычно, командой В/О С/П. При остановке на индикаторе загорается видеосообщение о расстоянии до планеты, переменные находятся в прежних регистрах. Проанализировав ситуацию, нужно задать время движения до следующего останова и нажать С/П. По мере приближения к планете следует уменьшать шаг: на дальностях свыше 300 тыс. км рекомендуются суточные интервалы (примерно 1 ВП 5), при появлении следующего видеосообщения нужно переходить на 8-часовые интервалы (3 ВП 4), затем на 3-часовые (1 ВП 4), наконец, при дальностях менее 100 тыс. км — часовые (3 ВП 3). При приближении к перигею интервал следует сократить по крайней мере до 1000 с. (При совершении других космических операций шаг нужно выбирать так, чтобы по рассчитанным точкам можно было построить плавную кривую. Есть и еще один способ проверки: перейдя в новую точку, задайте то же самое время, но с отрицательным знаком. Если ваш корабль вернется на прежнее место — значит, шаг выбран правильно.)

Многие читатели просят нас поместить блок-схемы программ и комментарии к ним, разъясняют «хитрые» приемы, не отраженные в инструкции к ПМК, но употребленные при их написании. Другими программами цикла займемся по окончании рейса — многие блоки в них частично или полностью совпадают. Программа же «Кеплер» — чисто счетная, блок-схемы она не требует. Вы-

ходной блок (00—15; в скобках будем указывать адреса команд) сравнивает текущее расстояние до центра планеты с хранящимся в регистре 8 масштабом и в зависимости от результатов сравнения выдает одно из находящихся в регистрах 2—5 видеосообщений. По сути, это совершенно автономная программа: она обслуживается «собственными» регистрами 1—6 и 8, не участвующими в работе счетного блока. Выходной блок можно полностью отключить, поставив в конце программы команду БП 15; на вычислениях это не отразится. Можно его организовать экономичнее, а количество выводимых сообщений довести до пяти, шести и даже семи (можно взять «напрокат» рабочий регистр 9 из счетного блока, а также «обменять» один из «выходных» регистров на регистр 7 или Д). Нетрудно заставить ПМК выводить в регистр У текущее расстояние до центра планеты или даже высоту полета (для последней операции придется в один из регистров, освободившихся при реорганизации блока, ввести радиус планеты). Словом, предоставляем читателям преобразовать данный блок по своему вкусу; можете считать это частью нашего очередного задания.

Начало счетного блока (16—41), исходя из заданного времени, приближенно определяет новую угловую координату космического корабля относительно Луны. Основная же его часть (42—93) вычисляет по известным соотношениям (законам сохранения энергии и момента количества движения, а также уравнению траектории) новые значения радиальной координаты и обеих компонент скорости. Соответствующие формулы есть в любой книжке по небесной механике или астрономике.

Любопытных, по нашему мнению, моментов в данной программе два. Во-первых, обратите внимание на фрагмент (45—47): здесь происходит «подъем» вычисленного командами (42—44) момента количества движения до регистра Т, число «цепляется» за конец стека, остается в нем до самых последних команд и неоднократно используется в вычислениях (в том числе при делении по адресам 89 и 92). При этом экономится один адресуемый регистр и довольно много ячеек программной памяти (число находится в стеке, и отпадает необходимость в командах вызова ИП).

Вторая особенность — отсутствие команды перехода в конце программы: возврат на начало происходит автоматически. Такое «кольцевание» возможно далеко не во всякой программе. Работа «Электроники Б3-34» («МК-54») характеризуется 160-шаговым циклом (к сожалению, инструкция к ПМК о нем не упоминает): если в программе нет переходов, выполняются сначала команды, записанные по адресам 00—97 (главная ветвь), затем по адресам 00—13 (короткая побочная ветвь), потом по адресам 00—47 (длинная побочная ветвь), после чего управление

вновь передается на начало главной ветви программы. Побочные ветви имеют собственную систему адресации: в короткой ветви адресам 00, 01 и т. д. соответствует 98, 99, А0... А9, В0, В1, в длинной — В2... В9, С0... С9, Д0... Д9, Е0... Е9, О... О9. Букве Е на клавиатуре соответствует стрелка вверх (ввод в стек); «пустышке», стоящей на первом месте в последней десятке адресов, соответствия нет — команды переходов по ним можно записать в программу лишь с помощью довольно «хитрых» приемов; как-нибудь мы о них расскажем. Начиная с адреса С1, в длинной побочной ветви начинается «темная зона»: коды команд, записанных по соответствующим адресам главной ветви, при переходе в режим ПРГ на индикатор не выводятся, однако в режиме счета эти команды исправно выполняются. Побочные ветви 160-шагового цикла можно использовать на практике для весьма замысловатых операций. Например, при безусловном переходе на адрес Е9 выполняются сначала действия, записанные по адресам 37—47, затем, без всякой дополнительной команды, произойдет возврат на адрес 00 главной ветви.

Применительно к программе «Кеплер» это означает следующее: после отработки главной ветви управление передается на начало короткой побочной ветви, однако затем команды переходов, записанные по адресам 08—09 и 12—13 (именно на 13-й команде заканчивается побочная ветвь!), возвращают управление на главную ветвь программы. Если бы этих команд не было, пришлось бы замкнуть программу командой В/О или БП 00 (01). Имейте это в виду при ваших модификациях выходного блока.

Из 7-й части отчета А. Перепелкина следует, что «абсолютная» метеоритная защита невозможна. Математической моделью очень надежной, но все-таки уязвимой противометеоритной системы служит довольно простая, однако не столь уж бесхитростная программа «Зашита от нападения»:

00.П0 01.ВП 02.↑ 03.П1 04.ВП 05.↑
06.ВП 07.· 08. Fx² 09.FУx 10.ИП0
11.%p

(по адресу 07 записана десятичная точка). Ваша задача — подобрать такую «метеорит» (комбинацию букв и цифр), чтобы он прошел всю программу насквозь. Каждую «атаку» начинать командой В/О С/П. Если комбинация подобрана правильно, при останове на индикаторе будет гореть она же, во всех остальных случаях — сообщение ЕГГОГ. Подходящих чисел (вернее, мантисс — порядок может быть произвольным) не так много: их можно получить из рассмотренных в последних двух номерах (№ 12 и № 1) шифров с помощью данных здесь же приемов (кстати, одно из них является промежуточным результатом последователь-

ности команд, приведенной в этом выпуске).

Для охоты на 5-м этаже нашего «числового моря», в таинственном мире ОС-оборотней (числа с порядками между 400 и 500), полезно обзавестись подходящим «водолазным снаряжением». Введите в ПМК такую, например, программу: 00.КНОП (кстати, команды К1 и К2 ничуть не хуже выполняют функции «пустой» команды, хотя в инструкции о них и не говорится) 01.И 02.ВП 03.5 04.0 05.Fx² 06.Fx² 07.Fx² 08. X 09.ПА 10.0 11. X 12.С/П. Она умножает набранное вами число на 10⁴⁰⁰, формируя «чудовище», заключает его в «клетку» — регистр А (можно использовать и любой другой) — и уничтожает все его следы в стеке. Легко видеть, что, подавая на вход различные числа с положительными порядками, мы перекрываем весь диапазон ОС-оборотней. Начнем охоту с самого «меньшего» — 10⁴⁰⁰. Команда: 1 В/О С/П. На индикаторе ноль, но оборотень в клетке! Не торопитесь выпускать его на свободу — просмотрите содержимое остальных регистров. Все спокойно, нигде ничего нет. Теперь ИПА. На индикаторе по-прежнему ноль. Охота, судя по всему, не удалась... Но не спешите с выводами — загляните в регистр С. ИПС. На индикаторе — предковиннейшее создание, «хвост оборотня» (20. 000000Е). Избавляемся от порядка: ВП 7 КНОП. Перед нами 2Е, причем двойка занимает «законное» место знака «минус». Если нажать клавишу /—/, она смениется девяткой. Проделаем операцию О ПС ИПС. На индикаторе, естественно, ноль. А что, если опять заглянуть в регистр А? ИПА ИПС. В регистре С вновь появился «хвост оборотня»!

Мы познакомились с главным свойством ОС-оборотней: при всяком их вызове в регистр Х на индикаторе появляется ноль, зато в регистр С записывается «хвост», вид которого зависит от величины оборотня. Если в качестве «клетки» использовать сам регистр С (заменить в нашей «водолазной» программе команду ПА на ПС), то при первом ИПС на индикаторе появится ноль, при втором — «хвост оборотня», а сам он безвозвратно исчезнет.

Второе важное свойство ОС-оборотней — их этаж в искаженном виде копирует структуру всего «числового океана». При вводе в нашу программу чисел от 1 до 9,999999 ВП 9 включительно в регистре С появляются «числамутанты», начинаяющиеся какой-либо цифрой на месте минуса (она на единицу больше старшей цифры введенной мантиссы; если мантисса начинается с девятки, здесь стоит просто минус) и заканчивающиеся буквой Е, затем — мутантные формы ЕГГОвов (при входных числах вплоть до 9,999999 ВП 19; вспомните «робота-бюрократа» из предыдущего выпуска — в регистре А сидел оборотень с порядком 416), ЗГГОвов (при входных числах до 9,999999 ВП 29; можете сами их иссле-

дователь на предмет отличия от обычных ЗГГОвов; процедура их «расшифровки» приводит к показательным шифрам с довольно интересными основаниями), затем знакомых уже нам диких чудовищ 4-го этажа... Но самое любопытное начинается при вводе чисел от 1 ВП 40 до 9,999999 ВП 49 — при вызове оборотня из «клетки» в регистр С записываются опять-таки оборотни (назовем их оборотнями второго порядка)! На них-то и основаны «фокусы со шляпой», знакомые по прошлому выпуску.

Образуем, например, число, равное 10⁴⁴⁰. 1 ВП 40 В/О С/П. На индикаторе ноль, но оборотень — в регистре А. ИПА. На индикаторе снова ноль, но теперь в регистр С записался оборотень второго порядка. ИПС — на индикаторе по-прежнему ноль, зато в регистре С, по идеи, записался «след». ИПС — действительно на индикаторе 00.0000ЕЕ. Это тот самый шифр, который так пригодился при формировании видеосообщений. Если снова скомандовать ИПА, в регистр С опять запишется оборотень второго порядка, и команда ИПС — при первом нажатии — выдаст на индикатор ноль...

Но главный сюрприз впереди. Оказывается, уровень оборотней второго порядка также копирует структуру всего «числового океана». При вводе в нашу программу чисел от 1 ВП 40 до 9,999999 ВП 40 команды ИПА ИПС ИПС приводят к «числам-мутантам», завершающимся ЕЕ, затем наступает очередь мутантных форм ЕГГОвов, ЗГГОвов («расшифровка» последних, кстати, приводит к показательным шифрам с ЕЕ в левой части), затем чудовищ 4-го этажа, а потом... мы вновь сталкиваемся с ОС-оборотнями, и это раз уже третьего порядка!

Их «экологическая ниша» — это узкая щель между 10⁴⁴⁴ и 10⁴⁴⁵ (на вход нашей программы, стало быть, для их формирования нужно подавать числа от 1 ВП 44 до 9,999999 ВП 44). «След» оборотня третьего порядка представляет собой «число-мутант», завершающееся комбинацией ЕЕЕ (к счастью, дальнейшего копирования структуры нашего «океана» не происходит, иначе нам пришлось бы заниматься ОС-оборотнями до бесконечности) и появляющееся на индикаторе лишь после третьей команды ИПС. Пример: 1 ВП 44 В/О С/П (0) ИПА (0) ИПС (0) ИПС (0) ИПС (на индикаторе мантисса 0.0000EEE и порядок 10).

Но пора и остановиться. Дальнейшее увеличение вводимых в программу чисел переносит нас в искаженные ОС-оборотнями миры еще незнакомым нам глубоководным созданий, в первую очередь Тьмы, встреча с которой небезопасна (индикатор гаснет, и приходится временно отключать ПМК) и охотой на которую мы займемся в следующем выпуске. Отметим, что применение ОС-оборотней в игровых программах довольно перспективно: их можно использовать для получения раз-

личных наглядных шифров, временного либо постоянного зануления регистра С, а также в некоторых других целях.

Наконец, наше очередное задание.

1. Совершить перелет из точки либрации к Земле по эллиптической орбите с высотой в перигее 70±1 км (этому соответствует ИПА=6441000). Программа «Кеплер», комплект исходных данных: О ПС ПВ 1 ВП 8 ПВ 6371 ВП 3 Fx² 9,81 X П7, регистр Д заполнить согласно инструкции. В регистр А нужно занести разность радиуса лунной орбиты и расстояния от точки либрации до центра Луны. У тех, кто выполнил предыдущее задание, оно получилось (в принятой приближенной модели) чуть больше 61,5 тыс. км. Давайте для определенности и остановимся на этом значении: 3229 ВП 5 ПА. Начальную горизонтальную, точнее, трансверсальную скорость (регистр 0) нужно подобрать самостоятельно, чтобы корабль прошел на заданной высоте над Землей. Тем, кого не устраивает довольно-таки нудная процедура определения начальной скорости методом «научного тыка», рекомендуем одну из тех простых формул, которыми руководствуется М. Коршунов. Она приведена на последней странице обложки «ТМ» № 8 за 1985 год (того самого номера, где начался «Путь к Земле»). Вместо радиуса Солнца нужно подставить в нее требуемое расстояние от центра Земли в перигее (6441 ВП 3), в качестве радиуса орбиты использовать содержимое регистра А, наконец, величину круговой скорости для района точки либрации рассчитать как обычно: ИП7 ИПА ÷ F_V.

2. Используя отрицательный шаг по времени, вернуться по траектории на высоту порядка 200 км и зафиксировать свои координаты и скорости: они понадобятся для входа в атмосферу.

3. Определить необходимое приращение скорости для ухода из точки либрации на траекторию полета к Земле (точка либрации перемещается вместе с Луной; ее скорость — в начале работы с программой — рассчитывается по формуле ИПД ИПА X 180 ÷ F_PX). Оценить количество топлива, ушедшее у вас на маневр, и сообщить остаток.

Рейс «Кон-Тики» близится к завершению (хотя исход его до сих пор не ясен). Просим излагать в своих письмах соображения относительно будущей направленности рубрики. За время полета в портфеле редакции накопилось немало (к сожалению, впрочем, и не особенно много) интересных игровых программ инженерно-физического, математического, экономического, экологического плана. Имеется также возможность побывать в окрестностях различных экзотических объектов («черные дыры», нейтронные звезды и т. д.), воспользовавшись не менее экзотическими транспортными средствами.

Словом, просим высказывать свои пожелания.

Михаил ПУХОВ

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

Продолжение. Начало см. «ТМ» № 8—12 за 1985 г. и № 1—2 за 1986 г.

8. РАЗБУДИ В АПОГЕЕ!

Коршунов включил двигатель на двухстах километрах.

Это было намечено заранее. Орбита, получающаяся после прохождения атмосферы — так называемый тормозной эллипс, — необычайно чувствительна к самым небольшим изменениям скорости входа. Для малых судов, вроде нашего, важен и другой фактор: масса корабля из-за расхода топлива заметно уменьшается, и он потом тормозится сильнее. «Бывает выгоднее просто слить топливо, — рассказывал Коршунов, — чем тормозить движком. Так иногда делают».

Надо учитывать, что атмосфера «дышит», ее плотность меняется в зависимости от времени суток и солнечной активности. Если корабль идет в атмосферу для посадки, это неважно: все маневры сдвигаются по высоте на несколько километров, и только. Но когда он, подобно «Кон-Тики», лишь задевает воздушную оболочку и снова уходит в космос, точная атмосферная сводка на данный момент столь же необходима, как прогноз погоды для авиаторов. Вот почему такие сводки — неотъемлемая часть космического радиовещания. «Главное — не увязнуть, — комментировал Коршунов нашу задачу. — «Кон-Тики» нельзя оставаться в атмосфере больше пяти минут. В баках тонна топлива, если жар подберется к нему, то конец».

«Кон-Тики» стремительно приближался к финишу. Заключительный отрезок пути — от геосинхронной орбиты до атмосферы — занял у нас около трех часов. Солнце все время пытало впереди, постепенно отодвигаясь от сверкающего края быстро растущего диска Земли. До планеты оставались считанные тысячи километров, когда траектория — скорость достигла уже десяти километров в секунду — начала выворачиваться параллельно горизонту. А за две минуты до перигея, на высоте 200 км, Коршунов спокойно развернул «Кон-Тики» днищем вперед и включил двигатель на десяток секунд; топлива на маневр ушло килограммов сто пятьдесят. Когда вес исчез, Коршунов возвратил «Кон-Тики» в прежнее положение. Мы лежали, нагло привязанные к креслам, смотрели вперед и ждали. Бесконечное море блестящих облаков мчалось на встречу, в разрывах синел океан. Мы словно летели на высотном авиалайнере, практически горизонтально, но все-таки опускались — все медленнее и медленнее. А когда «Кон-Тики» пересек 80-километровую отметку, начались погрузки.

Это продолжалось, как позже выяснилось, около двух минут. Сначала слабые, но быстро растущие, они рвали нас из кресел. Мы висели на ремнях над жаропрочным иллюминатором купола, ремни резали тело, перегрузка превысила единицу, потом двойку, «Кон-Тики» прессовал своей скоростью бесплотный воздух, тот накалялся, пыпал, светился багровым цветом... Не помню, о чем я думал в эти секунды. Перегрузка достигла трех и начала падать. Мы были ниже семидесяти, но уже поднимались. Атмосфера отбрасывала у нашего кораблика часть скорости и теперь неохотно выпускала его из огненного плена... Потом снова стало легко.

— Высота? — деловито осведомился Коршунов, напоминая мне о моих штурманских обязанностях.

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Я бросил взгляд на приборы.

— Восемьдесят!

— Скорость?

— Восемь с половиной?

— Отлично! — проговорил он, расстегивая ремни. — Мы сделали это. Саша, мы это сделали! Апогей будет у нас примерно две тысячи, как раз на орбите «Коперника». Полтонны топлива — и мы цепляемся за орбиту, остается еще столько же на маневрирование! Отлично, штурман, просто отлично!

Он искренне радовался, будто до последнего момента не был убежден, что все закончится столь успешно. На что тогда он рассчитывал? Однако спрашивать я не стал.

Коршунов поднялся из кресла, посмотрел вперед Облака, до которых только что было рукой подать, быстро уходили вниз. На горизонте лежала тень — Солнце осталось сзади, мы приближались к линии терминатора.

Я посмотрел на своего командира. Лицо его выглядело смертельно усталым.

— Последний раз я проделывал такую штуку на Титане, в системе Сатурна, — сказал он. — Лет десять назад. Но там это проще, Саша. Скорости не те, да и атмосфера помяче.

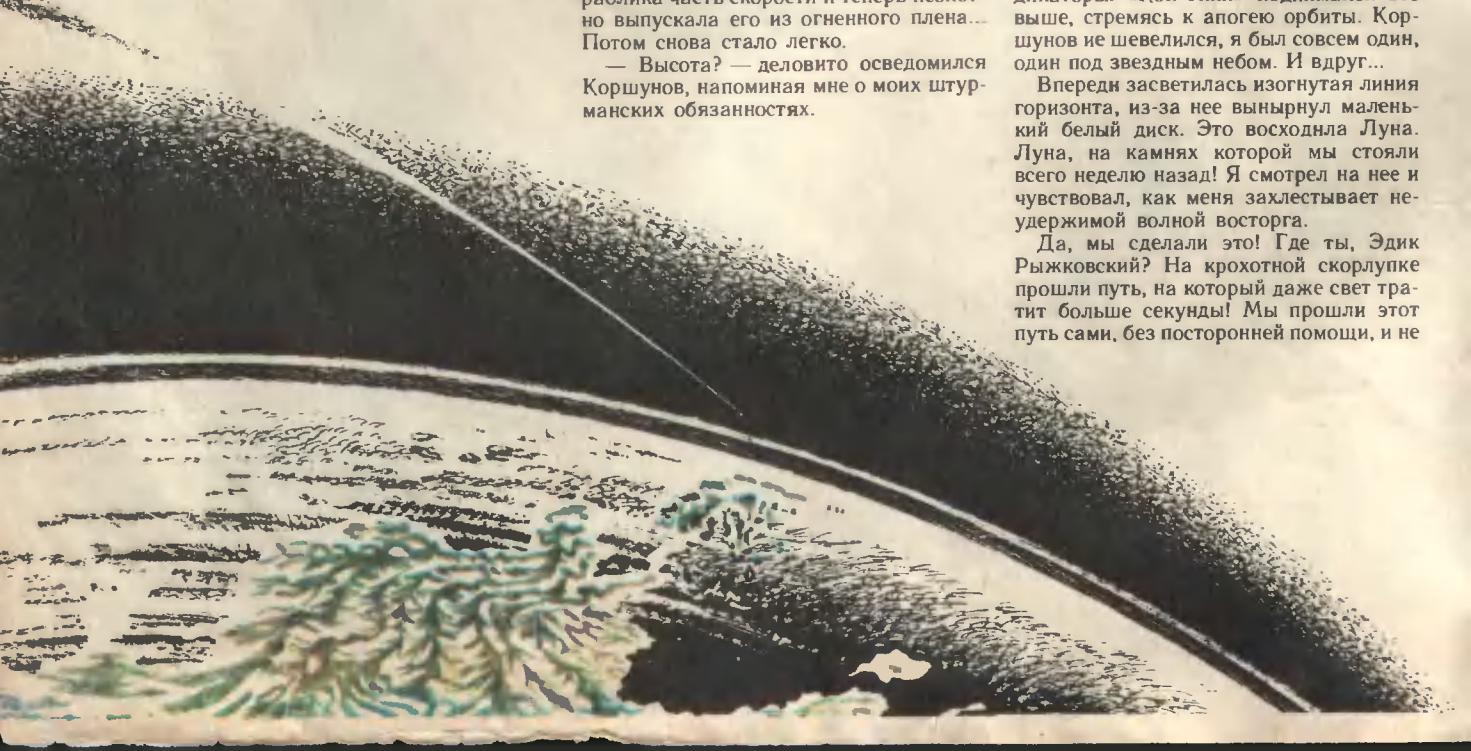
Он вновь опустился в кресло, прикрыл глаза.

— Вздремну часок, что-то устал. Разбуди меня в апогее, штурман...

И он в самом деле заснул! Солнце позади нас опустилось за горизонт, «Кон-Тики» — впервые за несколько суток — окутал мрак. В небе зажглись звезды. Это была ночь, настоящая земная ночь, теплая, мягкая, человеческая! Подо мной, в нескольких сотнях километров, мирно спали люди. Небяко мерцали индикаторы. «Кон-Тики» поднимался все выше, стремясь к апогею орбиты. Коршунов ие шевелился, я был совсем один, один под звездным небом. И вдруг...

Впереди засветилась изогнутая линия горизонта, из-за нее вынырнул маленький белый диск. Это восходила Луна. Луна, на камнях которой мы стояли всего неделю назад! Я смотрел на нее и чувствовал, как меня захлестывает неудержимой волной восторга.

Да, мы сделали это! Где ты, Эдик Рыжковский? На крохотной скорлупке прошли путь, на который даже свет тратит больше секунды! Мы прошли этот путь сами, без посторонней помощи, и не



свернули даже после «Лагранжа», когда никто в мире не упрекнул бы нас за малодушие! «С берегов им кричали: — Вернитесь, друзья! — Но вперед они мчались, в чужие края — в решете по крутым волнам!»...

Я не замечал, как течет время. Луна поднималась все выше, она притягивала взгляд. Там остался Центр Королева, там шла по орбите станция «ЮГ», там, в точке либрации, уже работали ремонтные бригады, восстанавливая «Лагранж»... Все это было перед моими глазами, но я ничего не видел, слишком удалико. Но мы, мы-то были там так недавно!

Я посмотрел на приборы. Высота — около двух тысяч, вертикальная скорость уменьшилась почти до нуля, до апогея остались считанные минуты. Я перевел взгляд на командира «Кон-Тики». Его лицо, озаренное лунным светом, было безмятежно спокойным. Мне стало жалко его будить. Да и на-до ли?

Его действия при последнем маневре стояли у меня перед глазами. Я положил пальцы на клавиатуру. Осторожнее — чтобы не потревожить Коршунова — развернул «Кон-Тики» днищем перед. Луна исчезла из поля зрения, свело стало темно. Я включил двигатель, тот запел. Вновь появился вес — нормальная тяжесть, форсировать ремя я не собирался. На душе было растяно и легко...

Не знаю, сколько это продолжалось — верное, не больше минуты. Чей-то звук буквально потряс кабину, чья-то рука отшвырнула меня от пульта... Когда я очнулся, двигатель грохотал, кабину озарял яркий лунный свет, хищный профиль Лунного Коршуна нависал над пультом управления... Потом двигатель «Кон-Тики» захрипел и умолк, умолк навсегда.

Я был убит. Внутри — пустота, я уже знал: моя ошибка непоправима. Я включил двигатель в апогее; чтобы перейти на круговую орбиту, нужно было увеличить скорость судна на несколько сот метров в секунду. Я же сделал наоборот... Торможение, торможение — последние часы мы говорили только о торможении... Коршунов вновь увеличил скорость, но мы остались на эллипсе. Если перегиб лежит за пределами атмосферы, тогда еще есть надежда. Если же нет...

Коршунов молча изучал показания приборов. Лицо его было непроницаемым.

— Тыма, Саша, — проговорил он тихо. — Помнишь, что я тебе рассказывал? Перигей будет там же, на тех же сединесяти. Это Тыма, штурман...

Словно споря с его словами, кабину затопили яростные потоки света — над горизонтом взошло Солнце. Впереди сверкали бесконечные поля облаков. Мы вновь падали в небо Земли — но топлива в баках не было, и не было в мире силы, способной остановить это падение!..

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Скажем без обиняков — ситуация заставляет вспомнить известную поговорку: «Если все идет хорошо, значит, вы чего-то не заметили». Под смертельной угрозой оказались не только цель полета, но и жизни его участников... Однако отступать поздно и некуда. Для повторения столь блестательно начатой и так нелепо завершившейся операции (предварительное торможение, вход в атмосферу на второй космической скорости, аэродинамический маневр, переход на тормозной эллипс и маневрирование в апогее) предлагаем вашему вниманию программу «Атмосфера-1».

00.Сх 01.ИПА 02.+ 03.ПА 04.ИП7 05.-
06.Fx<о 07.13 08.ИПВ 09./-/ 10.÷
11.БП 12.56 13.% 14.П8 15.П2 16.÷
17.ИП6 18.× 19.ИПВ 20.Fx² 21.ИП0
22. Fx² 23.+ 24.П9 25.÷ 26.ИП7
27.ИПА 28.- 29.ИП3 30.÷ 31.9 32.+
33. Fx<о 34.36 35.Сх 36.9 37.-
38. F10^x 39.ИП1 40.× 41.- 42.ИПД
43. ИП8 44.- 45. Fx>о 46.00 47.ПД
48.ИП5 49.+ 50.÷ 51.ИП9 52.FГ
53.× 54.П9 55.ИП2 56.ИП9 57.ИПВ
58.ИПА 59.÷ 60.- 61.ИП0 62.× 63.×
64.ИП0 65.+ 66.П0 67.ПП 68.92
69.ИПА 70.÷ 71. F_{accin} 72.ИПС 73.+
74.ПС 75. F_o 76.ИП0 77. Fx² 78.ИП4
79.ИПА 80.÷ 81.- 82.ИПА 83.÷
84.ИП9 85.ИПВ 86.× 87.+ 88.×
89.ИПВ 90.+ 91.ПВ 92.FBx 93.+
94.× 95.2 96.÷ 97.%

Она предназначена для численного моделирования различных маневров космических аппаратов (взлет, выход на круговые и эллиптические орбиты, баллистический полет в атмосфере, снижение на парашютах, посадка) в непосредственных окрестностях планет, окруженных газовыми оболочками. Исходные данные частично совпадают с теми, что использовались в предыдущих программах: (текущее расстояние от центра планеты, м) ПА (вертикальная скорость, м/с) ПВ (угловое расстояние от какой-либо опорной точки, градусы) ПС (горизонтальная скорость, м/с) П0 (текущий запас топлива, кг)

ПД (гравитационная постоянная планеты, m^3/s^2) П4 (масса корабля без топлива, кг) П5 (скорость истечения продуктов сгорания, м/с) П6 (радиус планеты, м) П7. В регистр 3 засыпается характерный масштаб атмосферы — высота (м), на которой плотность уменьшается в десять раз (предполагается, что она меняется по экспоненте). Наконец в регистр 1 вводится половина произведения плотности воздуха на нулевой высоте (kg/m^3) на площадь сопротивления космического аппарата (m^2). Последняя равна, в свою очередь, произведению площади миделевого сечения аппарата на коэффициент сопротивления. Судя по данным отчета А. Перепелкина, состоянию атмосферы в момент финиша соответствовало 17500 ПЗ; плотность воздуха на уровне моря составляет примерно 1,3 kg/m^3 , площадь же сопротивления «Кон-Тики» при обдувании со стороны купола, если верить имеющимся в распоряжении редакции эскизам, была несколько меньше 10 m^2 , так что в качестве достаточно хорошего приближения можно принять 5 П1.

Работа с программой «Атмосфера-1» начинается, как обычно, командой В/О С/П. При останове на индикаторе светится текущая высота полета в м, переменные хранятся в «своих» регистрах. Двигатель в данной программе ориентирован строго по вектору скорости (начальная скорость поэтому должна задаваться отличной от нуля); при его включении скорость увеличивается или уменьшается, но направления не меняет. Маневр задается командой: (расход топлива, кг) ПП (время, с) С/П (это соответствует разгону аппарата; для торможения перед С/П следует скомандовать ПП /-/). Если команда подана с превышением наличного запаса топлива, она, как всегда, блокируется. На внеатмосферном участке траектории не следует задавать время маневра больше 200 с; при полете в атмосфере, в условиях заметного аэродинамического торможения, целесообразно остановиться на значении 10 с. Посадка производится так же, как и при работе с программой «Лунолет-3». Переключатель Р-Г устанавливается в положение Г.

Программа «Атмосфера-1» позволяет и моделировать спуск космического аппарата из парашютах. Парашютная система действует при снижении скорости до 100—200 м/с; для этого достаточно, не меняя прочих параметров, увеличить площадь сопротивления (то есть содержимое регистра 1) в 10—1000 раз. Шаг по времени в момент раскрытия парашютов необходимо уменьшить до нескольких десятых долей секунды; рекомендуется также поэтапное увеличение площади сопротивления — это соответствует действованию сначала тормозного парашюта, затем основных.

Структурно программа «Атмосфера-1» похожа на предыдущие. По адресам 04—07 производится вычисление текущей высоты полета и сравнение ее

с нулем. Если высота положительна, то управление передается на адрес 13 (останов для ввода очередного маневра), если же отрицательна, то вступает в действие «посадочный блок» (08—12). Он организован точно так же, как в программах «Лунолет-3», «Маскон» и «ОС-1»: отрицательная высота делится на вертикальную скорость (которая при посадке, как правило, тоже отрицательна), знак перед получившимся числом меняется на противоположный, после чего оно используется в качестве временного очередного маневра с прежним ускорением. Легко видеть, что если последнее равно нулю или отрицательно (вертикальная скорость по мере приближения к поверхности постоянна либо увеличивается), то при повторении этой процедуры несколько раз ваш корабль вернется на нулевую высоту, а его скорость окажется такой же, как и в момент контакта с поверхностью (отметим, что при расчете высоты попутно происходит ее округление — до десятых долей метра, если радиус планеты измеряется тысячами километров). Если же вертикальное ускорение положительно (скорость корабля при снижении убывает), то посадочный блок «подбросит» аппарат на некую положительную высоту и, таким образом, своей задачи не выполнит (на это указывает в своем письме в редакцию москвич С. Вардин). Во избежание недоразумений лучше всего садиться с выключенным двигателем либо на малой тяге — более точный посадочный блок попросту не умеется ни в программу «Атмосфера-1», ни в «Лунолет-3» и «ОС-1».

При нормальном задании маневра расход записывается в регистр 8, время — в регистр 2, регистр 9 используется как рабочий, для временного хранения промежуточных результатов вычислений. Команды 16—54 рассчитывают сумму реактивного ускорения и аэродинамического торможения, затем к ним добавляются центробежное и кориолисово ускорение, после чего вычисляются новые значения координат и компонент скорости. Фрагмент (31—37) введен из-за несовершенства процедуры, с помощью которой ПМК вычисляет функцию 10^* : при отрицательных аргументах, превышающих по модулю 99, «Электроника» выдает вместо нуля сообщение ЕГГОГ. Рассматриваемый фрагмент устраняет эту неприятность, задавая на высотах свыше 150 км (для Земли) постоянную плотность, равную одной миллиардной доле плотности на нулевой высоте.

Из-за перегруженности счетного блока для преобразования радианов в градусы вместо применявшейся раньше точной последовательности $180 \times F_{\text{ст}} / (6 \text{ команд})$ используется приближенная формула (71); она справедлива лишь при довольно малых (не более $10-20^\circ$) угловых перемещениях космического аппарата; по этой причине ограничения на шаг по времени не снимаются даже при полете по круговой орбите.

Концовка программы «Атмосфера-1»

(92—97) одновременно используется в качестве подпрограммы (вызов 67—68); этот прием использовался и прежде. Время маневра, введенное в стек командой по адресу 55, переводится время последующими командами (56—58) в регистр T, «цепляется» за конец стека и неоднократно используется в вычислениях (при умножении по адресам 63, 88 и дважды 94). Таким образом, экономится несколько ячеек программной памяти, отпадает необходимость записывать время в посадочном блоке.

ОХОТА НА ИНОПЛАНЕТНЫХ ЧУДОВИЩ (3)

Самым, пожалуй, непрятным обитателем глубин нашего «числового океана» (см. предыдущие выпуски) является Тьма — при любом контакте с ней индикатор гаснет. Основные владения Тьмы располагаются между порядками 500 и 600 (таким образом, всякое число от 1 ВП 500 до 9,999999 ВП 599 — это Тьма). Для первого знакомства с ней можно в режиме АВТ набрать на клавиатуре такую, например, последовательность команд: 1 ВП 70 Fx² (ЕГГОГ) Fx² (ЗГГОГ) Fx². Индикатор гаснет — наши действия привели к числу 10^{560} , а это, конечно же, Тьма. Легко убедиться, что ПМК не отзывается теперь ни на один приказ с пульта. Однако если его выключить на несколько секунд, а затем включить снова, он будет работать как ни в чем не бывало.

Чтобы упратить Тьму в «клетку» (адресуемый регистр), можно воспользоваться простой программой: 00.Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.ПА 04.Cx 05.C/П. Команда: F АВТ В/О 1 ВП 70 C/П. После останова на индикаторе горит ноль, но в регистре А сидит Тьма! Если вы рискнете и выпустите ее оттуда (ИПА), то индикатор погаснет, придется отключить калькулятор и вводить программу снова.

Как вы помните, для количественного анализа чудовищ 4-го этажа использовался ЗГГОГ из регистра 9. Однако для расшифровки как ОС-оборотней, так и Тьмы такой анализатор непригоден. Чтобы дешифровать Тьму (да и любые другие «суперчисла»), полезен логарифмический анализатор: 00.Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.FIG 04.1 05.0 06.0 07.0 08.—09.—/ 10.П9 11.КИП9 12.ХУ 13.ИП9 14.— 15.FBx 16.ХУ 17.F10* 18.С/П (стрелки в командах ХУ по техническим соображениям опущены). Программа логарифмирует сформированное командами (00—02) «чудовище» и вычисляет его мантиссу и порядок, так что после останова в регистре X оказывается мантисса (с небольшой ошибкой в последних десятичных знаках), в регистре У — порядок. Обратите внимание на фрагмент (04—09) — вычисляемый логарифм числа вычитается из тысячи; легко убедиться, что такая коррекция необходима при логарифмировании всех «сверхчисел», вплоть до Нуля (то есть по 9,999999 ВП 799 включительно). Фрагмент (10—13) исполь-

зует для выделения целой части числа команду косвенного вызова; как справедливо указывают в своих письмах Д. Кайков из Белгорода и другие читатели, это наиболее простой путь выполнения такой операции на «Электронике Б3-34» (в новых моделях ПМК для нее предусмотрена специальная команда).

Испробуем наш анализатор на Тьме: В/О 1 ВП 70 С/П. После возведения в восьмую степень должно, очевидно, получиться число 10^{560} . На индикаторе зажигается приближенное значение мантиссы (1,0002303), в регистре У оказывается совершенно правильная величина порядка (560).

Можно ли вызвать Тьму в регистр X? Казалось бы, странный вопрос... Но введите в ПМК программу: 00.Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.K7 (подойдет и любая другая «неправильная» команда, начинаящаяся с K). Перейдите в режим АВТ и скомандуйте: В/О 1 ВП 70 С/П. На индикаторе загорается сообщение ЕГГОГ (результат «неправильной» команды), но под ним скрывается Тьма — если отдать сейчас одну из команд КНОП, K1, K2, стрелка вверх (ввод в стек) или F АВТ, индикатор погаснет. Тьма, «замаскированная» сообщением ЕГГОГ, находится в регистре X, и с нею можно обращаться как с любым «нормальным» числом — умножить на что-нибудь, разделить, прологарифмировать вручную, используя приведенную выше процедуру... А что, если попробовать вычислить число, обратное Тьме? Команда: F 1/x. На индикаторе — ноль. Казалось бы, ничего удивительного — что же еще могло получиться в результате такой операции? Однако не будем спешить с выводами, заглянем в регистр С. ИПС ИПС. На индикаторе — знакомый по прошлому выпуску «хвост» (00,0000EE) оборотня, равного 10^{440} . Итак, разделив единицу на 10^{560} , мы получили 10^{-120} , впрочем, если вспомнить, что наш «числовой океан» характеризуется периодом в 1000 по величине порядков, в этом опять-таки нет ничего удивительного: единица в «арифметике» ПМК тождественно равна 10^{1000} (вспомните коррекцию логарифма, о которой только что шла речь). Отсюда следует важный вывод: числа, обратные Тьме, это ОС-оборотни; следовательно, числа, обратные ОС-оборотням, — это Тьма; значит, во избежание неприятностей не стоит производить над ОС-оборотнями такой операции... Кроме того, возникает подозрение, что в наш «числовой океан» можно проникнуть и с «черного хода» — через числа с отрицательными порядками; забегая вперед, укажем, что это действительно так.

Кроме своего «законного» этажа, Тьма занимает и две «ниши» в мире ОС-оборотней: от 1 ВП 450 до 9,999999 ВП 469 (оборотни первого порядка) и от 1 ВП 445 до 9,999999 ВП 446 (оборотни второго порядка); легко видеть, что в этих мирах Тьма «оккупирует» еще и соседний этаж, где, по идеи, долж-

были бы располагаться С-ЕГГОГ-оборотни (числа с порядками между 600 и 700), с которыми мы познакомимся в следующем выпуске. Отдайте, например, такую команду (в ПМК введена последняя из приведенных программ, завершающаяся К7): В/О 1 ВП 58 С/П. На индикаторе — сообщение ЕГГОГ, под ним скрывается ОС-оборотень, равный 10^{64} . Нажмите КНОП, на индикаторе ноль. ИПС — индикатор гаснет, Тьма...

Казалось бы, Тьму можно использовать лишь в электронных играх со «смертельным исходом»: записав ее в регистр, нетрудно добиться того, чтобы при ошибке со стороны играющего пришлось бы вводить программу заново. Однако это далеко не так, практические применения Тьмы гораздо шире. Они связаны с «тайными адресами» программной памяти «Электроники».

В прошлом выпуске рассказывалось о 160-шаговом цикле, которым характеризуется работа ПМК. В этот цикл входят все адреса, заканчивающиеся на какую-либо цифру. А куда передается управление при команде перехода на адрес, завершающийся буквенным символом?

Отдайте в режиме АВТ, например, команду БП ОА и посмотрите, куда передалось управление. F ПРГ. Знакомая картина, индикатор гаснет, мы столкнулись с Тьмой... Отключите «Электронику» на несколько секунд, включите ее снова и повторите эксперимент: БП ОА. Только теперь перед F ПРГ нажмите ШГ влево и ШГ вправо. Казалось бы, что не должно измениться... F ПРГ. Справа горит 10, следовательно, управление передалось на этот адрес! Таким образом, «явному» адресу 10 соответствует «тайный» адрес ОА; самое важное — при работе по программе команды переходов по нему дают совершенно тождественные результаты.

«Тайные» двойники есть у многих адресов главной и побочных ветвей 160-шагового цикла. Адресу 11 соответствует ОВ, 12—ОС, 13—ОД, 14—ОЕ, 20—1А, 21—1В и так далее (рекомендуем составить для себя таблицу «тайных» и «явных» адресов всех ветвей 160-шагового цикла). Это позволяет, в частности, использовать хранящиеся в регистрах буквенные сообщения в качестве адресов перехода при косвенной адресации. (Несколько слов о косвенных обращениях вообще: в регистры ПМК можно записывать не только числа, с которыми нужно работать, но и номера регистров, с содержимым которых мы собираемся что-то делать, или адреса переходов.)

Сформируйте, например, символ Е и зашлите его в регистры 9 и 0:1 К7 ЕГГОГ) ВП П9 П0. Отдайте теперь команду К БП 9. Управление должно перейти на адрес, хранящийся в регистре 9, а там у нас находится символ Е! Куда перейдет управление? Логично предположить, что на «тайный» адрес ОЕ, которому, как мы уже знаем, соответствует «явный» адрес 14 основной

ветви программы. Действительно, если сделать ШГ влево, ШГ вправо, F ПРГ, убедимся, что это так. А что произойдет при команде К БП 0? Адрес, хранящийся в регистре 0, модифицируется (умножится на единичку), и управление передаст на модифицированный адрес. Легко убедиться, что «модификация» в данном случае — это преобразование символа Е в Г, а управление передается на «тайный» адрес ОД, которому соответствует «явный» 13... (К слову сказать, буквенные символы могут использоваться и при командах косвенного вызова и косвенной записи. Если сейчас, например, отдать команду КИПО, Г преобразуется в L, а на индикаторе появится содержимое регистра В.)

«Тайные» адреса, как и «явные», можно использовать и в качестве кодов команд. Читатели А. Морев из Устинова, М. Точин из Вологды и другие обратили, например, внимание на блок выдачи видеосообщений в программе «Лунолет-3» (*TM № 9 за 1985 год*): $60.Fx < 0 \quad 61.61 \quad 62.Fx \geq 0 \quad 63.63 \quad 64.C/P$. Как он работает? «Мой внук Артем Горин, ученик пятого класса, утверждает, что здесь используется то обстоятельство, что коды операций ИП1 и ИП3 совпадают с адресацией соответствующих условных переходов», — пишет читатель Е. Григорьев из Москвы. Что ж, Артем совершенно прав. Находящееся в регистре X число сравнивается с нулем и, если условие по адресу 60 не выполняется, управление вторично передается на адрес 61. Эта комбинация цифр воспринимается теперь как код команды ИП1, и вызывается одно из двух видеосообщений. Оно, в свою очередь, сравнивается с нулем, благополучно проходит эту проверку (оба видеосообщения воспринимаются как положительные числа), и управление передается на команду останова С/П. Если же входное число меньше нуля, то оно переправляется на вторую проверку, естественно, не выдерживает ее, управление передается на адрес 63, эта комбинация воспринимается как код команды ИП3, вызывается второе сообщение и происходит программный останов. В результате экономятся две ячейки программной памяти: оба адреса перехода служат одновременно и командами вызова. Достаточно очевидно, что наличие «тайных» адресов расширяет возможности использования рассмотренного приема.

Как видим, охота на Тьму завершилась успешно: трофеи взяты немалые. Займемся очередным заданием — повторить маневры «Кон-Тики» в окрестностях Земли. Программа «Атмосфера-1», комплект исходных данных: 2200 П5 3660 П6 6371 ВП 3 П7 $Fx^2 \cdot 9,81 \times P4 \cdot 5 \cdot P1 \cdot 17500$ П3, регистры А, В, С, Д, 0 заполнить в соответствии с результатами выполнения предыдущего задания. Комбинируя ракето- и аэродинамическое торможение, обеспечить переход корабля на тормозной эллипс с апогеем 2000 км, после чего



отработать оба варианта: 1) выполнить планировавшуюся операцию (выход на круговую орбиту высотой 2000 км) и 2) подготовиться к повторному входу в атмосферу по эллипсу с высотой в перигее 70 км (из-за вычислительных ошибок орбита, если оставить все как есть, пройдет в перигее вне атмосферы). Зафиксировать свои координаты и скорости на высоте 100 км и ждать следующего — судя по всему, последнего — выпуска. Посмотреть, как мог выглядеть финиш «Кон-Тики», если бы А. Перепелкин в свое время включил в заявку требование на счет парашютов.

Михаил ПУХОВ

ПУТЬ К ЗЕМЛЕ

Окончание. Начало см. «ТМ» № 8—12
за 1985 г. и № 1—3 за 1986 г.

9. SOS ПОСЛЕ ФИНИША

— Здесь станция «Коперник», — поворил голос из динамика. — Станция «Коперник» к лунолету «Кон-Тики». Подтвердите заход на причаливание в восемнадцать ноль-ноль условного орбитального времени. — Последовала пауза, затем голос добавил уже другим тоном: — Телевидение беспокоится...

Коршунов зарычал и обрушил кулак на динамик. Тот умолк. До входа в атмосферу оставалось минут пять, не больше. Все было как тогда, в первый раз: бесконечные сверкающие поля облаков, в провалах — голубизна океана... Только теперь в баках «Кон-Тики» топлива не было; не было и самих баков, и не было двигателя — все это хозяйство, отстрелянное полчаса назад, шло сейчас по собственной, отличной от нашей траектории, чтобы спустя не-

сколько минут вспыхнуть падающей звездой в небе Земли...

Не было ни паники, ни упреков. «Это стандартная машина, штурман, — сказал Коршунов. — Днище кабины отделено от двигательного отсека толстым слоем теплозащиты. Будем надеяться, на торможение ее хватит. А если прогар — так это мгновенно, ты знаешь...»

«А потом?» — спросил я. «Если не будет прогара в самом начале, — сказал он, — останется одна опасность — посыпаться в самом конце. Не будем об этом думать. Там, в перигее, океан. Наша задача — выйти в горизонтальный полет на нулевой высоте и на минимальной скорости. Это наш шанс...»

Потом последовал отстрел двигательного отсека. Мы молча наблюдали, как блестящий барабан, медленно кувыркаясь, уходит в черноту космоса. Я четко себе представлял, хотя не мог этого видеть, как преобразился сейчас «Кон-Тики» — стал вдвое ниже, превратился в прилюстненный диск, увенчанный сзади хвостовым оперением. Да, оно пригодилось. Корабль походил сейчас на бескрылый маленький самолет. Толь-

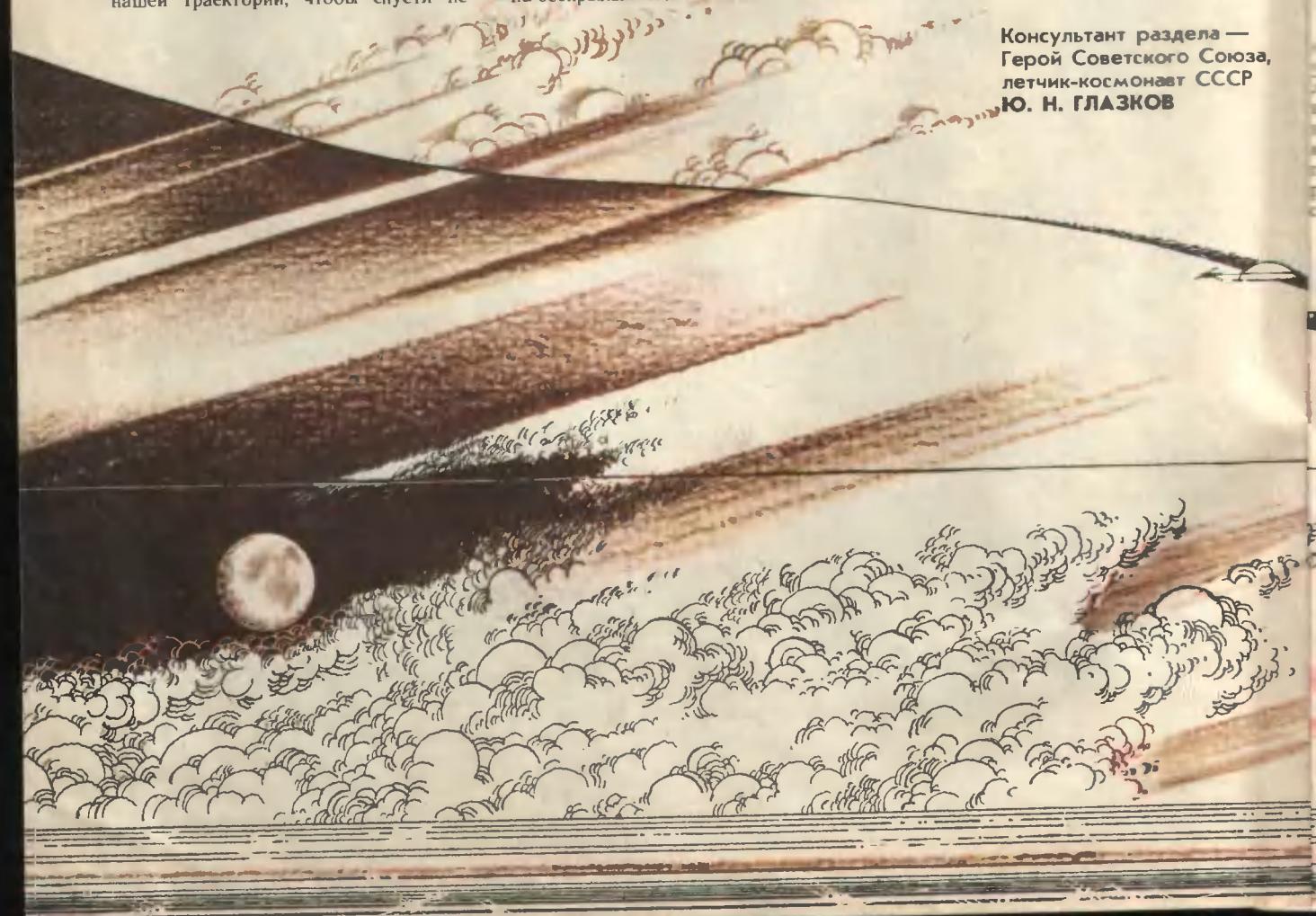
ко скорость его была на два порядка больше...

Облака надвигались, пора было разворачивать «Кон-Тики» лицом вперед, но Коршунов медлил, молча глядя на простирающийся перед нами пейзаж. «В последний раз», — сказал я себе мысленно, но сам себе не поверил. Нет, это невероятно. Герои Жюля Верна и Герberта Уэллса уже прошли по этому пути, а когда это было?! «Как птицы, штурман, как птицы!» — вспомнил я. Нет, мы еще поборемся!

Коршунов развернул «Кон-Тики» на высоте сто километров. Индикаторы ориентации сработали четко. К счастью, они располагались на основании кабины, ие были связаны с двигателем отсеком. Теперь мы не видели ничего, кроме звездного неба: лежали в креслах — голова вниз, ноги вверх — и ждали. Прошла минута — мы уже снизились до 80 км, приближаясь к перигею орбиты. Внезапно я почувствовал под собой кресло. Атмосфера тормозила «Кон-Тики» все сильнее и сильнее — еще минута, и я ощущал уже нормальную земную тяжесть.

— Высота? — спросил Коршунов.
— Семьдесят!
— Скорость?
— Восемь!
— Скорость спуска?
— Сто метров!
— Сейчас начнется! — прокричал он. — Держись, штурман!
Предупреждать меня не было нужды.

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

Перегрузка увеличивалась. Двигатели ориентации удерживали «Кон-Тики» строго перпендикулярно потоку. Я не отрывал взгляда от альтиметра. Высота 65 км, скорость 7 км/с, скорость спуска — по-прежнему 100 м/с. Перегрузка достигла полутора единиц и продолжала расти. Еще полминуты. Высота 60, перегрузка стала трехкратной, скорость уменьшилась до шести километров в секунду. Корабль окончательно увяз в атмосфере. Путь оставался один — винз, только вниз!

— Скорость спуска?

— Двести, — ответил я, с трудом ворочая языком.

— Много, — услышал я голос Коршунова. Небо за фонарем дрогнуло — он изменил угол атаки, чуть-чуть, градусов на десять, наклонив «Кон-Тики» вперед. Появилось вертикальное ускорение, спуск начал замедляться. Высота пятьдесят пять километров, скорость — чуть больше пяти километров в секунду. Перегрузка перевалила в тройную и вдруг стала ослабевать. Почувствовал это сразу. Режим поддержки — из-за наклона судна появилась подъемная сила, мы практически перешли в горизонтальный полет, плотность воздуха оставалась постоянной, и наша скорость неуклонно уменьшалась. Вместе с ней уменьшались сопротивления и перегрузка.

— Скорость?

— Три с половиной.

— Высота?

— Пятьдесят пять...

Перегрузка падала. «Кон-Тики» все дальше наклонялся вперед. Теперь его удерживали стабилизаторы. Мы медленно снижались, скорость убывала. На высоте 40 км она составляла уже всего полтора километра в секунду. «Кон-Тики» шел в режиме парашютирования, под углом 45 градусов к потоку, скорость спуска была умеренной, меньше 10. Возвратилась земная тяжесть.

— Вот и все, Саша! — В голосе Кор-

шунова послышалось торжество. — Самое страшное позади, теплозашита выдержала. Значит, мы победили!..

И он поднялся из кресла. Да, все было позади, я это понял. Понял настоящему! Отнюдь не исчезновение перегрузки было причиной тому огромному облегчению, которое я почувствовал... Мы летели уже не в космосе, а в атмосфере, на «самолетной» высоте и с «самолетной» скоростью. В том, что Коршунов благополучно посадит «Кон-Тики», я не сомневался. Фактически мы были уже дома!..

— Иди сюда, штурман, — позвал он. И подмигнул: — Ракетой ты уже управлял, и весьма удачно. Попробуй теперь, что такое полет в атмосфере. Чтобы не было никаких обид.

Я занял его место и бросил взгляд на приборы. Высота 30 км, скорость — ровно километр в секунду. Ярко светило Солнце, облака были внизу, мы шли практически горизонтально. Коршунов стоял рядом с креслом, придерживаясь за спинку.

— А что надо делать?

— Держать угол атаки, — пояснил он. — Чем он больше, тем больше подъемная сила, но и сопротивление тоже. Четыре градуса, думаю, будет вполне нормально. Вот этот рычаг видишь? Уверяю тебя, это нетрудно.

Пульт перед его креслом был точно такой же, как мой, с одним-единственным дополнением. После моего поединка с «роботом-бюрократом» здесь появилась новая шкала: «Угол атаки». И рычажок, перемещающийся вдоль шкалы, и цифры от нуля до девяноста...

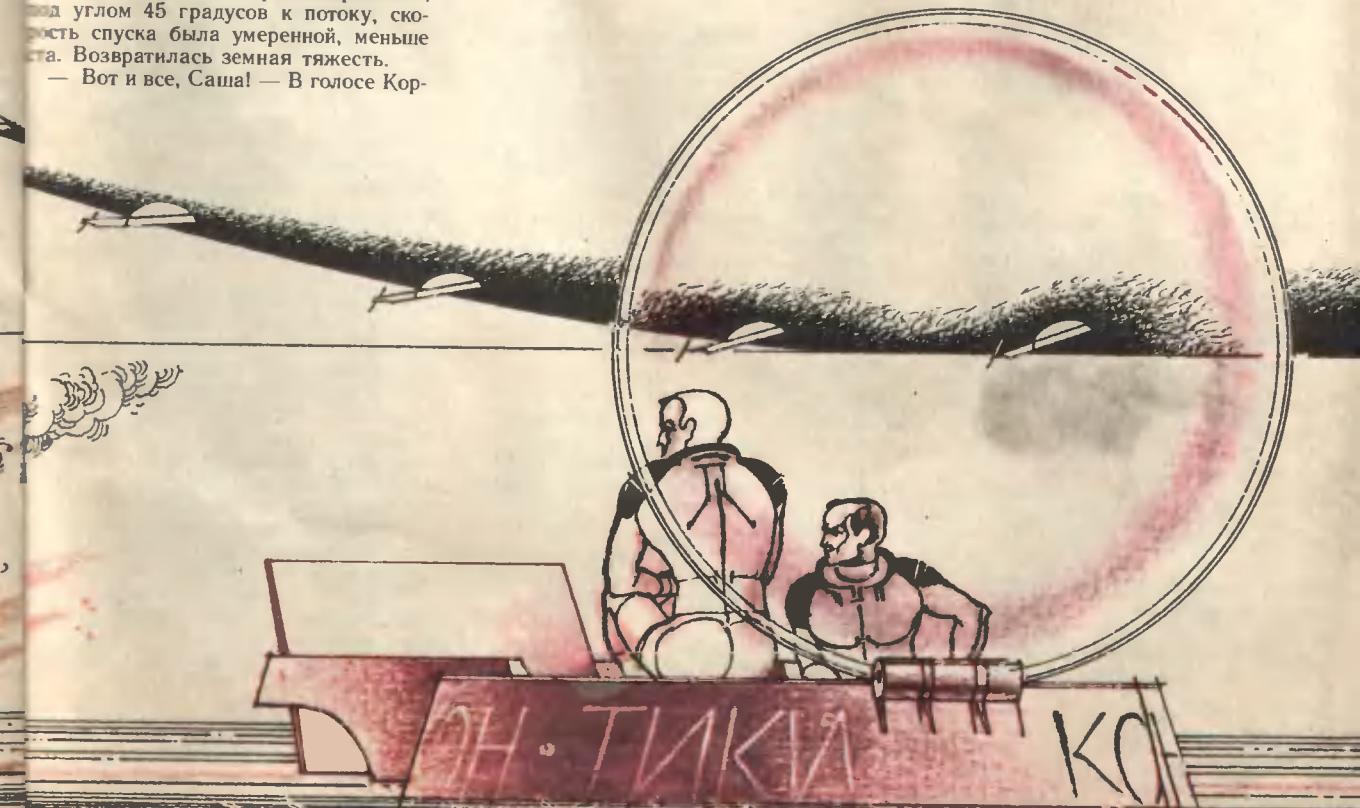
Я передвинул рычажок назад, к цифре 4. Он поддался легко, без сопро-

тивления. «Кон-Тики» послушно качнулся вперед, приняв почти горизонтальное положение.

— Так держать, штурман! — сказал Коршунов. Он был очень доволен. — Так держать!

Собственно, ничего от меня не требовалось. Передвинул рычаг — и только. Произошло при этом, насколько я понимаю, следующее. Команда с пульта поступила на какой-то микропроцессор, тот сравнил ее с информацией от внешних датчиков, передал на серводвигатели тормозного щитка управляющий сигнал... В результате судно приняло нужную ориентацию относительно набегающего потока. Но подъемной силы теперь не хватало, траектория загибалась вниз, вместе с ней наклонялся вперед корабль, скорость спуска, только что бывшая нулевой, увеличивалась. Пятьдесят метров в секунду, сто, сто пятьдесят... Все-таки плотность на этой высоте была еще ничтожной, поддержки недоставало, мы входили в крутой пике. Впереди, совсем рядом, белели облака, «Кон-Тики» мчался к ним словно пикирующий бомбардировщик, под углом градусов пятнадцать к горизонту. Высота быстро уменьшалась — двадцать пять километров, двадцать три, двадцать...

«И сколько так будет продолжаться?» — спросил я себя. Ответ подсказал кресло: надавило на меня с новой силой. Плотность за бортом увеличивалась, «Кон-Тики» наткнулся на эти более плотные слои и среагировал неизменно, выходит из пика. И перегрузка усилилась — меня уже ощущало вдавливание в кресло. Полтора, наверное, не меньше.



— Довольно,— сказал Коршунов.— Вставай. С чужого коня...

Я до сих пор не знаю, что произошло. То ли я, отвлекшись на его голос, чуть изменил положение рычажка. То ли, что более вероятно, мы напоролись на какую-то локальную турбулентность, ничтожную флуктуацию плотности. Как бы то ни было, «Кон-Тики» сильно тряхнуло, послышался грохот падающего тела...

Он не устоял на ногах. Никто бы не устоял при таком толчке. И он упал. Упал при двойной перегрузке. Когда-то я читал фантастический роман о жизни на тяжелой планете, в условиях повышенной гравитации. Самое страшное для ее обитателей было — упасть. Падение означало смерть.

Я не сразу осознал, что случилось.

— Михаил! — с трудом крикнул я.— Ты что, Михаил?

Ответом мне было молчание. «Кон-Тики», наткнувшись на плотные слои атмосферы, выходил в горизонтальный полет. Высота 13 км. Скорость — семьсот метров в секунду. Две с половиной тысячи километров в час...

«Кон-Тики» мчался над верхней границей облачности. Теперь я чувствовал нормальную тяжесть. Я повернул голову. Он лежал на полу. Недвижимый, бездыханный.

— Михаил! — заорал я.

Он не шелохнулся. «Кон-Тики» несся горизонтально, быстро теряя скорость. Шестьсот метров в секунду, пятьсот пятьдесят... Рычажок атмосферного пульта стоял в прежнем положении. Угол атаки — четыре градуса. Было жарко, на лбу выступил пот. Я весь обливался потом. Попробовал встать из кресла...

Не тут-то было. «Кон-Тики» — скорость снизилась уже до пятисот метров в секунду — вновь клюнул носом вниз. Я снова увидел облака. Мы входили в новое, еще более крутое пике. Все вокруг заволокло туманом. Скорость спуска росла, высота падала, пике становилось все круче.

Облака ушли вверх. Под собой я увидел бесконечный простор океана. Далеко впереди темнел массив какого-то континента. Кресло вновь давило снизу. «Кон-Тики» пытался выйти и из этого пика. Высота — шесть километров. Скорость — четыреста метров в секунду. Угол пикирования — около двадцати градусов к горизонту. Но он уменьшался, траектория становилась все более пологой. На что я надеялся? Что она окончательно выправится над самой морской поверхностью?..

Нет, из этого пика наш кораблик выйти не смог. На четырех километрах угол пикирования стабилизировался — около пятнадцати градусов. Но скорость медленно падала: 340 м/с, 320, 300... Я уже знал, что делать. «Наша задача — выйти в горизонтальный полет на нулевой высоте. Это наш шанс...»

Я весь обливался потом. Высота уменьшалась быстро, скорость, к сожалению,

медленнее. На полутора километрах она упала до 250 м/с, до поверхности океана оставалось секунд двадцать, не больше. Она была гладкая, без морщинки. Штиль... «Кон-Тики» вновь начал заваливаться в крутое пике.

До воды оставались считанные сотни метров, когда я стал отжимать рычажок от себя: пять градусов, шесть, семь... Мы вышли на горизонталь на высоте двадцать пять метров. Скорость «Кон-Тики» была двести метров в секунду. Я осторожно увеличивал угол атаки, задирая судно носом кверху: восемь градусов, десять, двенадцать... Скорость уменьшалась, и высота тоже: девять метров, семь, пять... «Кон-Тики» несся над самой поверхностью, едва не касаясь воды. Сто двадцать метров в секунду, сто десять, сто... Сто, девяносто, восемьдесят! Я удерживал его под углом сорок пять градусов — максимум подъемной силы, — только скорости уже не хватало, и мы рухнули вниз...

...Но падать нам было некуда — под нами была вода. Толчок был сильным, я удержался в кресле каким-то чудом. Раздалось оглушительное шипение, вверх взметнулось густое облако пара и, видимо, облако брызг. Но наше суденышко еще летело вперед — оно выскочило из этого облака, оставило его позади! И непоропливо замедляло ход, осваиваясь в новой среде...

Я повернул голову. Коршунов сидел на полу кабинки, по лбу стекала узкая струйка крови. Взгляд его был странным. Раньше он никогда так на меня не смотрел.

— Ты хорошо сел, мальчик, — сказал он. — Не зря был чемпионом...

Не знаю, что он хотел этим сказать. Но переспрашивать я не стал.

* * *

— Надо как-то выкручиваться, — произнес он полчаса спустя. Прозрачная крышка была откинута, кругом был безбрежный синий простор, сверху — белые облака. Нас обдувал слабый ветерок. Мы сидели, подставив голые спины земному солнцу, и дышали земным воздухом, ни с чем не сравнимым. — Я вижу единственный выход.

— Какой?

— SOS, — коротко объяснил он.

— SOS? — Мне показалось, что я услышался. — После всего, что мы сделали? Да тут до суши всего километров двести, от силы триста.

— И что ты предлагаешь? Вплавь? Думаешь, я умею плавать?

— Зачем же вплавь? Судно прекрасно дойдет своим ходом. Ветер хоть и слабый, зато попутный. Сутки-другие — и войдем в чью-нибудь территориальную воду...

— Ну нет! — заявил командир «Кон-Тики». — Я, в конце концов, космонавт, а не капитан дальнего плавания. Вруй SOS, штурман, SOS на полную громкость!..

КОНЕЦ

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!

Конец венчает дело — традиционный заголовок раздела приобрел долгожданное содержание. Последний «переплет Перепелкина» (по выражению читателя М. Рыжкова из Новосибирска), как видим, завершился если не полной победой, то вполне достойным сигналом бедствия. К сожалению, в распоряжении редакции не имеется ни одной сколько-нибудь приличной программы, обеспечившей бы дальнейший путь «Кон-Тики» к земле (в том смысле, какой вкладывают в это слово моряки). Возможно, экипажу поможет кто-нибудь из читателей? А для посадки предлагаем вашему вниманию новую игровую программу «Атмосфера-2»:

06. 01. ИПА 02 + 03. ИПА 04. ИП7 05 - 06. КХ*9
07. ИПВ 08. / - 09. / 10. П2 11. ИП9 12. 9% 13. БП
14. 57 15. П8 16. 0% 17. П2. 18. F₀₁₉ 19. F_B
20. F_{sin} 21. ПД 22. ИП6 23. ✗ 24. ✗ 25. П5
26. F_{Bx} 27. ИПД 28. ✗ 29. ✗ 30. + 31. ИП1 32. ИП8
33. ИП3 34. + 35. F_{10*} 36. + 37. ИП8 38. F_x
39. ИП0 40. F_x² 41. ПД 42. + 43. F_V² 44. ✗ 45. ✗
46. П8 47. F_{Bx} 48. ИП5 49. 50. ИПД 51. F_G
52. + 53. ИП8 54. F_V² 55. + 56. П5 57. ИП0
58. ИП8 59. ИП8 60. ИП5 61. ✗ 62. + 63. ✗
64. ИП2 65. ✗ 66. - 67. П0 68. ПР 69. 92
70. ИПС 71. + 72. ПС 73. ИПД 74. ИП5 75. ✗
76. ИПВ 77. ИП8 78. ✗ 79. - 80. ИП4 81. ИПА
82. F_x 83. + 84. - 85. + 86. ИП2 87. ✗ 88. ИП8
89. + 90. ПВ 91. F_{Bx} 92. + 93. ИП2 94. ✗
95. 2 96. + 97. 9%

Она предназначена для численного моделирования управляемого полета в атмосфере безмоторных летательных аппаратов (дельтапланов, космических кораблей многократного использования, детских бумажных голубей и «Кон-Тики»). Кое-какие исходные данные «наследованы» от «Атмосфера-1» (см. предыдущий выпуск): (начальное расстояние от центра планеты, м) ПА (начальная вертикальная скорость, м/с) ПВ (начальная горизонтальная скорость м/с) ПО (радиус планеты, м) П7 (гравитационная постоянная планеты, m^3/s^2) П4 (характерный масштаб атмосферы, м) П3. В регистр I вводится половина произведения площади сопротивления аппарата (m^2) при нулевом угле атаки (когда днище «Кон-Тики» ориентировано параллельно потоку) на плотность воздуха на нулевой высоте (kg/m^3), разделенная на массу аппарата (кг). Цифры, которыми изобилует последняя часть отчета, склоняют к предположению, что данная константа составляла примерно 7,5 ВП / — 5 П1. В регистр II вводится отношение максимальной силы сопротивления (когда днище перпендикулярно потоку) к минимальной; из тех же цифр и имеющихся эскизов

удалось оценить этот коэффициент в 30 П6. Наконец, в регистр С записывается начальное расстояние (м) от какой-либо опорной точки, в регистр 9 — сигнал о посадке Е15:115 К — (ЕГГОГ) ВП П9. Такой необычный шифр выбрали потому, что он используется и как адрес условного перехода в команде Кх<09, записанной по адресу 06. Переход в командах косвенной адресации (она в данном случае применена просто для экономии программной памяти) производится на адрес, совпадающий с двумя последними цифрами записанного в регистре числа: вместо Е15 можно использовать, например, Е115 или просто 151515 (читатели С. Аветисов из Еревана, В. Агафонов из Таганрога, Д. Горелин из Киева указывают, что на Б3-34 первых выпусков невозможно формировать буквенные сообщения, по крайней мере, с помощью нормальной процедуры, используя ЕГГОГ и ВП; что ж, обладателям подобных моделей придется воспользоваться числовым сообщением).

При формировании шифра Е15 вместо команд КСx и К7 использована К; это связано с вопросами читателей, приобретших «Электронику МК-61», в которой кое-что добавлено по сравнению с Б3-34 и МК-54. «Неправильных» команд, начинающихся с К, в новом ПМК осталось всего три: со знаками вычитания, деления и умножения. В Николайчука из Воронежа сообщил, что команды К1 и К2, как и в МК-54, выполняют функции «пустых». Шестиклассник Е. Агеенко из Ульяновска информирует о кое-каких новых способах получения видеосообщений на МК-61 с помощью команды К Ив; еще будет время о них рассказать. Восьмиклассник С. Лаптев из Брянска спрашивает: стоит ли приобретать МК-61? «Зачем он мне, если к нему не подойдут ваши программы?» Отвечаем: приобретать стоит, наши программы к нему подойдут.

При полете в атмосфере, кроме сил, к которым участники рейса привыкли (гравитационная, центробежная и кориолисова), на аппарат действуют еще две: сила лобового сопротивления и подъемная сила. Первая направлена вдоль траектории, против вектора скорости; вторая — перпендикулярно. Обе зависят от плотности воздуха и скорости и меняются в зависимости от ориентации аппарата. Лобовое сопротивление минимально, когда угол атаки равен нулю (днище аппарата ориентировано вдоль потока), и максимальным, когда он составляет 90° (поток бьет в днище). Подъемная же сила в этих крайних ситуациях отсутствует: она максимальна при промежуточном угле атаки 45° . Кроме того, она положительна при положительных углах атаки и отрицательна при отрицательных (например, если бы «Кон-Тики» перевернулся вверх днищем и тормозился в этом положении). Во избежание

недоразумений укажем, что задача решалась приближенно, в пренебрежении некоторыми аэродинамическими эффектами.

Работа с «Атмосферой-2» начинается командой В/О С/П. Переключатель Р—Г устанавливается в позиции Г. При останове на индикаторе загорается текущая высота полета (она же находится и в регистре 8), переменные располагаются в прежних ячейках. В регистр У выводится чрезвычайно важная (особенно при посадке) величина: полное вертикальное ускорение аппарата в $\text{м}/\text{с}^2$; если оно близко к нулю, скорость спуска практически не меняется.

Маневр задается командой: (время, с) ПП (угол атаки, градусы) С/П. Время в отличие от «ракетных» программ разрешается задавать равным нулю (штурманский режим): это дает возможность определить вертикальное ускорение при данном угле атаки без изменения остальных переменных (в реальном полете пилот эту величину попросту ощущает всем телом). При полете в атмосфере рекомендуется задавать время маневра не больше 5—10 с, а при заходе на посадку и того меньше. Позволяет «Атмосфера-2» осуществить и спуск на парашюте. Регистр 6 при этом следует обнулить, содержимое регистра 1 увеличить в 100—1000 раз, время маневра в момент раскрытия парашютов уменьшить до десятых долей секунды.

При контакте с поверхностью на индикаторе загорается сигнал Е15, при его появлении следует нажать С/П. Загорание нуля после одного или нескольких Е15 означает, что посадка завершена. В некоторых случаях летательный аппарат может «срикошетировать»: на индикаторе вновь зажигается положительная высота; значит, нужно продолжать полет. Посадка считается удовлетворительной, если горизонтальная скорость не превышает 100, вертикальная — 5 $\text{м}/\text{с}$.

Структурно программа построена аналогично предыдущим. Команды (01—05) вычисляют текущую высоту полета; если она отрицательна, то действуется стайдартийный посадочный блок (07—14): вычисляется и записывается в регистр 2 отрицательное время возврата, из регистра 9 вызывается сигнал Е15, происходит останов для его индикации, а после нажатия С/П управление передается на начало блока решения уравнений движения (57). Если же высота положительна, то она записывается в рабочий регистр 8 и происходит обычный останов (15—16). Введенное с пульта время маневра записывается в регистр 2 (17), команды (18—30) вычисляют тригонометрические функции угла атаки, необходимые для расчета аэродинамических ускорений, последние суммируются с центробежным, кориолисовым и гравитационным, получившиеся дифференциальные уравнения численно интегрируются по формулам равнускоренного движения.



Особых «тоностей», кроме использования сигнала Е15 в качестве адреса перехода, в программе нет. Регистры 5,8 и Д служат рабочими ячейками для хранения промежуточных результатов вычислений. Концовка программы (92—97) работает и как подпрограмма (вызов 68—69). Горизонтальная скорость, введенная в стек командой (57), в результате команд (58—60) оказывается в регистре Т и используется в вычислениях по адресам 63, 66 и при сложении в первой команде подпрограммы. Стоит обратить внимание на команду (85): в расчетах она не нужна, ее назначение — сохранить величину вертикального ускорения в регистре У. Отметим, что командой (52) производится деление на модуль горизонтальной скорости; по этой причине для расчета чисто вертикального спуска «Атмосфера-2» ие годится.

«После появления на страницах журнала рубрики «Клуб электронных игр» сразу же купил ПМК, — пишет А. Горелов из поселка Тисуль Кемеровской области. — Но при наборе программы легко сделать ошибку. Чтобы убедиться, что программа набрана правильно, предлагаю печатать в конце каждой «проверочную задачу», а также значения всех переменных с точностью до последней цифры». Пожелание вполне разумное, охотно идем навстречу. Вот как мог выглядеть финиш «Кон-Тики» после выхода в горизонтальный полет. Исходные данные: 6371 ВП 3 П7 $F_x^2 9,81 \times P4 17500$ П3 7,5 ВП / — / П1 30 П6 115К- (ЕГГОГ) ВП П9 ИП7 25+ ПА 200 ПО Сх ПВ ПС. В/О С/П — на индикаторе загорается высота 25. Приводим запись команд А. Перепечатана в виде: время/угол (показание индикатора). 5/6 (19) 5/8 (10,6) 5/10 (8,9) 5/12 (5) 5/18 (4,2) 5/24 (0,1) 1/45 (E15). Есть контакт С/П (E15) С/П (E15) С/П (0). Смотрим остальные переменные: ИПО (77,749524) ИПВ (—3,4853011) ИПС (4272,5669).

ОХОТА НА ИНОПЛАНЕТНЫХ ЧУДОВИЩ (4)

Рейс «Кон-Тики» завершен, пора заканчивать и знакомство с глубинами «электронного океана». Но сначала ознакомимся с одной особенностью Б3-34 (МК-54). «Занимаясь с микрокалькулятором», пишет Д. Козьминский из г. Рубцовска Алтайского края, — я заметил интересную возможность увеличить число регистров памяти. Может, это и не открытие, но в качестве ячеек можно использовать и знаки арифметических действий, а также ХУ и стрелку вверх (ввод в стек). Однако последняя спарена с «+», то есть эти дополнительные регистры работают как один».

Прав ли читатель? И да и нет. Легко убедиться, что клавиши «+», «—», « \times », « \div » и «ХУ» при командах записи, вызова и переходов выполняют в точности те же функции, что и команды «0», «1», «2», «3» и «4», вплоть до совпадения кодов получающихся команд. Так, команда П+ (код 40) тождественна П0 (тот же код), поэтому о каком-то расширении возможностей ПМК за счет этих «новых» команд говорить нельзя (в некоторых игровых программах, правда, можно для наглядности отдавать с пульта команды типа $BPI \pm C/P$ для перемещения по вертикальной координате и $BPI XU \pm C/P$ для перемещения по горизонтальной; с таким вводом мы скоро встретимся). Но Д. Козьминский прав в том смысле, что адресуемых регистров в памяти Б3-34 вовсе не 14, как утверждается в заводской инструкции, а 15 — имеется еще один буквенный регистр Е: на клавиатуре ему соответствует стрелка вверх (ввод в стек). Нетрудно проверить, что по этому регистру можно осуществить полный набор команд (прямые записи и вызовы, а также косвенные: записи, вызовы, обращение к подпрограмме и переходы — четыре условных и один безусловный). Эти команды имеют собственные коды (все они завершаются буквой Е) и исправно выполняются как при ручных вычислениях, так и при расчетах по программе. Лишь одна особенность отличает регистр Е от остальных: он постоянно связан с регистром 0! Иными словами, содержимое обоих регистров всегда совпадает.

Казалось бы, что толку от такого дополнительного регистра? Какая разница, 0 или Е, если числа в них все равно одинаковы? Действительно, команды прямой записи и прямого вызова по этим регистрам, несмотря на то, что коды их отличаются (40 и 4Е, 60 и 6Е), абсолютно взаимозаменяемы. А вот при косвенном обращении к регистру Е (как и к другим буквенным, а также «старшим» цифровым регистрам 7, 8 и 9) не происходит «модификации» находящегося в нем числа — оно, попросту говоря, не меняется; соответственно остается прежним и содержимое регистра 0. При косвенном же обращении к регистру 0 его

содержимое «модифицируется» (уменьшается на единичку, как и в случае регистров 1, 2 и 3) — соответственно меняется и число в регистре Е. Этую постоянную связь удобно использовать в циклах по регистру 0 (см., например, простенькую программу «Мультфильм» № 12 за 1985 год; предоставляем читателям самим разобраться в том, как она работает). К слову сказать, в МК-61 связь Е—0 разорвана, поэтому обладателям этого ПМК придется в некоторых ситуациях искусственно ее вводить, что потребует минимум двух команд ИПО ПЕ. Все такие случаи будут в дальнейшем оговариваться особо.

Столь обширное отступление потребовалось потому, что обитатели 7-го этажа «электронного океана», С-ЕГГОГ-оборотни, позволяют устанавливать подобную (правда, одностороннюю) связь между регистром С и любым другим. Введите в регистр С какое-нибудь число, например, 22, перейдите в режим ПРГ, наберите стандартную «водолазную» программу: 00.Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.ПА 04.Сх ОБ.С/П, вернитесь в режим АВТ и скомандуйте, допустим, 1 ВП 80 В/О С/П. На индикаторе 0, но в регистре А сидит С-ЕГГОГ-оборотень ИПА. На индикаторе — 22, содержимое регистра С! Это главное свойство «сверхчисел» с порядками между 600 и 700 (сейчас в регистре А записано 10⁶⁴⁰) — при этом вызове в регистр Х сами они же «отступают» в регистр У, вытаскивая на индикатор число из регистра С (почему именно этому буквенному регистру такое предпочтение, никому не известно). С числом, которое горит сейчас на индикаторе, можно осуществлять различные операции. Например, 2 \times (44) 4 \div (11) 1 — (10) 15+(25) FV(5) F 1/x (0,2) и т. д. Но в регистре У по-прежнему находится «сверхчисло». Попробуем ХУ. На индикаторе вновь появляется 22 — «чудовище», вызванное в регистр Х, незамедлительно отползло в свою «пещеру» (регистру У), прикрывшись «добычей» (содержимым регистра С)...

Если нажать теперь знак сложения, после томительной паузы на индикаторе появится сообщение ЕГГОГ. «Сверхчисло», замаскированное под ним, собственной персоной явилось на индикатор! Это легко проверить, например, отдав команду Flg: на экранчике загорится 359,99998 — логарифм «сверхчисла» (с учетом периода в 1000 по величине порядков).

С-ЕГГОГ-оборотни обладают и многими другими, еще не вполне понятными свойствами. Использование их в электронных играх проблематично. Однако знать о них надо — с этими числами легко случайно столкнуться в районе отрицательных порядков (если, скажем, подать на вход «водолазной» программы число 1 ВП /—/ 45, то получится вовсе не ноль, как можно было предположить, а то самое «сверхчисло», с которым мы только что познакоми-

лись; для ПМК нет разницы между 10⁶⁴⁰ и 10⁻³⁶⁰ — порядки отличаются ровно на тысячу).

Сказанное относится и к числам с положительными порядками от 700 до 800 (соответственно с отрицательными между —200 и —300). Для знакомства с ними пригодится ЗГГОГ-анализатор: 1 ВП 50 Fx² Fx² П9 Сх. Подадим на вход «водолазной» программы, допустим, 1 ВП 90 В/О С/П. На индикаторе 0. ИПА. На экранчике появляется нечто несообразное (00,10000000 2). Это «длинный монстр», типичный обитатель данного этажа. Справиться с ним нетрудно: F АВТ ИП9 ИП9. На индикаторе — ЗГГОГ-анализатор. Нажимаем десятичную точку. Справа загорается трехзначный порядок — 720; нажимаем F АВТ — слева появляется мантисса 1. ЗГГОГ, как всегда, не подвел (кстати, при некотором навыке расшифровать «длинного монстра» легко по его внешнему виду; предлагаем в этом потренироваться самостоятельно).

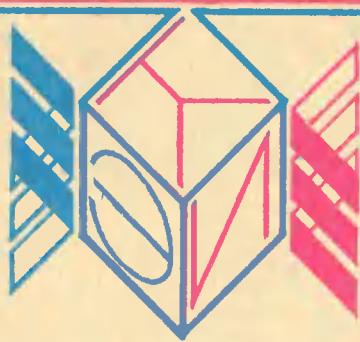
Следующий этаж (порядки между 800 и 900, а также между —100 и —200) безраздельно принадлежит Нулю. Проверьте это сами. Для электронных игр наиболее интересны его «воплощения» в мире ОС-оборотней (числа с порядками между 480 и 490, а также между 448 и 449). Записав такое число, допустим, в регистр А, получаем возможность обнулять регистр С одной-единственной командой ИПА. Например, сейчас в регистре С записано 22. Подадим на вход «водолазной» программы число 1 ВП 60 В/О С/П. На индикаторе 0. ИПС (22) ИПА (0) ИПС (0). Легко убедиться, что такое зануление исправно выполняется и при расчетах по программе. В результате появляется возможность сэкономить одну команду — практика показывает, что именно ее-то очень часто и не хватает.

Задание на этот раз очевидно: закончить путешествие. Комплект исходных данных тот же, что и в приведенном тесте, только регистры А, В и 0 нужно заполнить в соответствии с результатами предыдущей операции (тем, кто ее не выполнял, можем предложить такие цифры: ИП7 1 ВП 5 + ПА 8400 ПО 280 /—/ ПВ Сх ПС). Рекомендациям, содержащимся в последней части отчета А. Перепелкина, следовать можно, но вовсе не обязательно: путей в атмосфере много, и все они ведут вниз. Мягкой посадки!

Михаил ПУХОВ

При Клубе электронных игр организована консультация по программированию на языке Б3-34. Отвечаем на различные вопросы, даем полезные советы, помогаем редактировать программы. Адрес: 125015, Москва, А-15, Новодмитровская ул., 5а, «Техника — молодежи», Клуб электронных игр.

МЯГКОЙ ПОСАДКИ!



Рейс «Кон-Тики» успешно завершен — и наш Клуб, как видим, незамедлительно перебрался в новое помещение (оформленное, как обычно, художником Евгением Катышевым). Клубу не хватает пока только названия; к сожалению, ни одного дельного предложения по этому поводу в редакцию не поступало. Слово за вами, дорогие читатели!

В обширной почте раздела есть слой довольно-таки примечательный. «Я с огромным удовольствием путешествовал по космосу, летал вокруг Луны, но вдруг врезался в скалу, — жалуется восьмиклассник из Харькова В. Бородавин. — У меня забрали мой «корабль» (микроКалькулятор), и я лишился средств передвижения. А к другим «кораблям» ваше топливо (программы для БЭ-34) не подходит. Убедительно прошу вместе с программами печатать и блок-схемы для них. Составлять программы для любой машины, имея под рукой блок-схему, раз в 20 проще, чем переводить с другого языка. Предлагаю печатать блок-схемы к старым... Глубоко уверен, что это очень обрадует многомиллионную аудиторию читателей журнала...»

Аналогичные пожелания высказывают в своих письмах М. Клепиков из Киева, Н. Плеханов и Г. Красник из Москвы, В. Малинин из Новосибирска, В. Меднонов из Ленинграда, Е. Смирнов и С. Деревянко из Риги, Д. Грацилевский из Мурманска, А. Богуславский из Коломны, В. Голутвин из Львова, Л. Даймис из Свердловска, В. Туманов из поселка Байкир Красноярского края и многие другие. Учащиеся, преподаватели, конструкторы самодельных ЭВМ, программисты-профессионалы... Это в основном те, кто хочет переводить публикуемые в «ТМ» программы на языки персональных компьютеров. Что ж, требование вполне разумное, с удовольствием идем навстречу. Для начала, вместе с обзором ответов на задание первого этапа публикуем блок-схему игровой программы «Лунолет-2» (см. «ТМ» № 8 за 1985 год): в математическом смысле она проще последую-

щих, зато всяких проверок и коррекций здесь значительно больше. Буквами обозначены константы: g — ускорение силы тяжести, M — «сухая» масса корабля, c — скорость истечения продуктов сгорания, a_{∞} — предельное ускорение, которое может выдержать экипаж; основные переменные: h — высота; x — расстояние, u — вертикальная скорость, v — горизонтальная скорость, t — текущий запас топлива; управляющие параметры: α — угол тяги, t — время маневра, Δt — расход топлива за маневр. Из блок-схемы видно, что в программе вычисляются и используются также вспомогательные переменные: q — дифференциальный расход топлива (расход в единицу времени), a — реактивное ускорение. Индексом i помечены переменные на i -ом шаге игры.

Тех, кто интересуется алгоритмами вообще и данным алгоритмом в частности, отсылаем к нашей новой рубрике «Алгоритмическая гимнастика» (с. 48), также организованной в соответствии с вашими пожеланиями. Прежде чем перейти к обзору ответов на первое задание (см. «ТМ» № 8 за 1985 год), необходимо отметить творческий подход читателей, приславших свои варианты «Лунолетов». Например, С. Бердников из Новосибирска задает в качестве управляющего параметра непосредственно реактивное ускорение; такой ввод может оказаться особенно полезным при постановке игры на персональном компьютере в натуральном масштабе времени. И. Пищенко из Кривого Рога использует одинаковые по виду формулы для расчета вертикальной скорости и в основном счетном блоке, и в блоке коррекции высоты. Наконец, в программе В. Архипова из Москвы, рассчитывающей вертикальную посадку, добавляется принципиально новый игровой момент: нагрев корабля из-за аэродинамического торможения. Если подобный «тепловой блок» вставить в программу типа «Атмосфера-2» и ввести соответствующие температурные ограничения, игра станет гораздо реалистичнее и сложнее. В качестве базового видеосообщения В. Архипов использует число 1111111; умножая его на 2, 3 и т. д., легко получать новые наглядные сообщения. А сочетая этот прием с делением на 10 в нужной степени, можно моделировать на индикаторе ПМК стрелочные приборы: в этом случае, например, число 2222,2222 будет означать «стрелка на середине шкалы № 2» (допустим, израсходована половина топлива).

Первыми правильные ответы на задания первого этапа прислали В. Алексеев (Москва), В. Еженков (г. Дзержинск Горьковской области), Д. Жу-

равлев, А. Долгалло (оба — Ленинград), А. Артамонов (г. Апрелевка Московской области), А. Морев (г. Устинов). Надо, правда, учитывать, что, как выяснилось при анализе ответов, августовский номер «ТМ» попал к некоторым подписчикам только в конце сентября! По первому вопросу («Какими физическими соображениями можно объяснить утверждение А. Перепелкина, что на Луне все ходят замедленно — сказывается меньшая сила тяжести?») мнение читателей практически единодушно. «Ходьба состоит из ряда «падений» то на левую, то на правую ногу. Чем меньше сила тяжести, тем медленнее будут происходить эти «падения» и темп ходьбы будет ниже. Кроме того, при малой силе тяжести довольно резкие движения при быстрой ходьбе могут привести к скольжению, так как сила трения уменьшится», — пишет, например, В. Шилов из Ярославля, и большинство читателей, придерживаются аналогичной точки зрения, подкрепляя ее соответствующими математическими выкладками. Осторожнее высказываеться А. Колосов из села Пышуг Костромской области: «Насчет того, ходят ли замедленно люди, точно не скажу (хотя астронавты, побывавшие на Луне, ходили не спеша, осторожно, медленно), а вот насчет, например, маятника можно сказать точно: чем меньше ускорение свободного падения на планете, тем медленнее он колеблется». Лишь один Л. Роканиди из Сызрани не согласен с утверждением А. Перепелкина. «Увлекшись математическими моделями лунной походки», — пишет он после довольно продолжительной дискуссии с администрацией КЭИ, — мы с вами забыли одну деталь: человек не ходит на прямых ногах. Поэтому амплитуда колебаний центра тяжести значительно меньше 4 см. Более того, можно ходить, вовсе не меняя его высоты. Лунная походка (которую, кстати, давно освоили в некоторых странах местные жители, переносящие тяжесть на голове) действительно весьма грациозна, но нисколько не замедлена. В этом вопросе «человек из будущего» олицетворяется...» Но это мнение, повторяя, единично.

Второе задание — определить ускорение силы тяжести способом зависания и по методу Лунного Коршунова — особых затруднений не вызвало. Способ зависания многие модифицировали: добивались в своих вариантах не занулления вертикальной скорости, а ее постоянства. Можно выделить решение М. Точина из Вологды — заменив команду 43.ИПА на 43.ИП3, он переоборудовал «Лунолет-1» таким образом, чтобы при останове на индикаторе зажигалась не высота, а более важная

для данной задачи величина — реактивное ускорение. Наконец, весьма остроумный способ борьбы с кофейным автоматом (затмивший, на наш взгляд, метод Лунного Коршуна) придумали независимо друг от друга Ю. Кузнеццов из Куйбышева и уже знакомый нам Л. Роканиди. Они использовали то обстоятельство, что полное ускорение корабля равно, с одной стороны, разности реактивного ускорения и ускорения свободного падения, а с другой — разности скоростей за время в 1 с. Вот соответствующая последовательность команд (выполняется в любой момент полета): ИПВ ПО 1 ПП 1 С/П ИПВ ИПО — ИПЗ. На индикаторе — искомое ускорение силы тяжести с точностью до последнего знака (а на столе — семь чашек ароматного кофе)! Отметим еще, что некоторые читатели слишком серьезно отнеслись к указанию из № 6 («Оставив рычаг расхода на прежней отметке, я рванул второй вниз до упора — 0,7 с...»). Естественно, при таком ограничении на время маневра метод Лунного Коршуна не проходит; очевидно, на злосчастном «одноруком бандите» подобного ограничителя не стояло.

Наиболее трудным заданием первого этапа, как и предполагалось, оказался тренировочный суборбитальный полет на «Лунолете-2» (напомним комплект исходных данных: 1,62 П4 2250 П5 3660 П6 29,43 П7 0 ПА ПВ П0 1 ВП 3 ПД 25 ВП 4 ПС, в регистре 9 — аварийный сигнал). «Я никак не мог с ним справиться», — пишет, например, Н. Плотников из Мончегорска Мурманской области. — Самое большое, сколько я «пролетел», работая с этой программой, это 150 км... Напишите, пожалуйста, как разогнать и на какую высоту поднять «Кон-Тики», чтобы на 1000 кг горючего пролететь 250 км». Н. Плотников не одинок — с этой задачей не справились многие (В. Никифоров из Казани даже решил, что в условиях опечатки — расстояние до цели «равно не 250 км, а 25 км»). Она, кстати, была сформулирована не совсем четко, и некоторые читатели выполняли перелет «в одиночку», с сухой массой корабля 2150 кг (2000+150); такие решения тоже засчитывались. Но решить задачу при 2250 кг, конечно, гораздо сложнее.

«Этот вариант получился у меня не

сразу, — честно признается один из победителей первого этапа, В. Алексеев, — недолеты составляли от 50 до 1,5 км. Возникла необходимость экспериментально подбирать время сгорания топлива при разгоне с точностью до 0,1 с. Ход полета: разгон, по возможности вертикальная и горизонтальная скорости должны быть равны, свободный полет, торможение с замедлением, равным ускорению при взлете, начало его приурочено к высоте начала свободного полета». Приводим последовательность команд В. Алексеева (номер маневра: расход /время/ угол, в скобках — показание индикатора) с нашими комментариями. Надеемся, это поможет тем, кто не справился с заданием. Кроме того, она может служить и проверочным тестом к программе «Лунолет-2».

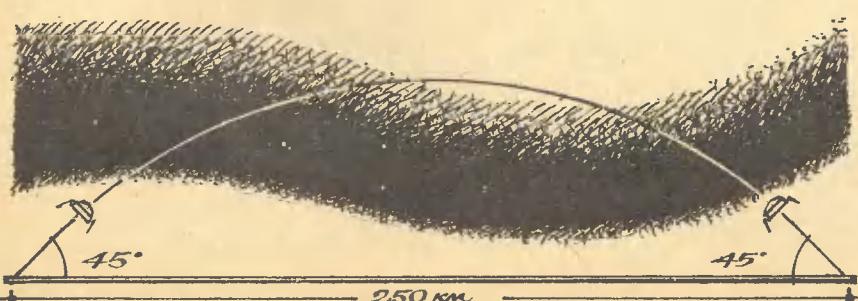
1: 100/3,9/42,5 (149,58601). 2: 100/4/42,5 (614,79833). 3: 100/4,1/42,5 (1421,7236). 4: 100/4,3/42,5 (2625,637). 5: 100/4,4/42,5 (4236,0811). 6: 35/1,6/43 (4916,9209). Разгон в основном закончен, реактивное ускорение все время выдерживалось максимально близко к предельному. Угол 42,5° выбран, чтобы скомпенсировать действие силы тяжести — вертикальная и горизонтальная скорости сейчас примерно равны; впрочем, практика показывает, что «классический» угол 45° ничем не хуже. 7: 2/1/88 (5357,4207). Очевидно, коррекция недолета, получившегося в предыдущей попытке, 8: 0/543,8/0 (4954,3996). После прохождения пассивного участка лунолет оказывается в симметричной точке траектории: расстояние до финиша примерно равно расстоянию от старта в конце разгона, высота приблизительно та же. Теперь начинается интенсивное торможение. 9: 100/4,6/—42 (3138,2379). 10: 100/4,8/—42 (1696,9962). 11: 100/5/—42 (686,8254). 12: 100/5,2/—43 (163,11224). Наиболее ответственный участок пройден. Скорость снижена на порядок, до финиша по прямой осталось примерно 200 м. Можно сбавить темп торможения и выходить к цели. 13: 20/2,2/—44 (75,41972). 14: 20/2,2/—45 (29,758463). 15: 10/2/—42 (15,983541). Лунолет в 16 м над целью, скорость погашена, начинается этап ювелирного приземления. 16: 5/5/—3 (3,300477). 17: 2/1/1 (1,5622851). 18: 2/1,5/0 (0,7819925). 19: 2/2/0 (0,563843). 20: 1/2/—2 (0).

Консультант раздела
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Мастерская посадка! Отклонение практически равно нулю, горизонтальная скорость тоже, вертикальная составила около метра в секунду, а в баках осталось еще полтора килограмма топлива!

В данном случае пилота на финиш заботило одно: установить мировой рекорд, приложившись с точностью менее одного миллиметра (кстати, В. Алексеев после столь же успешно выполненного задания второго этапа был приглашен в КЭИ испытателем поступающих в редакцию игровых программ и в дальнейших полетах участия не принимал — не было времени). В том, что иногда ситуация складывается куда драматичнее, убеждает вариант П. Трубаева из Белгорода (показания индикатора для экономии места не приводятся).

1: 104/4/45. 2: 101/4/45. 3: 97/4/45. 4: 94/4/45. 5: 91/4/45. 6: 48,8/3/45. Как видим, разгон выполнялся под углом 45°, а топлива израсходовано даже на килограммы меньше, чем у Алексеева. Посмотрим, каковы будут результаты. 7: 0/520,8/0. Точный выход в симметричную точку. Но чрезмерная точность пилота подвела. Если бы он начал торможение всего на десятую долю секунды раньше, финиш скорее всего происходил бы примерно как в предыдущем варианте. 8: 48/3/—45. 9: 85/4/—45. 10: 82,3/4/—45. 11: 79,6/4/—45. Пилот с завидным хладнокровием повторяет в обратном порядке свои действия при разгоне, но ускорение чуть-чуть отличаются; вот это «чуть-чуть» его и подводит. 12: 77,7/4/—45. 13: 37/2/—45. В последний момент выясняется, что при планировавшейся команде 13: 74/4/—45, которая по идеи должна была вывести корабль на финиш с солидной экономией топлива, лунолет — действительно рядом с финишем — разбивается вдребезги! Не хватает каких-то долей секунды. Поэтому П. Трубаев вдвое уменьшает время маневра, идя на прежнем режиме. В результате ситуация становится критической — до удара меньше секунды; что делать? 14: 24/1,3/0. Естественное решение: пилот над самой целью гасит вертикальную скорость, переходя в горизонтальный полет. И его, конечно же, уносит за точку финиша. Если бы, кстати, он тормознул сейчас не по вертикали, а с углом —15 или даже —20°, все проблемы были бы решены. Но посмотрим за его дальнейшими действиями. 15: 30/1,7/—80. Вот это да! Большинство, конечно, махнуло бы на все рукой и выполнило посадку метрах в пятидесяти от намеченной точки. Трубаев же подтверждает свою только что заработанную репутацию лихого пилота: истрачено почти все топливо, а лунолет по плавной параболе возвращается к фи-



нишу. 16: 0/4/0. 17: 0,6/0,6/30. Последняя капля горючего! 18: 0/1/0. Посадка! Она, правда, получилась слегка жестковатой, но, надо думать, амортизаторы выдержали. Зато не придется топать пешком по серым лунным камням...

Нельзя не остановиться и еще на одном рекордном варианте. А. Аула из Запорожья, выполнивший сначала перелет на корабле массой 2150 кг, узнав, что это не совсем то, решил блеснуть: совершил перелет еще раз, теперь уже при массе 2300 кг! Вот его вариант (только не забудьте изменить содержимое регистра 5: 2300 П5).

1: 4/1/0. 2: 53/2/45. 3: 52/2/45. 4: 51/2/45. 5: 100/4/45. 6: 97/4/45. 7: 94/4/45. 8: 91/4/45. 9: 3/0,2/45. 10: 0/524/0. 11: 87/4/-45. 12: 84/4/-45. 13: 83/4/-45. 14: 80/4/-45. 15: 77/4/-45. 16: 35/2/-45. 17: 2/1/0. 18: 6,2/0,5/-45. 19: 0,8/0,8/0. Отключение от цели — меньше полуметра, полная посадочная скорость не превышает 2,4 м/с. Рекорд зарегистрирован и внесен в соответствующую книгу. Если есть желающие побить — милости просим!

«Я купил микрокалькулятор «Электроника Б3-34» всего три месяца назад, но благодаря КЭИ и подобным рубрикам в других журналах уже умею неплохо пользоваться ПМК», — пишет А. Сорокин из Кургана. — Все наиболее интересные программы, какие я нахожу в журналах, выписываю в общую тетрадь. Там набралось уже около 40 различных программ, из них почти 20 игровых. Благодаря вашим публикациям я могу теперь использовать ПМК на занятиях. Он стал моим первым помощником. Очень нравится «космический» цикл игровых программ, публикуемый в журнале. Конечно, еще не все получается так, как это нужно для нормального полета. Но с каждым разом я «летаю» все лучше. Хотелось бы, чтобы для разнообразия в журнале появлялись и «земные» программы...»

Подобные пожелания в нашей почте нередки. Стоит сразу определиться: мы публикуем и собираемся публиковать в первую очередь такие игры для ПМК, которые наиболее перспективны в смысле их перевода (с соответствующими дополнениями) на языки персональных компьютеров. К сожалению, абсолютное большинство присыпаемых в КЭИ программ реализует несколько общеизвестных игр с простыми выигрышными стратегиями: игра «Баше», «Ним» и их разновидности, «Угадай число», «Крестники-нолики», а также простейшие имитационные ситуации типа стрельбы из пушки. Алгоритмы этого рода задач (как правило, далеко не полностью использующих достаточно богатые возможности Б3-34) довольно подробно рассмотрены в книге Я. Трохименко и Ф. Любича «Микрокалькулятор, ваш ход!» (М., «Радио и связь», 1985). Понятому интересные программы почта приносит значительно реже. Наиболее оригинальные из них прислали

Д. Кайков из Белгорода, Ю. Пшенник из Харькова, В. Лозовой из Армавира, В. Архипов из Москвы, Г. Горовой из Керчи. Все это вполне «земные» игры, постараюсь поместить их в ближайших выпусках КЭИ.

Начатая в январском номере «охота на инопланетных чудовищ» воодушевила многих читателей на дерзкие вылазки в глубины «электронного океана». Восьмиклассник С. Парамонов из Москвы самостоятельно (еще до выхода февральского номера) сконструировал простейшую «водолазную» программу (воздвение в восьмую степень, запись результата в регистр, очистка стека) и поймал Тьму, подавая на вход ЕГГОГи, равные квадратам чисел от 1 ВП 94 до 1 ВП 99. Легко видеть, что его Тьма обитает на глубинах от 1500 до 1600, ровно на 1000 глубже обычной. Если попробовать записать ее в виде единицы с нулями, то она займет почти целый журнальный столбец! Независимо друг от друга В. Соболев из Усть-Каменогорска, С. Козинцев из Кременчуга и С. Банников из Москвы очутились в области «длинных монстров» (теперь уже знакомых нам по прошлому выпуску). В. Соболева, учащегося техникума, случайно завела в этот неисследованный район его программа (он работал на МК-61); однако он, в отличие от очевидцев Несси и «Великого морского змея», при встрече с неизвестным животным нисколько не растерялся и, открыв по нему беглый огонь из всех «бортовых орудий», в том числе и «снарядами главного калибра» (отсутствующими на клавиатуре Б3-34 командами выделения целой и дробной частей), получил интересные результаты в области новых видеосообщений, рассказав о которых придется несколько позже, когда будет обобщен опыт читателей, работавших в данном направлении (МК-61 в распоряжении редакции пока нет). Козинцев же и Банников (оба, кстати, учатся в восьмом классе) прорвались в запретную зону совершенно сознательно, воспользовавшись путем «снизу» (со стороны чисел с отрицательными порядками) и отважно перемахнув «вплавь» (в режиме АВТ) через обширные владения машинного Ноля. Вот как они плыли: 0,01 (количество нулей после запятой может быть произвольным) ВП /—/ 99Fx². На индикаторе — «длинный монстр» (80,1000000 9), а высказанное в № 1 категорическое утверждение (за пределы Тьмы, дескать, можно проникнуть лишь с помощью специальных программ) полностью опровергнуто!

С. Банников, кроме того, самостоятельно изучил Тьму (она, по его наблюдениям, представляет собой «нечто вроде джинна, которого надо держать в бутылке»), использовал ее (путем деления на 10²⁰⁰) для вычисления факториалов чисел в интервале от 253 до 293, а главное — открыл способ, который позволяет, не прибегая к помощи коварных чудовищ 4-го этажа, записывать в программу коды, начинающиеся с пус-

тышки. (Это и есть тот «хитрый» прием, что был обещан в № 2.)

Скомандуйте, допустим, В/О КПП8. Калькулятор самопроизвольно переходит в режим ПРГ. Убираем точку — FПРГ. Слева на индикаторе горит 8, справа — 39. Значит, мы, вслед за Сергеем, ухитрились вписать в программу совершенно новую команду (с кодом «пусто — 8»), которой нет ни в одном руководстве по ПМК!

Гочно таким же способом можно «изготовить» остальные команды с кодами «пусто — цифра». Правда, при использовании регистров от 0 до 6 результат зависит от их содержимого; например, если число в регистре 0 заканчивается на 1 или 2, команда В/О КПП0 дает желаемый результат (на адрес 30 вписывается «пусто — 0»; похоже, кстати, на код команды F Вх, но только на первый взгляд — ноль и пустышка поменялись местами), в противном же случае на индикаторе появляется ЗГГОГ-мутант, «расшифровка» которого ни к чему хорошему не приводит. Легко проверить, что любая из этих новых команд в режиме счета по программе выполняет функции «пустой» (в некоторых случаях даже четче, чем КНОП, К1 и К2). Но главное — их коды можно использовать в качестве адресов перехода на последнюю десятку команд длинной побочной ветви 160-шагового цикла, о котором рассказывалось в № 2 за этот год. Других способов добраться до этих мест не существует (кроме довольно-таки утомительной «ходьбы пешком» — ШГ, ШГ в режиме ПРГ; именно так, кстати, совершил «кругосветное путешествие» по всему циклу восьмиклассник Д. Третьякович из Свердловска).

Например, сейчас в программу вписан код «пусто — 8». Если рассматривать его как адрес, то ему соответствует на главной ветви адрес 46. Используем это обстоятельство. F АВТ БП 37 F ПРГ БП (теперь на адресах '37—38 расположилась команда безусловного перехода БП 8) F АВТ БП 46 F ПРГ С/П (эта команда, по идеи, должна продублироваться и на адресе «пусто—8») F АВТ БП 37 С/П. После останова переходим в режим ПРГ. Справа горит 9 — мы попали куда хотели. Больше на индикаторе ничего нет — «темная зона».

Еще любопытнее получается, если с помощью, скажем, В/О КППА (или В, С, Д, Е — она же стрелка вверх) F ПРГ вписать в программную память код «пусто — буква» и попытаться использовать его в качестве адреса перехода (ШГ влево ШГ влево БП ШГ влево F АВТ С/П). Куда передастся управление? Для ответа на этот вопрос полезно предварительно расставить на адресах 48—52 подходящие «сети» (вписать туда команды С/П), а после останова перейти в режим ПРГ. Редакция честно предупреждает: результат будет весьма неожиданным.

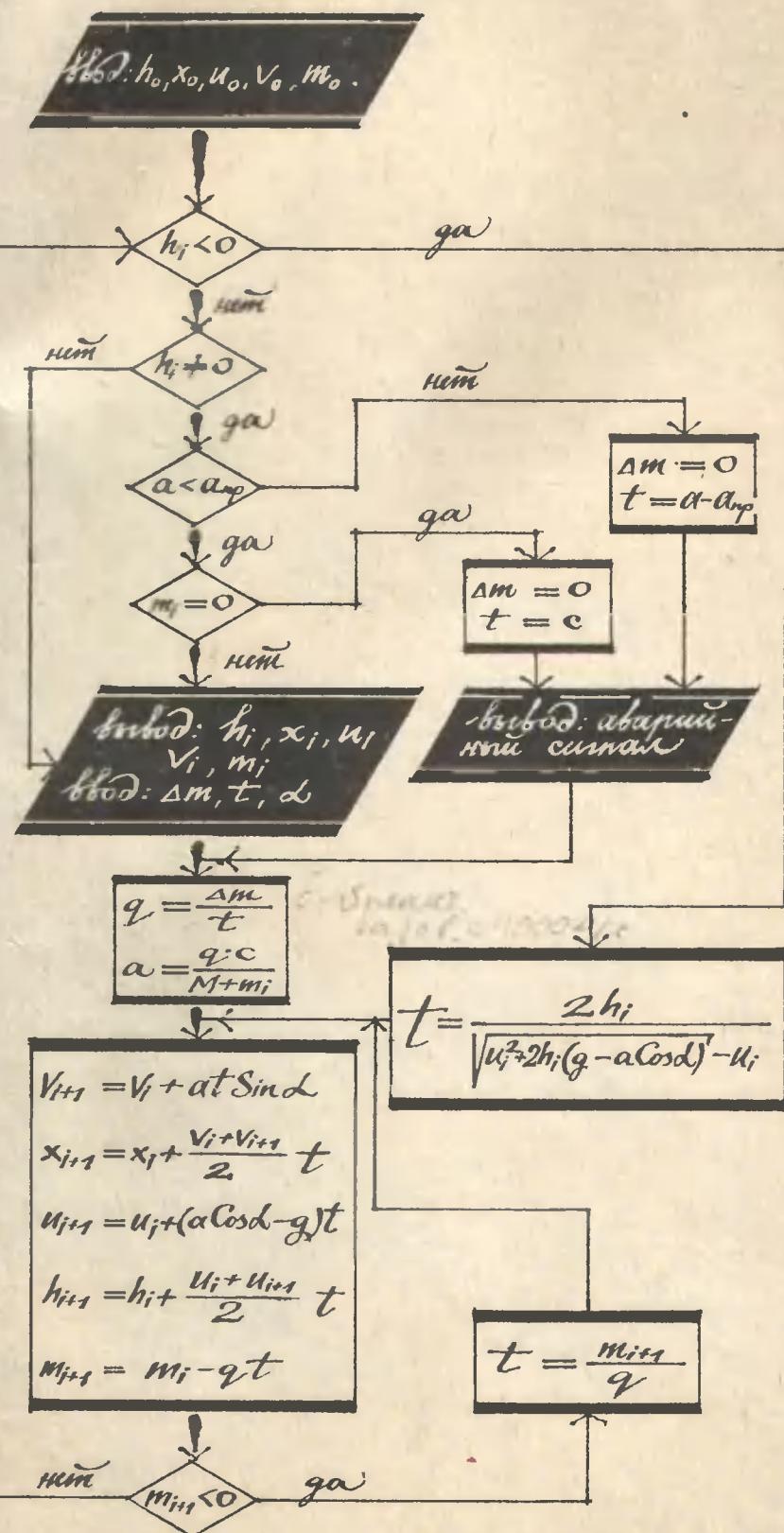
Михаил ПУХОВ

Блок-схема программы „Лунолет-2”

ПРОГУЛКА

по

«ЛУНОЛЕТУ»



Вряд ли кто из читателей «ТМ» переходит улицу с закрытыми глазами. Обычно мы придерживаемся строго определенного правила — подойдя к краю тротуара, останавливаемся, смотрим влево, оцениваем обстановку, доходим до середины улицы, затем смотрим вправо и либо пропускаем транспорт, либо заканчиваем переход. Как скажет математик, мы действуем по вполне определенному алгоритму.

Сегодня это слово можно услышать в разговоре людей самых различных профессий. Но термин «алгоритм» вовсе не порождение XX века. Это просто трансформированное имя средневекового математика аль-Хорезми (в переводе — «из Хорезма»). Его книга об искусстве вычислений в десятичной позиционной системе счисления во многом способствовала распространению в Европе столь привычных нам цифр и методов счета. В средние века европейцы называли алгоритмом именно десятичную систему и правила арифметических действий в ней. Все математики того времени даже делились на две группы — абацистов, которые вели расчеты на абаке, и алгоритмиков, владевших приемами письменных вычислений.

С тех пор смысл слова «алгоритм» изменился. Сегодня мы так называем набор правил для решения той или иной задачи. Сформулировать их можно по-разному.

Очень удобно представление алгоритмов в виде блок-схем, на которых хорошо видны структура алгоритма и связи между его отдельными частями. Подобно тому, как географическая карта позволяет туристам и путешественникам ориентироваться на местности, так и блок-схема помогает программисту «прокладывать маршрут».

С этого номера Клуб электронных игр (КЭИ) начал печатать «карты для программистов», то есть блок-схемы. Давайте же воспользуемся одной из них и совершим «путешествие» по алгоритму программы «Лунолет-2». Надеемся, что оно облегчит нашим читателям работу над собственными программами.

Итак, обратимся к рисунку. В его верхней части мы видим блок ввода исходных данных — вертикальной и горизонтальной скоростей, запаса топлива и координат точки старта. Затем следует несколько проверочных блоков. Об их назначении и работе мы поговорим несколько позже, а сейчас перей-

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА

дем к блокам вычисления текущих значений вспомогательных и основных переменных.

Прежде всего несколько слов о физической стороне задачи. На ракету, находящуюся в постоянном гравитационном поле при отсутствии атмосферы (а именно такая простейшая модель использована в программах «Лунолет-1» и «Лунолет-2»), действуют сила тяжести и тяга двигателя. Величина реактивного ускорения зависит от секундного расхода топлива, а направление определяется углом тяги. Этот угол вводится непосредственно (см. темный блок в середине рисунка). Кроме того, здесь же вводятся расход топлива на данном шаге и время, за которое он производится. После этого блок вычисления вспомогательных переменных определяет секундный расход и реактивное ускорение. Эти результаты передаются в блок вычисления текущих значений основных переменных.

Его задача — найти значения координат и скоростей после отработки двигателя. Так как ускорения постоянны, то используются хорошо знакомые из школьной физики формулы равнускоренного движения. Одновременно подсчитывается и количество оставшегося топлива.

Теперь, казалось бы, самое время выводить полученные величины на индикатор, но на рисунке путь к блоку вывода почему-то извилист и лежит через несколько проверок. В чем дело?

Действительно, игровые программы принципиально отличаются от обычных расчетных. Когда мы просто решаем уравнения, то действуем по принципу «куда прилетели, туда и прилетели». Вычислительная техника, неважно, компьютер или микрокалькулятор, подсчитывает координаты и скорости в конечной точке и выводит их на дисплей или индикатор. Нам остается только ознакомиться с результатами. В игровой же программе мы периодически вводим управляющее воздействие, в нашем случае — изменением величину и направление реактивного ускорения. Но ведь это можно сделать не всегда. Если, скажем, ваш лунолет превратился в «землерой», то есть высота получилась отрицательной, дальнейшая игра беспомощна. Чтобы выявить такого рода ситуации, в алгоритм и введены блоки проверок. Посмотрим же, как они работают.

Прежде всего выясним, сколько топлива осталось после маневра? Если запас окажется меньше нуля, значит, такой маневр невозможен, ведь летать на «отрицательном топливе» нельзя. Нужно вернуть лунолет в ту точку траектории, где кончилось горючее. Микрокалькулятор определяет, сколько секунд назад опустели баки, и передает это значение (отрицательное!) в блок вычисления основных переменных. Там оно подставляется в уравнения движения, и «бортовой компьютер» отводит наш летательный аппарат назад, по той же самой траектории, в точку, где иссякло

топливо. Именно с ее координатами и соответствующими скоростями продолжает работать программа.

Следующей «становится на проверку» высота. Если она неотрицательна (выход из блока сравнения по стрелке «нет»), то все в порядке. Если же лунолет уже «забурись» в недра планеты, надо извлечь его оттуда. Как это сделать?

«Бортовой компьютер» исправляет ошибку пилота тем же методом, что и в случае перерасхода топлива. Подсчитывается время «полета» под поверхностью планеты, и его значение (опять-таки отрицательное) передается в блок вычисления основных переменных. Лунолет возвращается по траектории назад, в точку финиша. Блок вывода сообщает о том, где мы оказались (значение горизонтальной координаты) и насколько мягкой была посадка (величины скоростей). Если же высота еще положительна, то наступает через следующей проверки — «биологический».

Из-за слишком большой перегрузки экипаж лунолета мог потерять сознание (выход по стрелке «нет»). В этом случае управление берет на себя автомата — выводится аварийный сигнал, останавливается двигатель, и некоторое время полет происходит по инерции. Оно определяется разностью реактивного и предельно допустимого для пилотов ускорений, что достаточно разумно для игровых программ. Блоки вычисления переменных определяют, где окажется аппарат, когда экипаж вновь сможет «взять в руки штурвал». Если же перегрузки не превысили нормы, то мы выводим из блока сравнения по стрелке «да» на последнюю проверку: наличия топлива.

При пустых баках управление вновь передается бортовому компьютеру — он задает нулевой расход (ведь летать то уже не на чем), большое (порядка тысяч секунд) время и передает эти данные в блок вычислений. Пилотам остается лишь созерцать аварийный сигнал и ждать, когда они «куда-нибудь свалятся» (по меткому выражению Лунного Коршуна). Если же топливо еще есть, то можно продолжать полет. ПМК «кладывает обстановку» и ждет очередной команды с пульта.

Приведенная блок-схема удобна для постановки игры на персональном компьютере, так как его возможности несравненно больше, чем у микрокалькулятора.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. «В соответствии с Основными направлениями реформы общеобразовательной школы исполнительный комитет Октябрьского районного Совета народных депутатов Тюменской области определил меры по обеспечению компьютерной грамотности учащихся средних школ района, — пишет в редакцию председатель исполкома А. М. Вахонин. — Постановлением Октябрьского районного комитета КПСС и Октябрьского райисполкома от 24 апреля 1985 года принято решение создать вы-

числительный центр в опорной Сергинской средней школе и серьезно оснастить его новейшими современными персональными компьютерами, выделив на это материальные средства от базовых предприятий, и считать этот центр учебно-методической базой в масштабе школ района по изучению методики преподавания основ информатики и вычислительной техники... В настоящее время создана лаборатория, где установлены две микро-ЭВМ ДЗ-28, дисплеи ИЭ-00-13, термопечатающее устройство... Машины работают по 9 часов в сутки, машинного времени, чтобы удовлетворить всех желающих, явно не хватает — мало машин. Интерес к вычислительной технике и программированию чрезвычайно высок.

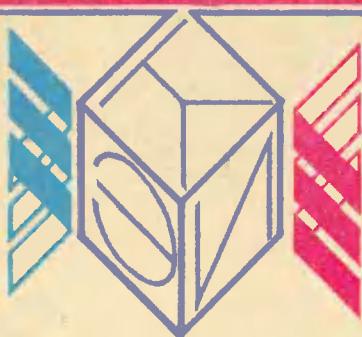
Особенно заинтересовались дети статьями о фантастических электронных играх на космические темы, напечатанными в журнале «Техника — молодежи». Девятиклассники Латыпов Урал и Заволока Владимир, слушатели факультатива «Программирование на БЕЙСИКе», решили перенести все эти игры на машину ДЗ-28. Сейчас программа «Лунолет-1» переведена на язык БЕЙСИК. Программисты полностью разобрались в алгоритме, нарисовали блок-схемы. Программа получилась очень красивой, с интересными комментариями, объяснениями непонятных ситуаций, возникающих при взлете и посадке. Игра идет в виде урока, который ведет ЭВМ. Сейчас началась работа над «Лунолетом-2». В перспективе — все ваши интереснейшие программы перенести на микро-ЭВМ.

Мы ознакомились с программой тюменских школьников, любезно предоставленной руководителем юных программистов С. П. Митрофановым. Сделана она достаточно профессионально, кроме того, ребятам не откажешь в чувстве юмора. Так, при посадке со скоростью, превышающей 10 м/с, на дисплее появляется сообщение: «Я вас могу успокоить лишь тем, что по вас плачут родственники и друзья». Если же посадка была удачной, то компьютер «присваивает вам очередное звание» (вплоть до генерала) и предлагает совершить следующий полет в более сложных условиях. Кроме того, игра снабжена и комплексом предстартовых проверок, когда надо ответить на ряд несложных теоретических вопросов, касающихся будущего полета. Но здесь надо быть осторожным и внимательным. По крайней мере, представитель администрации КЭИ, заявивший, что выдерживает пятнадцатикратные перегрузки, немедленно был «снят с полета за хвастовство».

Персональный компьютер позволяет также вести игру в реальном масштабе времени. Это, конечно, приближает ее к действительности. Пока администрация КЭИ такими программами не располагает и идеется здесь на помощь читателей.

Сергей АЛЕКСЕЕВ,
инженер

СДЕЛАЙ САМ СЕБЕ РАКЕТУ



Как видим, наше клубное помещение постепенно обставляется новой мебелью (блок-схемами), виртуозно спроектированной художником Евгением Катышевым. Из-за этой замечательной мебели (блок-схем) оно все больше теряет привычные контуры детской площадки для игр, становясь похожим скорее на научную лабораторию или в крайнем случае на машинное отделение (отсек, в котором стоят ЭВМ) какого-нибудь фантастического фотонного-подобного пространственного звездолета...

Впрочем, надо признать со всей откровенностью: для многих читателей нашей рубрики всякие игры кончились уже после выхода «ТМ» № 9 за прошлый год. Космонавтика, как выяснилось, не игра, а работа, и работа довольно-таки утомительная. «При орбитальных переходах... слишком долго ждать результата. Виток, два витка, иногда больше. Причем каждый виток — это полтора часа, два... Вот и крутиться. Изматывает...» — так характеризовал ситуацию М. Коршунов. Можно, конечно, махнуть рукой на цели и задачи «Кон-Тики» и просто играть. Так, О. Роженцов из города Голицына Московской области взял большой лист миллиметровки, начертил замысловатый лабиринт, ввел в ПМК программу «Лунолет-2» и... Вот что он рассказывает: «Изменяется просто смысл игры. Теперь она заключается в прохождении корабля по лабиринту. Цель может быть разной (например, сесть в то же место, если трасса замкнута). Исходные данные лучше изменить: ускорение свободного падения задать равным нулю, уменьшить скорость истечения продуктов горения, разместить в лабиринте промежуточные заправочные станции и т. д. Этую игру можно использовать и для двух игроков с двумя ПМК, например устроить гонки на трассе...»

А вот еще один небезинтересный опыт. «Получил массу удовольствия, гоняя на «Кон-Тики» по всей Луне», — пишет А. Арсеньев из города Березники Пермской области. — Получил немало «шишек», много моих «могил», увенчанных обломками «Кон-Тики», осталось на поверхности нашего естествен-

ного спутника. Методом «тыка и вытыка», как у нас говорят, освоил выход на орбиту и сход с нее. К сожалению, дефицит свободного времени не позволил мне принять участие в перелете на Землю. Поэтому, начиная состыковки со станцией «Юрий Гагарин», я стал наблюдателем и болельщиком. Уже в окололунном орбитальном полете начинает ощущаться недостаточный динамизм обстановки. Виной тому — малый шаг приращения времени и фактическое бессилие оператора, «болтающегося» на орбите. Именно из-за этого я увлекся «высшим пилотажем»: не выключая двигателя, меняя лишь направление вектора тяги, делал мертвую петлю в горизонтальном полете на небольшой высоте...»

Тем не менее, несмотря на все объективные и субъективные трудности (присутствующие, кстати, и в реальном полете), большая группа читателей не только аккуратно выполняла предлагавшиеся задания, но и ежемесячно представляла в редакцию (ЦУП — «ТМ», как метко окрестил КЭИ А. Морев из Устинова) объемистые отчеты о каждом этапе полета. Основным «транспортным средством» для тренировочных орбитальных полетов служили программы «Лунолет-3» и «Вершина». Их обобщенная блок-схема приведена на рисунке, ее подробное описание можно найти в разделе «Алгоритмическая гимнастика». Дополнительно к программе «Лунолет-2» введены следующие постоянные и переменные величины: K — гравитационная постоянная планеты, равная произведению квадрата ее радиуса на ускорение свободного падения на поверхности; R — радиус планеты; r — текущее расстояние от ее центра; ϕ — угловая координата; V_{kp} — кривая скорость на данной высоте. Рельеф учитывается заданием какой-либо зависимости радиуса планеты от угловой координаты.

Программы «Лунолет-3» и «Вершина» реализуют упрощенные варианты приведенной блок-схемы. В первой из них счетный блок сохранен полностью, зато использован упрощенный посадочный блок, подробно описанный в «ТМ» № 3—4 за этот год. Радиус планеты считается постоянным. Конкурсное задание по «кругосветному» путешествию особых затруднений не вызвало (разумеется, у тех читателей, кто благополучно справился с баллистическим перелетом на 250 км). Что же касается «скрытых» возможностей ПМК (а участники перелета, и это радует, проявили себя не только мужественны-

ми пилотами, но и высококвалифицированными бортинженерами: смело вносили изменения в опубликованные программы и разрабатывали свои собственные), надо отметить предложение десятиклассника Льва Роканиди из Сызрани: хотя он несколько задержался с представлением отчета, зато придумал оригинальный способ преобразования сообщения ($E=0$) в ($E=0$) с помощью команды ВП 9 КНОП. Этот способ, по убеждению администрации, открывает пути дальнейшего совершенствования данной серии космических аппаратов.

«Кон-Тики» выходил на орбиту по-разному, но на это всегда уходило несколько больше двух тонн топлива (вспомним: «Ракете легче финишировать, чем стартовать, потому что на финише она сама легче»). Приведем, например, мнение А. Артамонова из города Апрелевки Московской области. «Режим вывода аппарата на орбиту таков. Сначала его нужно разогнать на малой высоте до первой космической скорости. При этом израсходуется большая часть топлива и аппарат станет легче примерно на 2 т. Затем (достигнув нужной высоты. — М. П.) придать ему дополнительный корректирующий импульс и вывести на круговую орбиту. Как указано в тексте, никаких особых препятствий, кроме горного хребта на обратной стороне Луны, на пути аппарата нет. Поэтому разгон на малой высоте, по-видимому, можно считать допустимым».

Надо сказать, что участники тренировочных рейсов в ряде случаев оценивали свои действия без намека на занятие и хвастовство, с ощущимым элементом самокритичности. «Несколько дней и ночей, отрываясь нехотя лишь на еду и кратковременный сон, я методично разбивал лунолет за лунолетом, «размазывая» их по поверхности», — пишет студент ЛГУ Д. Журавлев, делился своим первым опытом пилотирования ракетных аппаратов. «Посадка без больших повреждений», — рапортует А. Морев. — Недолет, правда, порядка 1500 м. Но, вероятно, посадочная площадка космодрома позволит мне несколько удалиться от ее центра». И так далее.

В программе «Вершина» гравитационное, кориолисово и центробежное ускорение не зависят от высоты, зато имеется рельеф: отклонение радиуса планеты от нулевой отметки в окрестностях начала координат задается колоколообразной кривой, носящей красиное математическое название «локон Аньези». Кроме того, в «Вершине» ис-

пользован тот же посадочный блок, что и на нашей блок-схеме. Все тот же неутомимый в своих критических замечаниях Л. Роканиди и С. Вардин из Москвы выражают (в письменной форме!) свои сомнения по поводу рекомендуемой для программ «Вершина» и «Маскон» формулы для расчета круговой скорости; по их мнению, команду ИП7 следует заменить на ИПА, ибо, по словам С. Вардина, «из текста следует, что от высоты не зависит ускорение силы тяжести, а не круговая скорость (что было бы странно!)».

Необходимо дать пояснение. Как уже отмечалось, сила тяжести в этих программах считается постоянной. Естественно, это верно лишь в узком приповерхностном слое. Поэтому круговая скорость в программе «Вершина» действительно не зависит от высоты; если согласиться с поступившими предложениями, она, вместо того чтобы уменьшаться с высотой, увеличивалась бы (что было бы действительно странно!). Впрочем, при полетах на малых высотах это особого значения не имеет.

М. Точин из Вологды, Ю. Кузнецов из Куйбышева и А. Аула из Запорожья сообщили, что в программе «Вершина», по их мнению, содержится ошибка: происходит ее зацикливание, причем команда с пульта С/П В/О С/П не помогает — программа снова зацикливается. Естественно, критика предлагается конструктивная — все трое изобрели различные методы устранения неприятности, основанные на модернизации алгоритма посадки. Однако главное достоинство посадочного блока программы «Вершина» — возможность выполнения посадки на крутом склоне, причем даже в горизонтальном полете, — при этом теряется.

Разбор показал:

1. После ввода исходных данных, опубликованных в журнале, лунолет в начальной позиции находится, как правильно подметил М. Точин, на высоте —6,2 м, то есть как бы в стартовом колодце. Причина в том, что подошла горы, перелет на которую надлежит выполнить, тянется довольно далеко. Если стартового импульса не хватает, чтобы вывести корабль из колодца, программа действительно зацикливается (это легко проследить по блок-схеме). Если же импульс достаточен, никакого зацикливания не происходит и можно смело лететь дальше.

2. Из-за медленной сходимости метода половинного деления и малого быстродействия ПМК при посадке корабля может сложиться впечатление, что программа зацикливается. У пилота возникает искушение остановить программу с пульта (С/П), скомандовать В/О С/П и продолжить вычисления. Такие действия приводят к неправильному выходу из подпрограммы, стековая память адресов возврата засоряется, и происходит зацикливание. Подобная неприятность может случиться и в других программах, использующих вло-

женные друг в друга (наподобие матрешек) подпрограммы.

3. Избавиться от зацикливания в подпрограмме можно следующим образом: отдать с пульта команду С/П, а затем повторить несколько раз последовательность БП 92 ПП, пока не произойдет передача управления на адрес 01. После этого командой В/О С/П можно вновь запускать программу (вместо адреса 92 можно использовать любой другой, на котором записана команда В/О — в нашем случае 85).

Надо отметить, что не все читатели вели свои корабли к вершине по низкой окололунной орбите. Некоторые, «тряхнув стариной» (вспомнив предыдущее задание), совершили баллистический суборбитальный перелет, сэкономив на этом деле бензин для полета. Поскольку в задании ничего не говорилось о выходе на орбиту, это совершили правильное решение.

О программе «Маскон» поговорим особо. Вероятно, целесообразно обсудить ее вместе с «Лунолетом-4». («Луна — это маскон! Маскон — концентрат массы в гравитационном поле планеты!.. Увеличь Землю до размеров лунной орбиты, тогда ты меня поймешь!»)

На «устные» задания тута удачнее всех, по нашему мнению, ответил восемьклассник В. Ладохин из города Сургута Тюменской области, задержавшийся, кстати, на старте суборбитальных полетов: «Прошу меня извинить за то, что опоздал, просто калькулятор мне купили недавно». В ЦУП — «ТМ» причина признанауважительной. Начиная с задания № 2 В. Ладохин стал одним из наиболее дисциплинированных участников перелета.

Напомним заданные вопросы:

4) Прав ли был Коршунов, когда демонтировал 50 кг навигационной аппаратуры? Зачем он так поступил?

5) К какому приближительно переходу топлива привела встреча «Кон-Тики» с масконом?

6) Видите ли вы какой-нибудь выход из сложившейся на «Кон-Тики» ситуации (кроме того, который предлагает Коршунов)?

А вот ответы Вадима:

4) Коршунов был прав. Так как лунолеты типа «Кон-Тики» не предназначены для орбитальных полетов, то и аппаратура у них была соответствующая. Поэтому при орбитальном, а тем более межпланетном полете большинство приборов «Кон-Тики» будет бесполезным грузом.

5) При встрече «Кон-Тики» с масконом переход топлива составил не более 5 кг.

6) Я думаю, что идти за борт никому не надо. Топлива на посадку хватит.

* * *

«По завершении рейса «Кон-Тики» хотелось бы увидеть в этом разделе новые игровые программы,— пишет девятиклассник Е. Бедекер (ст. Полетаев Челябинской области).— С их помо-

**Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ**

щью, кроме удовольствия, полнее узнаешь возможности своего ПМК. Но вот еще было бы объяснение принципа составления и нюансов этих программ. Чтобы программа виделась осмысленным рядом действий, а не бездумным набором знаков. Чтобы с помощью вашего журнала научиться не только исполнять готовые программы, но и составлять их самому».

«С помощью МК-54 и программ, публикуемых в журнале, мы с другом совершили несколько увлекательных путешествий,— развивает похожую точку зрения 17-летний А. Дибривный из Херсона.— Нам бы хотелось совершить более сложные путешествия — к комете Галлея, к другим планетам Солнечной системы, к другим звездам, но мы не знаем, как составить программы для таких путешествий. Не могли бы вы рассказать, как можно составить такие программы, помочь нам в их составлении?»

«Я не думал о ПМК, но благодаря вашим публикациям попросил на день рождения именно программируемый,— сообщает не назвавший своего возраста Д. Евдокимов из Ленинграда.— В конце октября мне купили с трудом (дефицит почему-то!) МК-54. Теперь я осваиваю ваши программы. Спасибо вам за них! То, что вы придумали этот



клуб, очень здорово! Но посвятите хотя бы один номер тому, как самому придумывать игры. Составить программу решения уравнения легко, а игру никак... Научите составлять игры!»

Что ж, пожелания законные, давайте придумаем игру вместе. По глубокому убеждению администрации, главное — это название. Назовем ее, скажем, «Многоступенчатая ракета». Ясно же, что на лунолете класса «Кон-Тики» далеко не улетишь, даже взлететь с Земли вряд ли удастся. Поставим задачу так: количество ступеней произвольно, после команды на отделение ступени действуется следующая. Желательно, чтобы программа в обращении не была сложнее «Лунолета-3», который и возьмем за основу. Неплохо было бы сохранить и видеосообщения. Договоримся все постоянные и переменные величины оставить в прежних регистрах. Только теперь в регистре D разместится запас топлива первой ступени, а в регистре 5, ясное дело, — ее «сухая» масса плюс полная масса всех последующих ступней, включая полезную нагрузку.

Посмотрим, какие внутренние резервы есть у нашего «Лунолета-3». Команды, записанные по адресам 12—18, никакой роли не играют, просто повышают сервисность программы, рассчитывая и переводя в регистр У круговую скорость на данной высоте. Это семь команд. Можно ли уместить сюда «многоступенчатый блок»?

Возьмем простейший случай. Пусть при зажигании двигателя каждой ступени полная масса ракеты распределяется поровну между следующими компонентами: 1) масса топлива нижней ступени; 2) масса ее конструкции; 3) масса всех последующих ступеней, включая полезную нагрузку. Легко видеть, что после команды на отделение ступени необходимо проделать следующие операции:

- 1) разделить оставшуюся массу ракеты (содержимое регистра 5) на 3;
- 2) полученное число записать в регистры 5 и D;
- 3) вернуться на начало программы.

Наиболее простая последовательность команд, реализующая данный алгоритм, такова (адреса условные): 01.ИП5 02.3 03.÷ 04.П5 05.ПД 06.БП 07.00. Уложились ровно в семь команд! Блок сконструирован, но куда егоставить? И каким образом, не усложняя работы с программой, отдавать команду на разделение ступней???

Обратим внимание на блок-схему, на то место, где производится проверка на перерасход топлива. Если вы внимательно следите за «топливными ресурсами», она бесполезна. Что, если команду с перерасходом сделать сигналом на отделение ступени? Значит, надо сделать так, чтобы при перерасходе управление перешло на только что сконструированный «блок многоступенчатости»!

Тот, кто хочет внести необходимые исправления сам, может «приглушить звук». Для остальных сообщаем алго-

ритм преобразования «Лунолета-3» в «Многоступенчатую ракету»:

- 1) Выбросить из программы команды по адресам 12—18;
- 2) Команды по адресам 19—26 «сдвинуть» вверх. Теперь они будут занимать адреса 12—19.
- 3) Вписать на адреса 20—21 команды 20. Fx<0 21. 29.
- 4) Вписать на адреса 22—28 только что сконструированный «блок многоступенчатости».

Ракета построена. Вводите видеосообщения, нужные вам исходные данные, заливайте в баки горючее, определите себе цели полета — и в путь! Только администрация настоятельно рекомендует: внимательно следите за содержимым регистра 5. Ведь это масса всех пока еще бездействующих ступней, включая полезную нагрузку. Не забывайте, что в нее входите и вы сами! И если команда ИП5 на очередном останове выдаст на индикатор, скажем, число 100, администрация обоснованно опасается, что вам, увы, уже ничего не поможет...

«Недавно просматривал ваш журнал № 10 за 1985 год, в частности рубрику «Клуб электронных игр», и возникло желание спросить: почему сообщение микрокалькуляторов типа БЗ-34 и МК-54 по ошибке ERROR на страницах вашего (впрочем, не только вашего) журнала печатается в виде ЕГГОГ? — справедливо недоумевает А. Федоренко из Новосибирска. — Если это результат стремления избежать дополнительных трудностей при наборе, то оправдано ли такое стремление, в результате которого вместо осмыслиенного и понятного (по крайней мере, переводимого) слова появляется какой-то птичий набор?»

Отвечаем по существу. Для нас и наших читателей ЕГГОГ в первую очередь это: 1) условное обозначение чисел с порядками между 100 и 200 (см. № 1 с. г.), которые можно, например, записывать в регистры, отдавать по ним команды косвенной адресации (об этом еще расскажем) и т. д.; 2) своеобразное «прикрытие», пользуясь которым можно вызывать в регистр X и подвергать различным операциям числа, которые иначе вызвать не удается, скажем Тьюм (№ 3); 3) универсальное «сырье», из которого можно получать такие полезные продукты, как символы Е, Г, С, Л и —. Даже языки как-то не поворачиваются назвать столь бесценное сокровище « ошибкой », пусть даже на английском языке...

Кстати, насчет символов Е, Г и т. д. «Почему вы написали, что после адреса 99 идут (в БЗ-34) адреса A0...A9, B0...B9, C0...C9, D0...D9, E0...E9, 0...9? — просит разъяснений заинтересовавшийся проблемой 160-шагового цикла А. Коротков из Тулы. — У меня они идут в следующем порядке: —...9, L0...L9, C0...C9, G0...G9, E0...E9, 0...9. А «темная зона» начинается с адреса C3, а не C1, как сказано у вас».

Охотно даем разъяснения. Во-пер-

вых, символы —, Л и Г есть соответственно коды букв А, В и Д, так что никакого противоречия в первом обнаруженнем факте нет. Кстати, странички нашего клуба (или стены?) пронумерованы именно этими кодами. Второе замечание справедливо — «темная зона» начинается не с адреса C1 (что было бы странно!), а с адреса C0. При переходе же на адрес C2 она сплошь заполняет индикатор.

Наконец, сообщение, которое, несомненно, порадует всех любителей, если можно так выразиться, «компьютерной грамматики». Буквально накануне отправки номера в производство администрация КЭИ получила сенкционную телефонограмму следующего содержания:

«Извещаю, что мною получен простой способ формирования на БЗ-34 любых комбинаций из цифр и символов Е, Г, С, Л, —, не начинаяющихся с 0. Для этого нужно ввести в ПМК следующую программу: 00.КИП0 01.ВП 02.7 03.П9 04.КИП9 05.КИПЕ 06.ИП9 07.ХУ 08.ХУ 09.ВП 10.ВП 11.1 12./— 13.ФЛ0 14.03 15.С/П.

(Е по адресу 05 означает стрелку вверх. — М. П.)

После ввода программы нужно сформировать и ввести в регистры 1, 2 и т. д. вплоть до 8 необходимые символы в том же порядке, в каком они входят в состав необходимого слова. Например, если вы хотите получить на индикаторе «слово» ГО-ГО-ГО, нужно ввести букву Г в регистры 1, 4 и 7, обнулить регистры 2, 5 и 8, ввести символ «—» в регистры 3 и 6. В регистр 0 заносится число букв в слове, не считая замыкающих его нулей, плюс один. В нашем случае 8. Теперь В/О С/П. Через десяток секунд на индикаторе появляется заказанное вами слово (с точностью до положения десятичной точки, но она легко переносится с помощью команды ВП).

Сообщаю также, что мною сконструирован инструмент для программного получения символов Е, Г, С, Л и —. Вот соответствующая программа: 00.↑ 01.Сх 02.ХУ 03.ХУ 04.ВП 05.С/П. (По адресу 00 вписана стрелка вверх.) Если подать на ее вход цифру 9, после останова получим —. Если —, то L. Букву Е лучше не вводить — она дает «пустышку», а это символ весьма опасный.

В. Архипов.

Администрация КЭИ объявляет Владимиру Архипову благодарность и в этой связи дает следующее задание:

1) Получить максимальное число осмысленных слов и прислать их.

2) Придумать, каким образом, несмотря на категорическое утверждение нашего постоянного корреспондента, можно зафиксировать на индикаторе и записать в адресуемые регистры, скажем, названия программ «ОС-1», «ОС-2», «ОС-3».

Михаил ПУХОВ

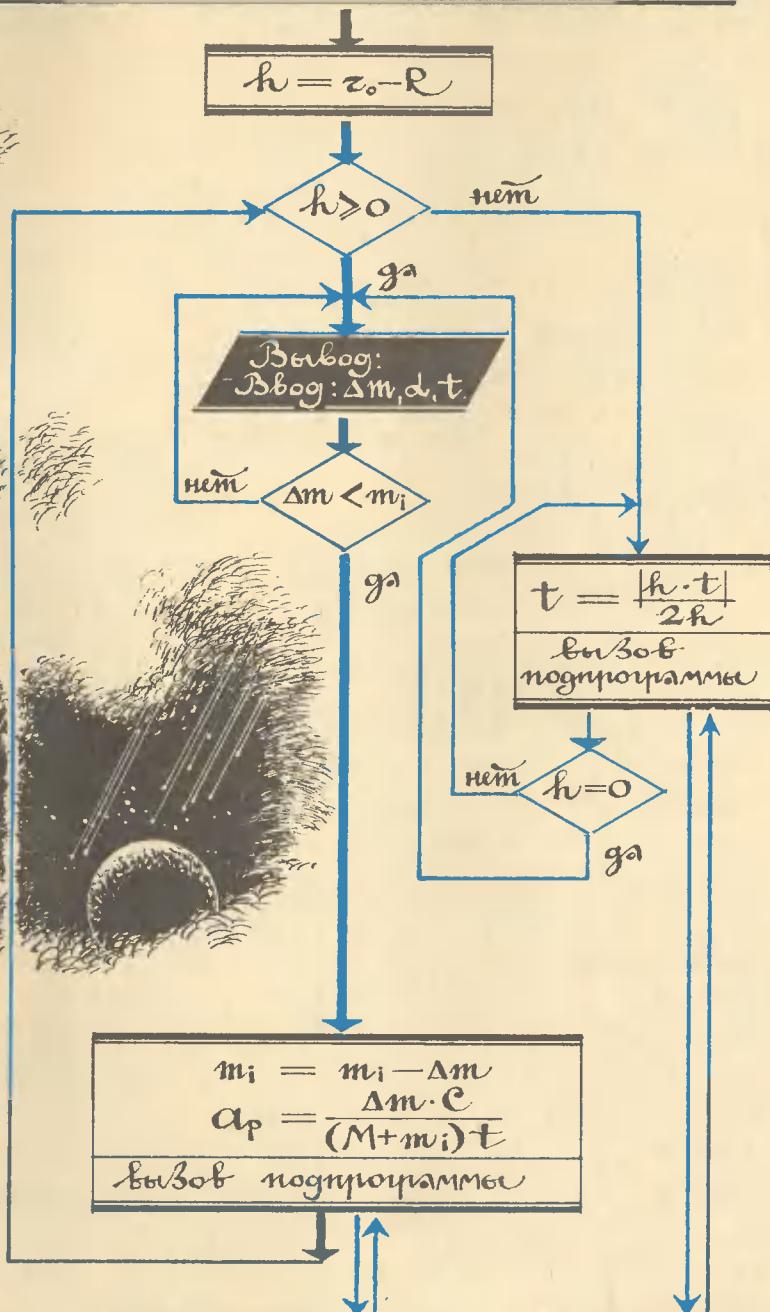
ПРОГРАММА С ПРИПЕВОМ

Как печатают текст какой-нибудь песни? Сначала первый куплет, потом припев, потом второй куплет, а потом... лишь одно слово — «припев». Точно так же и после третьего куплета, если он, конечно, есть и т. д. В самом деле, зачем несколько раз печатать одни и те же строчки, когда достаточно указать, лишь где их нужно исполнять..

Аналогичная ситуация встречается и в программировании. Например, решая системы дифференциальных уравнений, приходится неоднократно вычислять правые части уравнений, при этом алгебраические формулы одни и те же, изменяются лишь значения входящих в них переменных. Конечно, нецелесообразно в такой задаче многократно выписывать в программе одно и то же. Специалисты давно придумали способ составления программ с «припевом». Повторяющаяся часть программы записывается только один раз в виде отдельного блока, которому присваивают собственное имя (набор цифровых или буквенных символов), чтобы его можно было отличить от других. Такие блоки носят название подпрограммы. Теперь, когда требуется обратиться к подпрограмме, то в тексте основной программы ставится специальный оператор вызова подпрограммы, вслед за которым указывается ее имя.

После того как мы познакомились с понятием подпрограммы, пора открыть небольшой «секрет» — возможно, что многие члены КЭИ оказались в положении мольеровского Журдена, который говорил прозой, не зная, что он говорит прозой. Ведь мы уже давным-давно использовали подпрограммы, путешествуя на «Контики» вместе с Лунным Коршуном. Чтобы убедиться в этом, обратимся к блок-схеме «орбитальной» программы. Прежде всего о физической стороне задачи. Мы рассматриваем полет ракетного летательного аппарата по орбите вокруг безатмосферной планеты. При этом, кроме тяги двигателя и притяжения небесного тела, на лунолёт действуют центробежная и кориолисова силы, дающие вклад в вертикальное и горизонтальное ускорения соответственно.

Ввод исходных данных



Логика программы:

$$a_r = a_p \cdot \cos \delta - \frac{\kappa}{r^2} + \frac{v^2}{r}; \quad a_x = a_p \sin \delta - \frac{v^2}{r};$$

$$v_{i+1} = v_i + a_r \cdot t; \quad \varphi_{i+1} = \varphi_i + \frac{v_{i+1} + v_i}{2r_i} \cdot t;$$

$$r_{i+1} = r_i + \frac{v_{i+1} + v_i}{2} \cdot t; \quad \Phi_{i+1} = \Phi_i + \frac{v_{i+1} + v_i}{2r_i} \cdot t;$$

$$h = r_{i+1} - R; \quad V_{kp} = \sqrt{\frac{\kappa}{r_{i+1}}};$$

АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА

Ну а теперь пора «запевать песню», то есть проследить по блок-схеме работу программы. Сначала вводятся исходные данные, необходимые для совершения полета,— характеристики планеты и аппарата, начальные значения переменных. Затем вычислительная система определяет начальную высоту, так как в уравнениях движения в качестве текущей переменной выбрано расстояние от центра планеты. Далее идет уже знакомый нашим читателям по предыдущему выпуску рубрики блок проверки положительности высоты. Основную роль он играет при дальнейших маневрах, а сейчас мы просто выходим из ромба по стрелке «да» — ведь не искать же полезные ископаемые в недрах планеты мы собрались? И наконец, беремся за рычаги управления — вводим значения расхода топлива, угла тяги и время маневра.

Но прежде чем начать полет, бортовой компьютер проверит, не перерасходим ли мы топливо. Если все в порядке — выход из блока проверки по стрелке «да», то приступает к работе блок вычисления реактивного ускорения. Он действует аналогично такому же блоку в программе «Лунолет-2» (см. «ТМ» № 5 за 1986 год). Кроме ускорения, этот же блок подсчитывает и запас оставшегося топлива. Итак, «куплет пропет», переходим к «припеву», — обращаемся к подпрограмме, которая определяет значения текущих переменных.

Несколько слов о ее работе. В первую очередь вычисляются составляющие ускорения — вертикальная и горизонтальная. Первая определяется проекцией реактивного ускорения на вертикаль, гравитационным ускорением, которое в нашем случае может быть переменным (так как меняется радиус орбиты), и центробежным ускорением. Вторая — проекцией реактивного ускорения на горизонтальное направление и кориолисовым ускорением. При нахождении проекций скорости и значений текущих координат используются обычные формулы равнускоренного движения, которые при своей простоте обеспечивают достаточную точность для задач подобного типа.

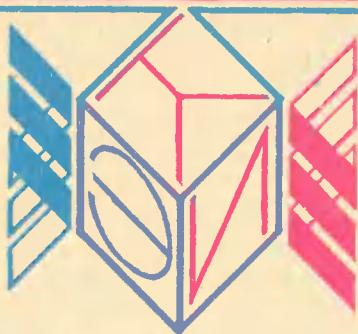
После окончания «припева» мы возвращаемся в основную программу и снова проверяем положительность высоты. Если полет проходит в нормальных условиях (вы-

ход из блока проверки по стрелке «да»), то опять беремся за рычаги управления и еще раз повторяем «куплет — припев». Наша «песня» продолжается до тех пор, пока мы либо благополучно не завершим перелет, либо...

«Этот человек... Бёрст врезался в Луну», — писал Станислав Лем в одном из рассказов о пилоте Пирксе. Ну что ж, никто не гарантирован от неудачи, и в нашем полете возможна ситуация, когда неосторожный маневр приводит к тому, что лунолет оказывается погребенным в недрах планеты (из блока проверки высоты мы выходим по стрелке «нет»). Нужно извлечь его оттуда. Это мы уже делали в программе «Лунолет-2», но сейчас предлагаем вам еще один метод. Как и в предыдущем случае, «спасение утопающих» оказывается делом не их рук, а микрокалькулятора. Время неудачного маневра делится пополам, причем знак его оказывается совпадающим со знаком высоты — если высота отрицательна, то и время отрицательно. Потом происходит обращение к подпрограмме, в нее вводится полученное отрицательное время, и лунолет проводится по траектории назад, при этом находится новое значение высоты. Затем оно сравнивается с нулем. Если высота занулилась, а при ее вычислении заодно происходит ее округление, программа заканчивает свою работу, прилунение (удачное либо неудачное) завершено. Если же высота отлична от нуля, то бортовой компьютер продолжает трудиться: время вновь делится пополам, а так как его знак совпадает со знаком высоты, то с помощью подпрограммы продолжается либо «извлечение» аппарата из недр планеты, либо — аналогичное пошаговое снижение. Существенно, что на каждом шаге приходится обращаться к подпрограмме. Конечно, «песня», в которой постоянно много раз подряд повторяется только «припев», не слишком содержательна, но что поделать, винить в этом можно только себя: чем точнее произведен последний маневр, тем она короче. В конечном счете лунолет оказывается на поверхности планеты, но, увы, ваша заслуга в этом невелика.

На этом очередная «зарядка» заканчивается.

Сергей ВОЛКОВ,
инженер



Эй, ребята на Фобосе!
Как вы слышите нас?
На своем ракетобусе
Мы на марсовом глобусе
Приземлимся сейчас.

Эй, дежурный на крохотной
Марсианской луне!
Доложи, что не плохо нам
В этом дизельном грохоте,
Доносимом извне...

Не завидуйте, братья, нам:
Нас никто не встречал.
Над цепочкою кратерной
Для себя основательный
Сами ищем причал...

ГЛЯДИ В ОБА — ВПЕРЕДИ ФОБОС!

Энергичные строки Виктории Багинской из Краснодара как нельзя лучше соответствуют настроениям участников рейса «Кон-Тики», совершивших по заданию редакции еще и перелет из окрестностей Марса на его естественный спутник (см. «ТМ» № 11 за 1985 год). На этот раз, помимо традиционного «математического» отчета, состоящего в основном из цифр, кратких пояснений и фрагментов программ, требовалось представить и «литотчет» о полете объемом в 3—4 страницы. Впрочем, один из предполагаемых победителей нашего «астропробега», 25-летний инженер-механик Александр Артамонов из подмосковного города Апрелевки вместо представления полновесного художественного отчета ограничился расширением своей пояснительной записи: «Задачу о перелете со станции, вращающейся на орбите Марса, на Фобос решить «в лоб», методом обычного пилотирования, очень трудно. Дело в хронической нехватке горючего, возникающей из-за неэкономичного режима полета. Наиболее оптимальным выглядит следующий сценарий перелета. Стартовав со станции, разогнать корабль до вертикальной скорости 1000—1300 м/с. Затем, регулируя

тягу двигателей, поддерживать горизонтальную скорость корабля, равной первой космической для данной высоты. Если скорость меньше, возникают энергетические потери, связанные с преодолением силы тяготения; если больше, вертикальная скорость начнет увеличиваться и возникнет необходимость в дополнительных затратах на торможение... На высоте порядка 7500—8000 км выключить двигатель и перейти в свободный полет. Под действием силы Кориолиса горизонтальная скорость корабля начнет уменьшаться. Когда она станет меньше первой космической, вертикальная скорость начнет уменьшаться также. Не долетая 40—50 км до орбиты Фобоса, включить двигатель и начать активное торможение. На расстоянии 10—20 км от его поверхности перейти на программу ОС-3 и продолжать полет в окрестностях спутника. Посадку удобно производить в центре видимой либо невидимой стороны или же в центре «переднего» либо «заднего» (по ходу движения спутника) полушария. В этих точках удобно контролировать качество посадки».

В ЦУП-ТМ этот отчет был засчитан, как и ответы Анатолия Копосова из села Пышуг Костромской об-

ласти, Андрея Долгалло из Ленинграда и Сергея Вардина из Москвы, представивших на этот раз только цифры, зато в предыдущих турах весьма красочно описавших свои злоключения при орбитальных и суборбитальных вылазках. Кстати, именно на пути к Фобосу роковая катастрофа подстерегла автора термина ЦУП-ТМ Александра Морева из Устинова: «В конце ноября бортовой компьютер (марки МК-56) моего космического корабля совершил несанкционированный полет со стола на пол и полностью вышел из строя. Попытки оживить его собственными силами не увенчались успехом. Сервисные службы обещали восстановить моего друга и помощника в лучшем случае к середине февраля. В результате этой аварии я отстал от основной группы участников перелета на три месяца...»

Другие вероятные победители астропробега ответили редакции дружным залпом основательно проработанных текстов. Администрация КЭИ не без оснований считает эти произведения первыми в мире документальными воспоминаниями людей, самостоятельно (а не в каких-то там фантастических романах) совершивших такое путешествие.

Но прежде чем перейти к этим уникальным свидетельствам, сделаем краткий обзор тех заданий по № 10—11 за 1985 год, исчерпывающий ответ на которые не содержался в отчете А. Перепелкина. Собственно, таковых было два: указать оптимальную схему перелета на станцию «ЮГ» и подобрать для каждой планеты Солнечной системы ее «вечернюю» (или «утреннюю») звезду. С первым все справились единобразно: вывели «Кон-Тики» на низкую круговую орбиту, выждали, пока корабль приблизился к станции, а после этого пошли на причаливание. (Кстати, именно так поступают в аналогичных ситуациях и «взаправдашние» космонавты.) Второе затруднение также не вызвало: для каждой планеты функции «вечерней» звезды выполняет ее ближайшая со стороны Солнца соседка; это прямо следует из приближенного правила Боде-Тициуса, согласно которому радиусы планетных орбит примерно подчиняются геометрической прогрессии. «Вечерней» звезды лишен Юпитер — ее роль могут играть лишь астероиды, а они чересчур

слабы, чтобы видеть их невооруженным глазом. Правда, неугомонный в своих критических замечаниях Лев Роканиди указал, что «вечерними» звездами обделены также Плутон и Нептун: с них, дескать, предыдущие планеты (Нептун и Уран) различимы не лучше, чем с Земли, а поскольку с Земли их не видно, то... Однако администрация КЭИ с оригинальничаньями отдельных участников перелета (то они программы какие-то выдумывают, то видеосообщения, то им, видите ли, универсальный обнулитель «1—00» не нравится, то еще что-нибудь) уже свыкалась и поняла, что все они преследуют одну-единственную цель: любой ценой затянуть отсылку очередного ответа! Да никто этого вроде и не скрывает. Например, Роканиди: «Нужно было написать два отчета о полетах. Именно они вызвали задержку в отправке письма, ибо летать куда легче, чем писать».

Именно так: летать легче, чем писать! Ну-ну! Впрочем, перевернем страницу отчета:

«На причальной мачте марсианской орбитальной станции «Джонатан Свифт» висит лунолет № 37000. Кто и с какой целью дорисовал три лишних нуля, до сих пор неизвестно. Ясно лишь то, что это произошло, вероятно, еще на Земле. А так как исправлять индексы в КосмоФлоте всеми инструкциями и правилами категорически запрещается, все сорок лет эксплуатации безвинная машина пролетала с нелепым числом на борту. Пользовались ею в последние годы редко: показать какому-нибудь инспектору орбитальное хозяйство или небольшой груз подвезти, почту...

Например, этот ящик, расположившийся в штурманском кресле. На нем размашистая надпись мелом: «100 кг. До Фобоса. Резче 3° не дергать». Напротив сижу я. Гляжу, как ползет стрелка по топливной шкале. Через некоторое время она добирается до ограничителя: 3500 кг. Что-то лязгает об обшивку. Магнитный захват освобождает сундышко, мачта отходит в сторону. Индикатор на пульте загорается мягким зеленым светом. Можно лететь.

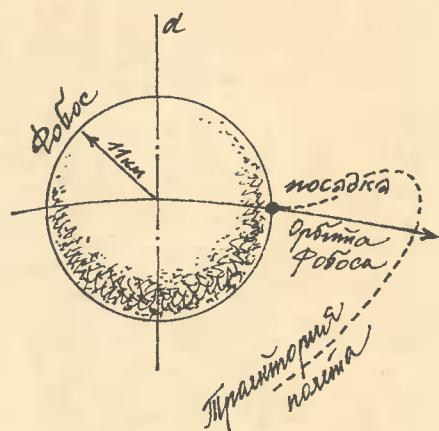
Нажатием кнопки запрашиваю навигационную систему о полетной обстановке: до Фобоса 15 метров по горизонтали и 6 по вертикали. Значит, обгоняет станцию «ДС» на четверть витка. Понятия

не имею, какие из этого делать выводы и как планировать рейс. В таких случаях надо руководствоваться принципом «не мудри». Поэтому начинаю разгон самым естественным образом: полный вперед (90°), 250 кг за 6 с. Дважды нажимаю клавишу «Пуск». Двигатель грохочет, терзая барабанные перепонки. Машину трясет и дергает хуже телеги на булыжной мостовой. Отяженевшей почти втрое рукой сдвигаю рычаг расхода на двухсоткилограммовую отметку и вновь дважды подаю команду на двигатель. Затем еще одну: 170 кг за 5 с. Пожалуй, хватит на первый раз. Наступает тишина. Она вливается в уши, как холодная речная вода, когда, войдя по колено и ежась от утренней прохлады, бухаешься в нее с размаху, подняв тучи брызг. В этой тишине слышно, как распрямляется прогнутая на разгоне обшивка кресел. Приходится приложить усилие, чтобы руки опустились на пульт. Смотрю сколько: по авиационным меркам два маха с хвостиком.

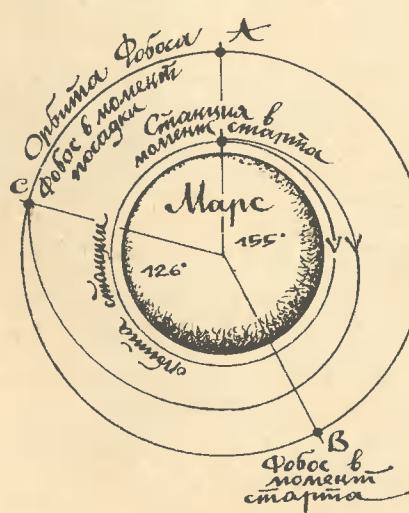
Внизу, в легкой дымке, дневная сторона Марса. Фобоса не вижу, хотя и должен бы, пусть в виде звездочки. Зрелице из полусфера кабины предстает, безусловно, величественное и прекрасное. Тут тебе и Солнце, и звезды, и Луна, и Земля, и все это сразу вместе... По моим расчетам, межорбитальный переход займет час-полтора. Надо было прихватить журнал, да не подумал в спешке. Время движется медленно, нехотя прибавляя секун-

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

ду за секундой к показаниям бортхронометра. Его круглый циферблат разбит на 300 делений, один круг стрелка завершает за пять минут. Пять минут, пять коротких, как вспышка молнии, рабочих минут он обращает бесконечными тремястами секундами.



Маневрирование в окрестностях Фобоса
(по эскизу А. Артамонова).



Полет к Фобосу (по эскизу В. Ладожина).

Так проходит 1 час 25 минут, или 5100 секунд. Семнадцать раз по бесконечности. Открываю глаза и вижу сияющий шарик Фобоса. Он выглядит крупнее Луны. Осталось 815 км вверх и 609 вперед да скорости уравнять: сбросить излишек вертикальной (574 м/с) и скомпенсировать недостаток горизонтальной (-366 м/с). Ставлю рычаги на 200 кг за 6 с, угол тяги прежний, 90° . Два раза запускаю двигатель. Перегрузка вплотную приближается к трехкратной. Еще 200 кг: увеличиваю на секунду время маневра. Наконец последний импульс: 150 кг за 5 с. После отсечки двигателя отыхаю $4 \times 300 = 1200$ с. Ровно двадцать минут. За это время горизонтальная скорость снижается до 96 м/с , вертикальная достигает 635 . Будем гасить вертикальную: 180° , 150 кг, 6 с. Четырежды отправляю топливо в дюзы.

От 635 м/с остаются ничтожные 17 — всего 60 км/ч. А вверх идти 61 км. Пожалуй, маловато. Впрочем, как образно выражался наш инструктор по пилотажу, «не жалейте вертикальной скорости при подъеме, она скушает горизонтальную и поправит свои дела».

Что ж, можно опять отдохнуть. Тишина длится ровно четыре оборота стрелки бортового хронометра. По приборам скорости 62 и 81, расстояния 13 и 88 км — соответственно по вертикальной и горизонтальной осям координат. Опять пора гасить вертикальную скорость: 180°, 60 кг, 3 с. По завершении маневра разворачиваю суденышко вверх носом.

Серая, бугристая, покрытая мелкими «озерами» кратеров глыба Фобоса заполняет собою небо. Уже видны мерцающие огоньки посадочной площадки. Пора переключать аппаратуру в режим ближней навигации. Смотрю на часы: прошло еще три «пятиминутки». Но двигатель включать рано. Жду 20 секунд, потом еще 5. Рычаги стоят на 90°, 70 кг и 4,5 с. Остается нажать клавишу. Горизонтальная скорость зануляется, вертикальная равна 29 м/с. Ставлю 180°, 25,3 кг и 3,1 с и спустя 64 с даю импульс. Пока команда исполняется, передвигаю все три рычага. Новый рывок: 90°, 2 кг, 0,3 с. Тень лунолета бежит по неровной поверхности. Не проходит и минуты, как амортизаторы касаются грунта. Корпус кренится вперед, но шипы посадочных опор держат надежно.

Остается добавить для проверки, что всего на пульт было подано ровно 49 команд.

В тексте Л. Роканиди есть все необходимые цифры, он может служить проверочным тестом для программ ОС-1 и ОС-3. Вполне содержательные отчеты представили также Вадим Ладохин (Сургут), Павел Трубаев (Белгород), Сергей Свинолобов (Днепропетровск). Последний, кстати, вышел на старт позже других участников: МК-54 появился у него лишь в конце прошлого года. Однако после выполнения конкурсных заданий, а также дополнительного (перелет на станцию «ЮГ» с последовательным использованием программ ОС-1 и ОС-2) он был допущен к участию в перелете и быстро утвердился в лидирующей группе.

Надо сказать, что кое-кто из наших ведущих пилотов шагнул до

вольно далеко за рамки предлагавшегося задания. Так, десятиклассник Юрий Кузнецов из Куйбышева главный упор в отчете о полете «Тигриса» (так он окрестил свой корабль) сделал на историю околомарсианской базы «Галлей»: ее основой послужил астероид 2508 Алупка, открытый в 1977 году астрономом Н. Черных и после нескольких сближений с Вестой и Юпитером захваченный притяжением Марса. Решением Центрального Управления Космических Исследований, как сообщил Юрий, астероид переоборудовали в станцию. «Внутренняя часть использовалась как гигантский топливный бак вместимостью около 10 км³, а оболочка, покрытая теплозащитным экраном, служила стартовой площадкой для космоловов, взлетающих или садящихся на Марс. Отсюда космические корабли направлялись к Фобосу, где дозаправлялись и продолжали полет».

«На зыбкой почве фантастики» согласно собственному чистосердечному признанию возвел здание своего «репортажа» грузчик-механизатор из Запорожья Александр Аула:

«— Вахтенный вычислитель, к капитану, — раздался по селектору голос старпома. Когда Байт, так звали молодого, подающего надежды вычислителя, вошел в ходовую рубку «Паруса», его ждали капитан, старпом и вахтенный пилот Лун Кор.

— Дружище Байт, — обратился капитан к вошедшему, — сделай расчеты прямого на Фобос и обратного полетов, эта часть программы нужна сегодня. Кроме того, после отхода «Кон-Тики» данные бортового вычислительного комплекса по радиоинтерфейсу держать в Большом Компьютере, чтобы в случае чего сразу выдать данные для коррекции.

— Слушаюсь, капитан, но в тени Марса возможны сбои, — ответил Байт.

— Сбоев не должно быть, Байт. Станция ОС-1 только что выведена на орбиту....»

И так далее. Правда, о самом перелете на спутник информации в «репортаже» Александра почти нет: гораздо больше внимания уделяется подготовке старта звездолета «Парус» в направлении Альфы Центавра. Тем не менее он отнесся к экспедиции на Фобос со всей возможной основательностью — сле-

тал туда несколько раз, причем воспользовался на втором участке, помимо программы ОС-3, и программой «Лунолет-4»: это дало возможность оценить влияние собственного тяготения Фобоса на движение корабля. Как и следовало ожидать, оно оказалось очень незначительным.

Думается, что с эмоциональной стороны перелета на Фобос все более-менее ясно. Те же, кого в процессе посадки на этот спутник (и на другие небесные тела) больше интересуют физико-математические аспекты дела, могут найти довольно исчерпывающие сведения на этот счет в статье «Последний дюйм» (стр. 59).

Остается добавить, что на практике перелет со спутника на спутник впервые осуществили советские космонавты Леонид Кизим и Владимир Соловьев, успешно прошедшие 5—6 мая 1986 года на корабле «Союз Т-15» по маршруту: станция «Мир» — станция «Салют-7».

Кстати, первоначально корабль отставал от «Салюта»; перед космонавтами стояла примерно та же задача, какую решали читатели, догоняя станцию «ЮГ». И решена она была практически так же: торможение с последующим выходом в район станции. Операция, правда, заняла не один, а 16 витков — но и отставание было гораздо больше (3 тыс. км вместо 250 для «Кон-Тики»).

Многие читатели, интересующиеся в первую очередь нестандартными способами работы с ПМК, а также методами временного вывода машинки из строя, обращают внимание на «пустышку» (или «точку», как ее иногда называют), способ образования которой ($Cx \div BP$ КНОП) был вскорь упомянут в № 12 за 1985 год.

«Эту точку можно даже записать в память, — делится опытом восьмиклассник В. Суворов из Свердловска, — и больше практически ничего. Даже не сложить 2+2, а в программной памяти вообще ужас! Можно делить на 0 — получится 0. Эта серия команд очень похожа на встречу автоматов с Тьмой: приборы выходят из строя, плёнки засвечиваются и т. д.».

«Точка — сигнал капризный, — пишет восьмиклассник М. Рыжков из Новосибирска, — плохо записывается в память, лучше всего в регистр А. Сразу после формирова-

ния попробуйте перейти в режим ПРГ. Удивительная вещь! Счетчик шагов скачет совершенно произвольно, коды не соответствуют командам, иногда возникает вообще чепуха. Точку не так-то просто убрать. После Сх машина работает ненормально: не производит никаких действий, ни с того ни сего начинает работать программа или машина вообще «ходит в себя», как йог. Вывести из этого состояния может лишь отключение».

«Посмотрите сами — не обрадуетесь, — резюмирует восьмиклассник из Москвы С. Банников. — Это неисправимо». «Не проходит ни одна команда... Каунал! — вторит ему десятиклассник А. Степанов из Куйбышева. — ПМК не слушается, а может, он и слушается, но я ввел своей командой (точка) новый код».

Довольно детальный анализ представил П. Кузнецов из Ленинграда: «Точки. Это название я дал по их типичному представителю (Сх К7 ВП КНОП). «Точки» вообще (та же операция над несколькими нулями), попросту говоря, пустое место на месте (карамбур) первой значащей цифры мантиссы. Разновидности точек можно получить командой 1/x от чудовищ хвостов ОС-оборотней (только от них) — «иенормальный» случай, так как должна вроде бы получиться Тьма: 1000—430=570, уровень Тьмы. Точки очень коварны — пока они находятся в стеке, многие команды не выполняются или коверкаются.

Программирование лучше в это время не включать — программа будет испорчена, а на индикаторе будет твориться черт-те что: режим ПРГ выйдет из строя. Если же особенно долго измываться над точкой, то в режиме ПРГ это будет уже не временно, а постоянно и ПМК придется выключить. Точки также имеют привычку «сбегать» — могут перемещаться из одного регистра в другой, сдвигая заодно за собой по кругу содержимое остальных регистров и вызывая по ходу передвижения некоторые побочные явления. Это свойство точек было бы очень ценно, если бы они не портили программу. А так как такое передвижение в регистрах все равно возможно, то почему бы разработчикам ПМК не сделать его осуществимым специальными командами в следующих моделях?»

И действительно, почему бы?

Но вернемся к своей Б3-34 (МК-54). У каждого отрицательного явления есть свои плюсы. Есть они и у «пустышки». Кстати, П. Кузнецов прав: имеет смысл говорить о целом классе таких объектов: если процесс формирования начать не с нуля, а с нескольких (например, Сх .000÷ВП КНОП), получим «пустышки», завершающиеся несколькими нулями (в данном случае двумя). Наиболее «опасны» самые «старшие» из них (получившиеся из семи либо восьми нулей); с ними то, о чем пойдет речь, не проходит. Зато все остальные сойдут вполне.

Для начала сформулируем алгоритм полной «ликвидации» таких объектов: при появлении на индикаторе «пустышки» нужно семь раз подряд нажать стрелку вверх. Стек полностью очищается. А теперь займемся делом.

Как известно, в регистры Б3-34 можно записать лишь 14 чисел. Так вот, «пустышка» позволяет запомнить еще три (правда, не всяких — подходящие числа ограничены как по порядку, так и по длине мантиссы).

Запишем для начала в регистр 9, скажем, число 111111 (шесть единиц). Затем по стандартному алгоритму получим любую из «младших» пустышек. Теперь нужно нажать стрелку вверх, ИП9 и еще пять раз стрелку вверх. «Пустышка» ликвидирована, а число 111111 куда-то записано (но куда, никому не известно).

Повторим ту же процедуру еще дважды, записав в первом случае в регистр 9, скажем, число 222222 (шесть двоек), а во втором — 333333 (шесть троек). «Пустышка», фигурирующая в каждой операции, может быть любой, но обязательно из «младших». По завершении операции все три числа (111111, 222222 и 333333) оказываются куда-то записаны!

После «ликвидации» последней «пустышки» можете смело вводить в свой ПМК любую сколь угодно сложную программу, использующую подпрограммы, циклы, команды косвенной адресации, занимающую все ячейки памяти и использующую все адресуемые регистры. Поработав с ней хоть целый день, сформируйте какую-нибудь «пустышку» (из «младших») и примените к ней алгоритм «ликвидации». Вы увидите на индикаторе последовательно два из записанных чи-

сел: 222222 и 111111. А если вместо алгоритма «ликвидации» дважды нажать ХУ, глазам предстанет другая пара: 333333 и 222222.

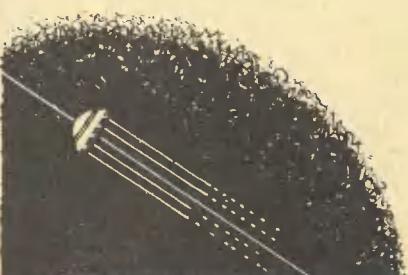
Администрация КЭИ обычно использует этот способ для запоминания шестизначных телефонных номеров (семизначных удается записать только два).

Еще об одном полезном свойстве «пустышки» рассказывает наш постоянный корреспондент Дмитрий Кайков из Белгорода:

«Используя точку, можно получать и шифры. Сделаем вот что: 10F1/x ПА Сх÷ВП ПД ИПА П0 И П0 П0 ПВ. Теперь нажмем «сброс» (Сх) и, нажимая на стрелку вверх, будем сбрасывать все появляющиеся числа. Теперь вызовем из регистра В код 01 30. Можно избавиться от порядка: ВП /—/ 30 ПВ. Этот код (01) можно использовать в программе. Оператор /—/ меняет ноль в самом левом разряде на L. Поманипулировав операторами КИП, ВП, /—/ и т. д., можно получать разные другие коды (например, применив к исходному сообщению 01 последовательность /—/ П0 КИП0 ИП0, получим L-----0. Только стоит внимательно и осторожно обращаться с кодами, у которых второй разряд (я считаю слева, включая и самый первый) пуст. Такой код, например, можно получить из 01, записанного в регистре В (или любом другом) командой КИПВ. Этого шифра и ему подобных, как и «точки», следует опасаться, так как может произойти путаница в программной памяти и даже в стеке».

Если у кого-нибудь есть информация о еще каких-то полезных применениях «пустышки» и родственных ей символов, просим дать знать.

Михаил ПУХОВ

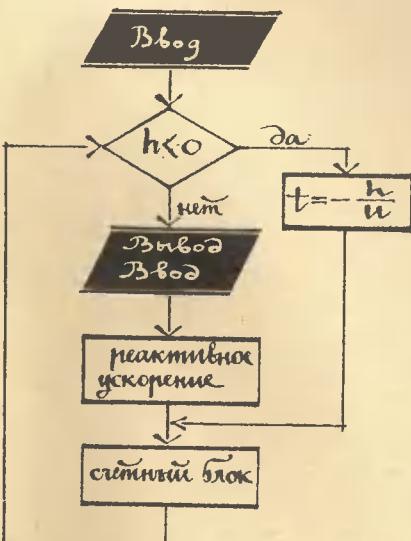


ПОСЛЕДНИЙ ДЮЙМ

«Все дело в том, чтобы правильно рассчитать,— сказал Бен.— Когда выравниваешь самолет, надо, чтобы расстояние до земли было шесть дюймов. Не фут и не три, а ровно шесть дюймов! Если взять выше, то стукнешься при посадке и повредишь самолет. Слишком низко — попадешь на кочку и перевернешься. Все дело в последнем дюйме...»

Легко догадаться, что наше очередное занятие не случайно открывается цитатой из хрестоматийного рассказа Джеймса Олдриджа. Разговор пойдет об алгоритмах посадки. А поможет нам, как обычно, посадочный модуль, изготовленный художником Евгением Катышевым.

Итак, первое упражнение — «приземление» на планету достаточно большую, чтобы можно было пренебречь ее шарообразностью и считать плоской. Теперь обратимся к блок-схеме алгоритма. Прежде всего вводятся исходные данные — характеристики планеты и корабля, начальные значения переменных. Затем следует блок сравнения. В момент старта высота, конечно, неотрицательна (выход из ромба по стрелке «нет»), и настает пора брать в руки штурвал — задавать значения управляющих параметров. После этого включаются блоки определения реактивного ускорения и вычисления переменных: их устройство известно по предыдущим выпускам (см. «ТМ» № 5, 6 за 1986 год). Полученные результаты

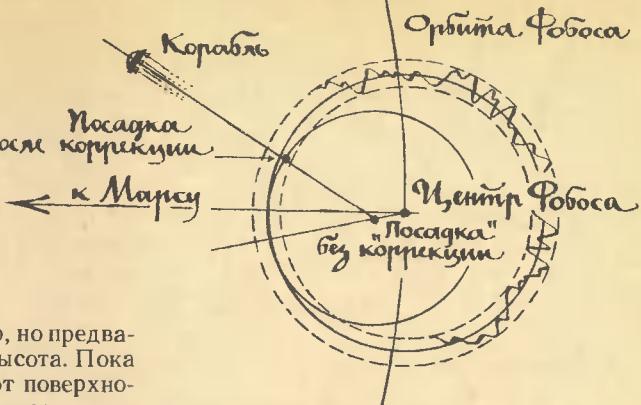


выводятся на индикатор, но предварительно проверяется высота. Пока полет проходит вдали от поверхности, никаких проблем не возникает, ведь «все дело в последнем дюйме». Но если ошибка летчика в момент приземления может оказаться роковой, то наш бортовой компьютер корректирует действия экипажа. Как же это происходит?

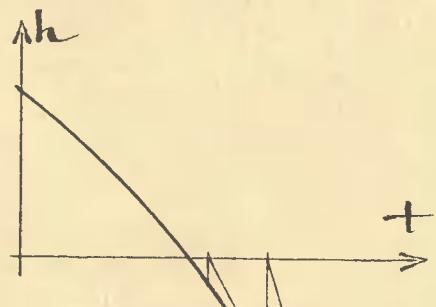
Проанализируем алгоритм посадки на последнем маневре. Если вам удалось, снизившись почти до поверхности, погасить скорость летательного аппарата, то проще всего либо совсем выключить двигатель, либо малой тягой частично скомпенсировать силу тяжести, чтобы суммарное ускорение было направлено вниз. Лунолет падает с небольшой высоты, и его вертикальная скорость попросту не успевает выйти за допустимые пределы.

Подобрать время финального маневра так, чтобы в момент его завершения высота в точности обратилась в нуль, затруднительно. Скорее всего аппарат «заглубится» в поверхностные слои планеты. В этом случае мы выходим из блока проверки по стрелке «нет» и микрокалькулятору надо подкорректировать посадку. С методом коррекции путем половинного деления мы уже знакомы (см. «ТМ» № 6 за 1986 год). Обсуждаемый сегодня способ отличается существенным (особенно для ПМК) достоинством — он работает («сходится») гораздо быстрее.

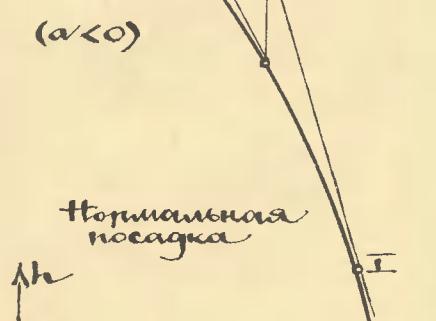
Как и в прошлом выпуске, наш электронный помощник играет роль своеобразной машины времени, возвращающей аппарат по траектории назад, в точку касания с поверхностью. Разделив высоту на вертикальную скорость (та и другая отрицательны) и поменяв знак полученного числа, он находит отрицательное время «шага назад», подставляет его в уравнения движения и подтаскивает лунолет ближе к поверхности. За один шаг выбраться из «подземелья» обычно не удается (см. график зависимости высоты от времени, случай «нормальная посадка»).



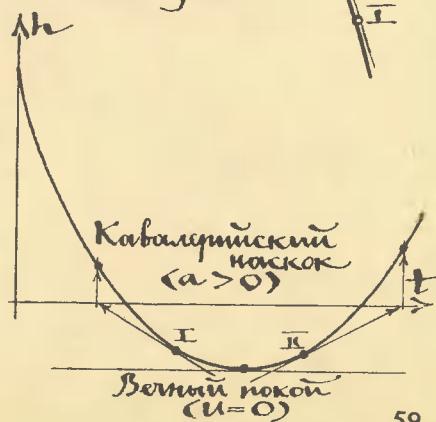
Поясним, в чем дело. Для тех, кто знаком с понятием производной, не составит труда доказать, что в любой точке тангенс угла наклона касательной к кривой $h(t)$ равен значению вертикальной скорости в этот момент времени. Поэтому геометрически алгоритм можно иллюстрировать так — в той точке, где оказался аппарат в результате последнего маневра, к графику проводится касательная, пересечение ее с временной осью и определяет величину «шага назад». Из графика видно, что мы пока еще остались под поверхностью небесного тела. (Выйти за один шаг можно только



$(a < 0)$



Нормальная посадка



Кавалерийский
наскок
 $(a > 0)$

Вечный покой
 $(u=0)$

в случае прямолинейного графика, то есть равномерного спуска.) Теперь цикл повторяется — так как высота отрицательна, то из блока проверки мы опять выходим по стрелке «нет» и снова делаем «шаг назад». И так далее. В результате всего за несколько шагов высота (в пределах заданной точности) обращается в ноль — лунолет на поверхности, а уж в каком состоянии, это зависит от скорости.

«Цель расчетов не число, а понимание», — утверждают многие математики. Если посмотреть на наш алгоритм с этой точки зрения, то нетрудно увидеть, что фактически мы приближению решили уравнение $h(t)=0$. Следует признаться: описанный процесс придуман давным-давно и носит название «метода касательных». Надеемся, он пригодится читателям и при решении других задач.

Наряду с осторожными космонавтами встречаются у нас в КЭИ и любители острых ощущений. Их стиль пилотирования — маневры с предельными перегрузками, «полет на грани реанимации». Если корабль космического лихача окажется «под землей», то коррекция приводит к неожиданным результатам (случай «кавалерийский наскок»). Хотя метод остался прежним (личные качества пилота калькулятором не учитываются), вид кривой $h(t)$ изменился. Если теперь сделать «шаг назад», то мы окажемся не под, а над поверхностью планеты. Корабль как бы подбросило вверх (см. «ТМ» № 3 за 1986 год). Посовещавшись, мы решили назвать это явление «эффектом пороховой бочки» (ЭПБ) — в самом деле, представьте себе, что вы, дав полную тягу, пытаетесь

приземлиться на площадку, вымощенную толовыми шашками.

Возможен и другой случай. Если аппарат проскочит вершину параболы, то «шаг назад» сменится «шагом вперед». Корабль как бы «рикошетирует». Те, кто сажал «Кон-Тики» в океан, возможно, уже столкнулись с этим явлением.

Наконец, может получиться так, что в результате посадочного маневра аппарат окажется в точке «вечный покой». Вертикальная скорость при этом равна нулю и при попытке деления на индикатор выводится сигнал ошибки — лунолет навечно погребен в недрах планеты, обратной дороги нет.

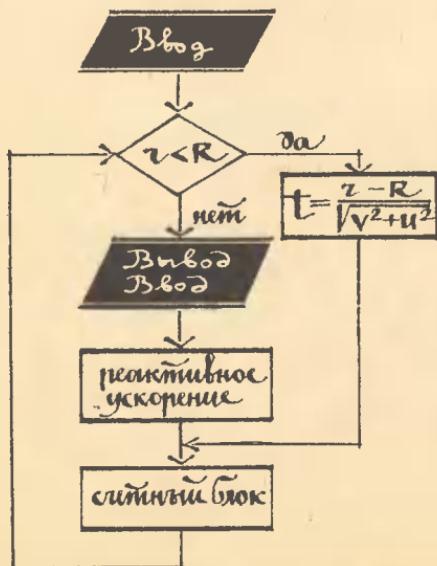
А теперь второе упражнение — посадка на сферическое небесное тело сравнительно малых размеров. Поверхность его может иметь неровности: посадка считается завершенной, если отклонение от средней поверхности шара не превышает некоторой, заранее заданной величины (в программе «ОС—3» — 1 м).

Если в результате маневра корабль оказался внутри сферы (точка «посадка без коррекции»), то ПМК определяет кратчайшее расстояние до поверхности и, разделив его на модуль скорости, делает «шаг назад», а в случае необходимости и несколько. В ситуации, изображенной на рисунке, достаточно однократной коррекции.

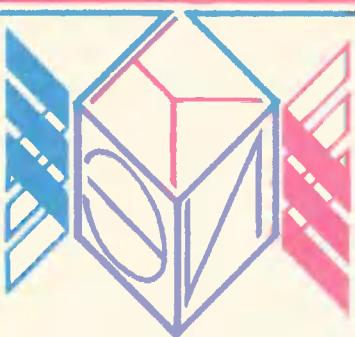
Описанные в этом и предыдущих выпусках способы коррекции посадки, по сути дела, представляют собой различные методы решения уравнений. В зависимости от применяемого варианта возникают дополнительные физические эффекты (ЭПБ, рикошет). С другой стороны, решая ту или иную задачу, важно умело выбирать математический аппарат, чтобы наиболее полно учсть все существенные факторы. Собственно, искусство программирования и состоит в построении наиболее точной модели и алгоритмизации изучаемого процесса, а сама программа — это, как говорится, дело техники, правда, порой довольно виртуозной.

«Последний дюйм, который разделяет всех и вся, нелегко преодолеть, если не быть мастером своего дела. Но быть мастером своего дела — обязанность летчика». Эти слова Дж. Олдриджа можно адресовать представителям любой профессии.

Сергей ВОЛКОВ,
инженер



ПОЕДИНОК С РОБОТОМ



«Колоссальные захваты приближались... вот они загородили все небо... сомкнулись на корпусе «Кон-Тики»... И вдруг...» («ТМ» № 11 за 1985 г.)

Несомненно, многие наши читатели, рискнувшие выполнить задание по облету станции «ЮГ» в легоньком скафандре, с миниатюрным ракетным двигателем за спиной, на собственном горьком опыте убедились в дурном нраве механического чудовища, охраняющего станицу от «непрошеных гостей». Те, кого интересует конструкция этого не особо вежливого автомата, ошибочно принятого М. Коршуновым за «причальный манипулятор», могут детально познакомиться с ней в разделе «Алгоритмическая гимнастика». Пользуясь случаем, напомним, что первым в истории космонавтики «всамде-лишьным» причальным манипулятором, как известно, оборудована советская орбитальная станция «Мир».

Страж станции «ЮГ», как помнят читатели, не был единственным роботом, в поединок с которым вступили отважные путешественники. До него был кофейный «однорукий бандит», после — «робот-бюрократ», в перепалке с которым А. Перепелкин невольно заложил фундамент грядущей победы. Но некоторые читатели, в частности Г. Горовой из Керчи, не без основания подозревают, что на протяжении всего героического перелета в кабине «Кон-Тики» незримо присутствовал и третий участник — бортовой компьютер. И не может быть, чтобы А. Перепелкин и М. Коршунов не сражались бы с ним постоянно. Разумеется, на нашем излюбленном поприще электронных игр.

Следует честно признаться: так оно и было. Наиболее тяжкие случаи злоупотреблений азартными играми наблюдались на участке «точка либрации — Земля», а также после приводнения, когда свободного времени у наших герояев было хоть отбавляй. И сразу откроем второй секрет: хотя бортовая игротека «Кон-Тики» была весьма обширна, наибольшей популярностью среди экипажа пользовались шахматы, шашки, «уголки» и прочие традиционные игры на стандартной квадратной доске 8×8.

Но какая связь между ними и нашей скромной «Электроникой»? «Недавно у меня возник вопрос, и я хотел бы проконсультироваться с вами,— пишет В. Ревуцкий из Киева.— Можно ли использовать микрокалькуляторы «Электроника Б3-34», «Электроника МК-54», «Электроника МК-56» для игры в шахматы или решения некоторых шахматных задач. Если можно, то напечатайте, пожалуйста, программу для этого».

Как видим, у отдельных читателей возникла не вполне обоснованная вера во всемогущество ПМК. Какие там шахматы! Какие шашки! Вообще любая стратегическая игра на шахматной доске покажется абсурдом почти всяко му, кто хоть раз в жизни видел Б3-34 (МК-54). Одних только клеток 64 — разве их все упомнишь? А фигуры? А осмысленную стратегию как задавать? Случайным образом? Пиши пропало, ходи как попало — где наша не пропадала?! Так, что ли?

Но не будем горячиться. Заглянем лучше еще в одно письмо — от нашего постоянного корреспондента, студента-первокурсника Дмитрия Кайкова из Белгорода.

«А теперь я хочу рассказать вам о еще одной своей «мыслящей» программе. Есть такая игра — третья или четырьмя шашками надо прижать одну шашку противника к краю шахматной доски, чтобы та не могла сделать ни одного хода («волки» ловят «серенького козлика»). «Козлик» (белая шашка, которой «руководит» калькулятор)

может ходить как вперед, так и назад (по черным клеткам), а «волки» (их направляет человек) только вперед. Ни «есть», ни перепрыгивать через шашки никому нельзя. Калькулятор стремится прорваться сквозь строй «волков», а те как уже было сказано, стремятся поймать его в ловушку.

```
00.КПЛ7 01.КИП8 02.5 03.0 04.-05. Fx<> 06.19
07.КПЛ8 08.КИП8 09.2 10.0 11.-12. Fx<> 13.28
14.КПЛ8 15.КПП8 16.КПД. 17.ИП9 18.Кx<>7
19.КПЛ8 20.КИП8 21.8 22.0 23.-24. Fx<> 25.16
26.КПЛ8 27.КПД. 28.КПП8 29.БП 30.17 31.КИП8
32.1 33.1 34.+35.ИП9 36. Fx<> 37.41 38.29
39.П5(6) 40.29 41.29 42.4(5) 43.П0 44.29
45.1 46.1 47.КИП1 48.-49. Fx<> 0 50.97 51.Ф0
52.Ф0 53.47 54.5(6) 55.П8 56.ИП9 57.1 58.+59.П9 60. Fx<> 61.01 62.ИП5(6) 63.П4(5)
64.С/П 65.П9 66.С/П 67.КП9 68.КБП0 69.КИП8
70.9 71.-72.БП 73.35 74.КИП8 75.9 76.+77.ИП9 78. Fx<> 79.41 80.Ф0 81.2 82.1-/
83.П9 84.БП 85.38 86.КИП8 87.1 88.1 89.-90.БП 91.77 92.4(5) 93.П8 94.1 95.1-96.П9
97.В%
```

Вот программа этой игры на языке Б3-34. Для начала пронумеруем черные шашки (их три) и вместе букв на доске (по горизонтали) поставим цифры, как на рисунке. Теперь каждой клетке соответствует двузначное число: первая цифра — это координата по горизонтали, вторая — по вертикали. Пусть в начальной позиции «волки» занимают клетки 28, 48 и 68 (это задается командой 28 П1 48 П2 68 П3), а «козлик» — позицию 31 (31 П4). В ходе игры в этих же регистрах будут храниться текущие координаты шашек. Перед игрой надо в некоторые регистры записать адреса переходов: 92 П7 31 ПА 69 ПВ 74 ПС 86 ПД.

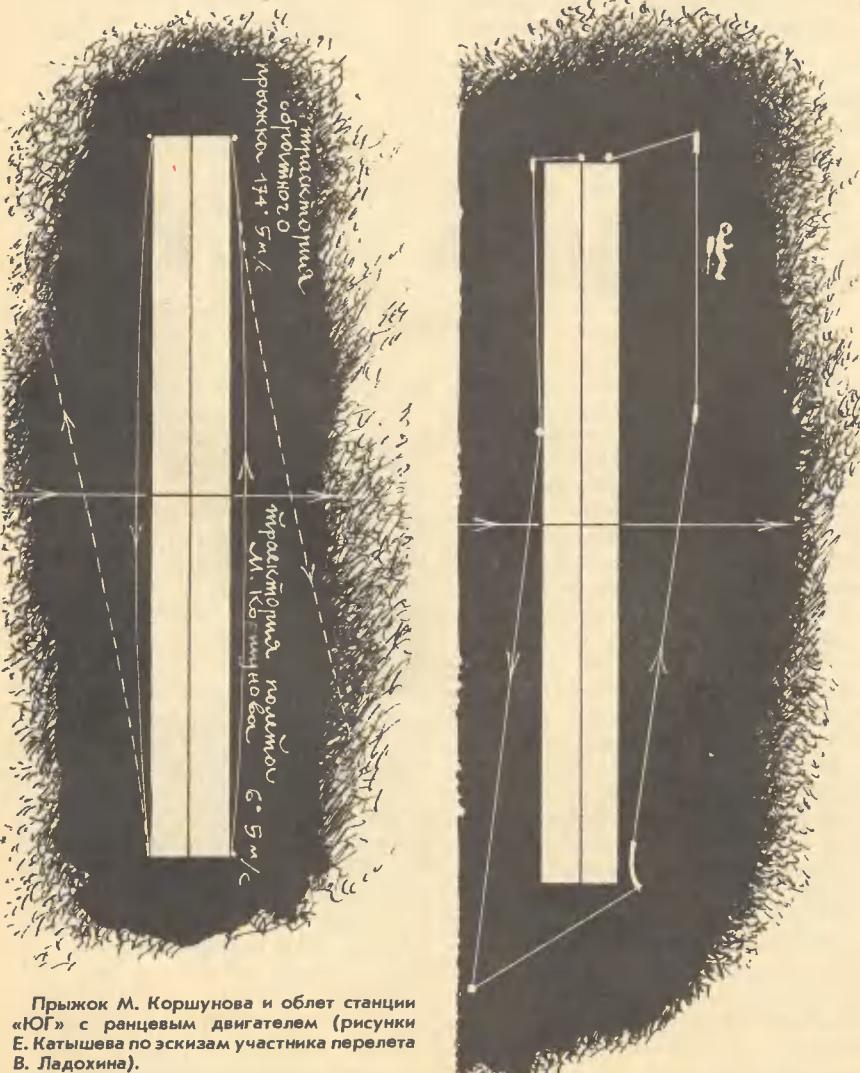
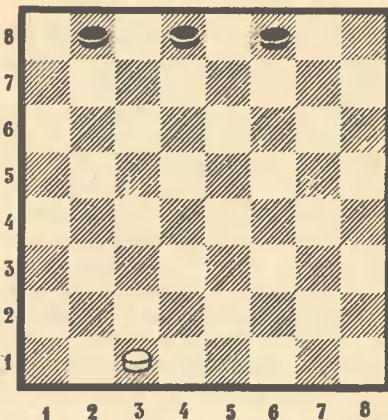
«Козлик» ходит первый. Нажимаем В/О С/П. Через 35 с на индикаторе загорается 42 — ПМК двинул свою шашку на это поле. Теперь наш ход. Для этого набираем номер шашки, которой хотим пойти (скажем, 1), С/П, номер клетки, куда идем (допустим, 37), и снова С/П. Калькулятор фиксирует этот ход, делает ответный, и все повторяется. Программа может использоваться и для четырех «волков». Для этого достаточно записать по адресам 39, 42, 54, 62, 63 и

92 цифры, данные в скобках. Координаты «волков» в таком варианте хранятся в регистрах 1—4, «козлика» — в регистре 5.

Надо сказать, что из-за малого объема программной памяти калькулятор просматривает ситуацию максимум на два хода вперед, поэтому иногда действует «не очень логично». Но тем не менее даже я сам у него не выиграл ни разу. (Очевидно, в варианте 3:1; с четырьмя «волками» выиграть не трудно.— М. П.) Программа работает следующим образом: сделано так, что белая шашка стремится быть всегда у осевой линии поля (между 4-й и 5-й вертикалями). Сначала определяется, на какой половине поля находится «козлик» (адреса 01—06). Если слева — управление передается на участок программы с начальным адресом 07, если справа — с адресом 19.

Да, до этого в регистр 8 автоматически записывается четверка, в регистр 9 — единица с минусом (адреса 00, 92—97). Для производства ходов вправо-вперед, влево-вперед, вправо-назад и влево-назад служат подпрограммы ППА, ППВ, ППС и ППД соответственно (в регистрах А, В, С и Д хранятся адреса их первых команд). В приведенном примере первой срабатывает ППА: калькулятор «мысленно» делает ход вправо-вперед и заносит результат в регистр 5. Начиная с адреса 42, производится опрос координат «волков» и «козлика» (регистры 4 — 1). Если позиция одного из них совпадает с содержимым регистра 5, то такой ход невозможен, сработает В/О, и калькулятор с помощью следующей подпрограммы примется за обдумывание другого хода. Если же путь свободен, то про-

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



Прыжок М. Коршунова и облет станции «ЮГ» с ранцевым двигателем (рисунки Е. Катышева по эскизам участника перелета В. Ладохина).

изойдет перекодировка регистра 8 и 9 (фрагмент 54—59), затем произойдет переход на адрес 01.

Теперь «Электроника» начинает думать дальше: а не идет ли она в ловушку? Для этого производится проверка — есть ли хотя бы один выход из того положения, в которое она попадет, если сделает намеченный ход. Происходит это по тому же алгоритму. Если найдется хоть одна соседняя пустая клетка, куда «козлик» мог бы в случае чего выскоить, то ПМК пойдет на поле, координаты которого записаны в регистре 5 (фрагмент 56—59 и 60—64). Теперь, кстати, ясно, зачем проверяются координаты самого «козлика» — ведь одну из возможных клеток после второго хода занимает он сам. Если же пустой клетки не окажется, то в регистры 8 и 9 снова занесутся исходные числа, и калькулятор примется за другую клетку.

В программе есть ограничивающие (не знаю, как их еще называть) «участки» по адресам 08—13 и 20—25, которые следят, чтобы «козлик» не вышел за правую и левую границы поля.

Если ПМК не может пойти вперед, то наступает очередь подпрограмм ППС (начальный адрес 74) и ППД (86). Теперь «Электроника» пойдет в клетку сразу же, если только та пуста. Это обеспечивает фрагмент 77—85.

Время работы 35—150 с.».

Программа Д. Каикова (играть

с ней, кстати, весьма интересно: создается четкое впечатление, что действиями «коэзлика» руководит вдумчивый, осторожный противник, пожалуй, посложнее тех, с которыми мы имели дело раньше. В основном это связано с широким использованием косвенной адресации. В основном она используется для экономии программной памяти: например, команда КППА эквивалентна паре ПП 31 (в регистре А хранится число 31). Команда КБПО, записанная по адресу 68, эквивалентна БП 00: к тому моменту, когда управление переходит к ней, в регистре 0 находится единичка, а при косвенном обращении она модифицируется: $1 - 1 = 0$, закон природы! Наконец, по адресу 47 записана «нештатная» (для БЗ-34) команда КИПЕ: действует она в данной ситуации точно так же, как и в программе «Мультифильм» (разъяснения по этому поводу см. «ТМ» № 4 с. г.).

Кстати говоря, именно из-за этой команды программа Д. Кайкова в приведенном виде непригодна для непосредственного использования на ПМК «Электроника МК-61» — связь регистров О и Е в этой модели, как мы знаем, разорвана. Конечно, возможности МК-61 гораздо больше, но... «Обращаемся к вам в связи с возникшими трудностями в работе с МК-61», — пишут, например, студенты Р. Марьянов и А. Яланский из Запорожья. — В данной модели введен регистр Е, что затрудняет использование для него программ, составленных для предыдущих моделей. В частности, работая с программой «Городки» («Наука и жизнь» № 4 с. г.), мы столкнулись с фактом отказа работы калькулятора. (Далее в письме приводится фрагмент программы. — М. П.) Нам кажется, что ошибка допускается на шагах 02—04. Мы воспользовались советом вашего журнала по установлению искусственной связи регистров Е и О, но ожидаемых результатов не получили».

Напомним: в нашей рекомендации говорилось, что установление такой связи требует минимум двух команд ИПО ПЕ. В некоторых случаях этого действительно достаточно. Но чаще для нормальной работы требуется еще и восстановить стек. Как правило, для этого достаточно команды круговой передачи (код 25), вписанной сразу же после двух приведенных. А иногда (как в программе Д. Кай-

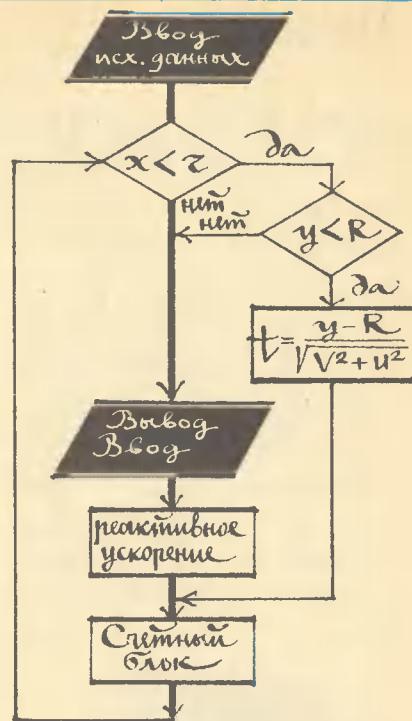
кова) можно обойтись и командой XY.

К счастью, в предлагаемой игре имеются «внутренние резервы»; иными словами, программу можно сократить на несколько команд. Это позволяет дать вариант, одинаково пригодный как для БЗ-34, так и для МК-61. Нужно заменить участок по адресам 45—66 на следующий:

45.ИПО 46.ИПЕ 47.ХУ 48.КИПЕ
49.—50. F_x=0 51.97 52.FBx 53.+
54.ФЛО 55.45 56.5(6) 57.П8 58.ИП9
59.1 60.+ 61.П9 62. K_x= ОЕ
63.ИП5(6) 64.П4(5) 65.С/П 66.П9

Изменяется только способ ввода очередного хода. Теперь нужно набрать номер шашки, затем ПП и номер поля. Впрочем, такой ввод хорошо знаком нам по прошлым программам. Владельцы БЗ-34 (МК-54) должны помнить, что буква Е по адресам 46, 48, 62 соответствует на их клавиатуре стрелке вверх. Цифры в скобках, как и раньше, дают «вариант 4 волков».

Михаил ПУХОВ



ПОЕЗДКА НА «ЮГ»

Речь пойдет о путешествии не на юг, а на «ЮГ» — орбитальную станцию «Юрий Гагарин». Многие члены КЭИ с помощью программируемого микрокалькулятора и номеров нашего журнала смогли побывать на фантастическом спутнике Луны и не только любовались великолепным 600-метровым прыжком Лунного Коршуна, но и сами попробовали заняться космической «акробатикой». Однако сначала требовалось прикальпить к станции, а эта операция не менее сложна, чем посадка.

Поэтому сегодня мы рассмотрим блок-схему программы ОС-2, которая моделирует маневры космического аппарата в окрестности орбитальной станции цилиндрической формы, причем продольная ось станции совпадает с местной вертикалью, а посадочные площадки расположены на основаниях цилиндра. То условие прикальвания имеет вид $|y| = R$, а $|x| < r$. (При этом, естественно, нельзя забывать о скорости в момент рандеву — ведь от нее зависит «мягкость» прикальвания.)

с предыдущими выпусками (см. «ТМ» № 5—7 за этот год). Ну а наши постоянные читатели легко разберутся в структуре программы.

Прежде всего мы видим блоки ввода-вывода. Их назначение понятно без комментариев. Затем следуют также знакомые по предыдущим выпускам вычислительные блоки, где определяется реактивное ускорение и подсчитываются значения текущих координат после каждого маневра. Напомним, что в нашей задаче система координат связана со станцией, причем ось У направлена по местной вертикали, а ось Х — вдоль касательной к траектории станции (см. рисунок). Так как посадочные площадки расположены на основаниях цилиндра, то условие прикальвания имеет вид $|y| = R$, а $|x| < r$. (При этом, естественно, нельзя забывать о скорости в момент рандеву — ведь от нее зависит «мягкость» прикальвания.)

Как и на прошлых занятиях, мы встречаемся также с блоками проверок и коррекции. Они-то и составляют «изюминку» игровых программ, поэтому, как обычно, их работу мы рассмотрим поподробнее. Обычно при последнем маневре не удается абсолютно точно провести стыковку. Чаще всего вычисленные значения координат лежат внутри станции. Авария? Нет, на индикаторе вы увидите вовсе не сигнал ошибки, наш бортовой компьютер скорректирует действия пилотов. Действует он при этом следующим образом: установив с помощью проверок значений

координат, что лунолет «протаранил» станцию, калькулятор начинает извлекать его оттуда и превращается в своеобразную «машину времени». Вычисляется продолжительность «шага назад», и аппарат возвращается по своей траектории. Подобным же образом бортовой вычислитель действует и в других программах, но сегодня мы познакомимся с новым алгоритмом.

Случай первый — мы подлетели к станции с ее торца, но в результате последнего маневра аппарат очутился в «ЮГе». Что теперь делает ПМК?

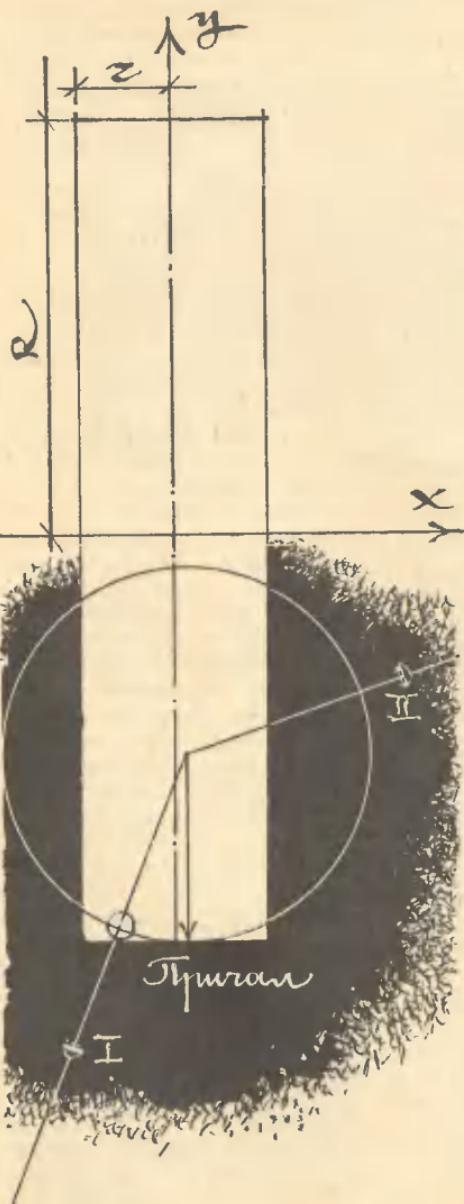
Прежде всего он определяет расстояние до основания цилиндра, затем делит его на скорость аппарата в конечной точке и тем самым находит время «шага назад». Затем, как обычно, лунолет возвращается по прежней траектории. Геометрический смысл алгоритма показан на рисунке — точка, в которой оказался космический корабль, принимается за центр, и проводится окружность, радиус которой как раз равен расстоянию до торца. Пересечение окружности с траекторией — новое положение аппарата. Так за несколько шагов бортовой компьютер извлекает «Кон-Тики» на посадочную площадку.

Если же мы подлетели к станции сбоку, то применение того же самого способа коррекции дает совсем другой результат. Обратимся к рисунку. Легко видеть, что точка пересечения окружности с траекторией теперь лежит вне станции, корабль как бы отброшен назад от станции. Именно с этим эффектом «метеорной защиты» столкнулся героический экипаж «Кон-Тики». Надеемся, что нашим читателям при разработке собственных игр не составит труда смоделировать «силовое поле», столь любимое писателями-фантастами.

И несколько слов о блоке вычисления переменных. Отметим, что в нем использованы не точные, как в программе «Лунолет», решения уравнений движения, а приближенные.

Они получены с помощью так называемой линеаризации. О том, что это такое, мы поговорим в одном из ближайших выпусков рубрики.

Сергей ВОЛКОВ,
инженер



АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ГИМНАСТИКА

толет незаменимым для решения различных задач в горных условиях — вывозка древесины, строительство ЛЭП, горноспасательные работы. О необходимости создания такого вертолета и писал ваш журнал («ТМ» № 10 за 1984 год). С 2 т Ка-32 поднялся на 6400 м, с 1 т — на 7305 м, а без груза — с экипажем 2 человека на 8250 м.

С заместителем главного конструктора В. А. Касяниковым мы прошли в музей ОКБ, где продолжили разговор о Ка-32. Вертолет — сложная машина, в ней сразу и незаметны те конструкторские и технологические новинки, которые и обеспечили ей диапазон летно-технических характеристик.

В. А. Касяников. Лопасть несущего винта — самый важный агрегат вертолета.

Вот на стеллаже лопасти вертолетов Ка разных поколений. Сначала были деревянные, они требовали уйму труда самых квалифицированных рабочих. Металлические, по конструкции напоминающие крыло самолета, тоже весьма трудоемки. А эта — современная стеклопластиковая. Она проста конструктивно и очень технологична, все ее поверхности и обводы формуются в пресс-форме. Стеклопластиковые лопасти были спроектированы впервые в мире в нашем ОКБ и почти 20 лет выпускаются серийно. Кстати, за рубежом аналогичные разработки появились значительно позже. На стенах нашего музея — примеры нетрадиционных решений. Вот одно из них. Лопасть несущего винта крепится к втулке шарнирно, причем раньше в шарнирах стояли роликовые подшипники, теперь — всего один с антифрикционным покрытием, обладающим к тому же и демпфирующими свойствами. Обслуживать вертолет стало легче. Раньше ведь каждый подшипник надо было регулярно смазывать, проверять его состояние, ныне этого не требуется.

На многочисленных снимках, что на стенде, наш Ка-32 запечатлен при выполнении самых разнообразных работ. Скажем, в прошлую навигацию на Северном морском пути он базировался на атомном ледоколе «Сибирь» и, по отзывам моряков, проявил свои качества во всем блеске.

Установленное на Ка-32 навигационное оборудование позволяет осуществлять полет по выбранно-

му маршруту в автоматическом режиме. Достаточно задать географические координаты точек, и электроника сама выведет на них вертолет, как говорят специалисты, в зону визуального контакта, в любых метеорологических условиях.

Запас горючего, рассчитанный на 4,5 ч полета, и совершенное навигационное оборудование делают Ка-32 отличным ледовым разведчиком. С него можно тщательно обследовать состояние льдов на расстоянии до 250 км от судна, на котором он базируется.

При необходимости на вертолете можно перевозить и 16 пассажиров — вахтенную смену или больных. Конечно, грузовик он и есть грузовик. Транспортная кабина у него не столь комфорtabельна, как пассажирский салон. Но зато Ка-32 может куда угодно добраться и всюду сесть, даже на воду.

Двигательная установка обеспечивает вертолету большой запас мощности. Два турбовальных двигателя ТВ3-117 по 2225 л. с. позволили получить статический потолок 3500 м. Это значит, что вертолет может взлетать вертикально в разреженном воздухе высокогорья до такой высоты над уровнем моря.

Фюзеляж выполнен в основном из алюминиевых сплавов. Он оснащен тремя дверями: с обоих бортов для членов экипажа и по левому борту грузовой кабины. Для крепления грузов суммарной массой до 4 т пол грузовой кабины оборудован швартовочными узлами. Возможности вертолета могут быть расширены за счет применения комплекта объемного оборудования.

Да, машина уникальная. Но ее уникальность не в экзотичности, а в заложенных в новый вертолет возможностях, которые позволяют решать множество различных задач. Думается, что как в свое время простой и надежный ЗИС-5 (знаменитая «трехтонка») стал незаменимым на дорогах страны, так сейчас винтокрылый грузовик станет важным звеном транспортной системы на воздушных трассах. И хотя на Ка-32 установлено самое сложное современное оборудование, включая бортовые ЭВМ, его обслуживание и пилотирование стало заметно проще. Есть все основания считать, что новому вертолету суждена долгая трудовая жизнь.

КОЛЬЦО

С

НАЧАЛОМ

И

КОНЦОМ

**Сергей ВОЛКОВ,
инженер**

Начало

Тем, кто бывал на ВЦ (имеется в виду посещение вычислительного центра, а не контакт с внеземной цивилизацией), наверняка знакома такая картина — человек, склонившийся над текстом программы, шепчет странные слова: «Так, и до куда же нам дуть? Ага, кажется, досюда». Для непосвященного это «птичий язык»: при чем здесь дуть? Специалист же легко узнает профессиональный жargon. Именно так програмисты зачастую говорят об операторах цикла. Дело в том, что в алгоритмических языках высокого уровня в конструкции этого оператора используется слово DO (от английского глагола «выполнять»). Но что же такое цикл в программировании?

Это повторяющийся участок программы, который выполняется несколько раз подряд. Представьте себе, что нам надо вычислить значение одного и того же выражения (функции), скажем, в 100 различных точках. (Такие задачи типичны, например, при составлении таблиц.) Вряд ли есть смысл подряд выписывать все 100 этапов расчета. Давайте поступим так: зададим начальное значение аргумента, формулу для вычисления заданного выражения в общем виде и правило нахождения нового зна-

чения аргумента по предыдущему. Теперь, начав работать, программа вычислит первое значение выражения (при начальном значении аргумента) и найдет следующее значение независимой переменной. И все? Пока все, ведь чтобы определить значение выражения во второй точке, надо вернуться в то место программы, где стоят команды вычисления функции. Это можно сделать с помощью передачи управления. Тогда программа найдет второе значение выражения и вычислит следующее значение аргумента. Затем управление опять передается на вычисление функции и т. д. Но что же получилось? Программа «бегает» по кругу и никак не может из него выйти, ведь «у кольца начала нет и нет конца». Как говорят специалисты, программа «зациклилась». Собственно, другого и быть не могло — мы не указали, сколько раз надо выполнить наш цикл вычислений. Как же найти, где кольцо кончается?

Для этого используют так называемый счетчик. В памяти машины выделяется ячейка, в которой записывается число проделанных повторений цикла, а в программу вставляется команда, прибавляющая к содержимому счетчика единицу после каждого выполнения тела цикла (так называются многократно повторяемые команды). Как только число в счетчике становится равным заданному, программа выходит из цикла и выполняет следующие команды. Возможен и счетчик, работающий на вычитание, когда после каждого повтора его содержимое уменьшается на единицу.

Но это, можно сказать, «ручное» программирование цикла, так как мы сами выписываем команды передачи управления, организуем счетчик. В языках высокого уровня, как уже говорилось, есть специальные операторы цикла, облегчающие труд программиста, которому надо только после оператора цикла указать число повторений и выписать само тело цикла. Всю структуру программы с необходимыми передачами управления машина создаст себе сама. Есть и более сложные циклы, когда выход из них определяется выполнением того или иного арифметического или логического условия. Однако не следует думать, что операторы цикла — достояние лишь компьютеров.

Даже у нашего помощника БЭ-34 есть команды, задающие цикл: FL0, FL1, FL2, FL3. Любая из них ставится после тела цикла, а сразу за ней указывается адрес первой команды тела цикла. Предварительно в счетчик — соответствующий регистр (0, 1, 2 или 3) — записывается нужное число повторений. Заметим, что здесь счетчик работает на вычитание — когда его содержимое равно единице, программа выходит из цикла.

Раз уж мы заговорили о ПМК, пора по традиции обратиться к блок-схеме очередной игры. Она называется «Урожай». О том, как в нее играть, подробно рассказано в статье «Что посеешь, то и пожнешь» (стр. 36).

Достаточно беглого взгляда на рисунок, чтобы сказать: «Что-то мне знакомое, так-так». В самом деле, схема закольцована. Значит, и здесь цикл? Конечно, ведь сама игра, по сути, циклическая. «Полевые работы», «сбор даров природы» и прочие хозяйствственные заботы повторяются «из года в год», и если вам повезет, то вы сумеете «пройти» по нашей схеме десятки оборотов. При нерациональном ведении хозяйства игра закончится гораздо раньше.

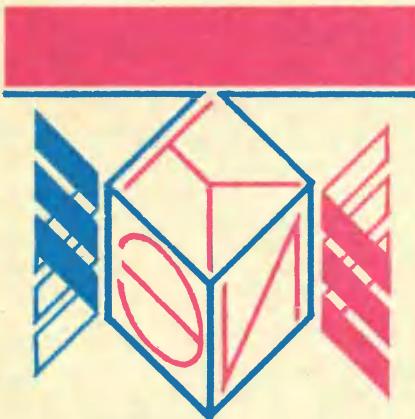
Вообще, любая игровая программа «по большому счету» — циклическая. Вы вводите управляющее воздействие — ПМК выдает результат, и опять все сначала. Может быть, именно поэтому некоторые читатели не нашли конца в алгоритме «Лунолет-2». Так, В. Талалаев из Киева пишет: «Данный алгоритм пригоден только для калькулятора! С точки зрения алгоритмических языков он абсолютно неверен. По самой своей сути алгоритм должен иметь два обязательных элемента: начало и конец. Начало у «Лунолета-2» видно: это ввод... А конца-то у него нет! То есть если по такому алгоритму написать программу для ЭВМ, то машина... НИКОГДА НЕ КОНЧИТ ИГРАТЬ».

Ну что ж, в чем-то наш читатель прав. В «Лунолет-2» действительно можно играть очень долго. Ведь ПМК не отличает промежуточных остановов от окончательного, все они реализованы одним и тем же блоком вывода. А право определить момент завершения игры предоставляется самому игроку, он оценивает качество посадки. При перенесении же программы на ма-

шину не составит труда поручить роль эксперта компьютеру. С чем, кстати, успешно справились читатели (в том числе и сам В. Талалаев), приславшие в редакцию версии программы «Лунолет» на языках ФОРТРАН, БЕЙСИК и т. д. Кстати, десятиклассник Андрей Михняк из Челябинска составил программу для игры в реальном масштабе времени.

Но вернемся к программе «Урожай». Не будем подробно останавливаться на ее работе — все понятно из блок-схемы и описания в КЭИ. Отметим только, что внутри программы есть цикл. Работает он следующим образом. После ввода исходных данных и проверок ПМК определяет суммарную посевную площадь, подсчитывает прибыль (естественно, сначала она равна нулю), задает номер поля, с которого начинается ваша хозяйственная деятельность. В связи с особенностями конкретного калькулятора (счетчик работает на вычитание) первым «обрабатывается» третье поле. На индикаторе загорается номер поля и суммарная посевная площадь. Теперь ваш ход: вы вводите площадь, которую отдаете под культуру № 3. После проверок ПМК находит площадь, свободную для посевов двух других культур (поля № 1 и № 2), затраты на возделывание третьей культуры, оставшуюся сумму денег и прибыль, которую вы получите, собрав урожай с третьего поля. Обратите внимание: прибыль зависит не только от затрат (то есть посевной площади), но и от того, какую культуру вы поселили. Причем это влияние может быть как положительным, так и отрицательным — третья культура может изменить коэффициент, стоящий в скобках, на $\frac{1}{9}$, вторая — на $\frac{1}{6}$ и первая — на $\frac{1}{3}$. Затем следует «финансовая» проверка. Если результат положителен, то можно приступать к «возделыванию» следующей культуры. Калькулятор уменьшает номер поля на единицу, и мы вновь оказываемся в начале цикла, но теперь $i=2$ и пора задавать площадь под вторую культуру. Проделав цикл три раза, программа выходит из него и приступает к дальнейшей работе, а нам остается, следуя пожеланиям читателей, написать последнее слово очередного занятия алгоритмической гимнастикой.

Конец



Довольно обширный класс компьютерных игр (а их создание поставлено на Западе на широкую ногу) составляют экономические. Действие разворачивается обычно либо в современном капиталистическом обществе, либо в каком-нибудь уединенном королевстве много веков назад (или в иной экзотической обстановке). В первом варианте пользователь имеет шанс, например, за короткое время обогатиться (хотя бы в таком «электронном» варианте); во втором ему предоставляется возможность почувствовать себя всемогущим правителем, в чьих руках находятся судьбы целого государства. Машине дает ему разнообразную информацию о численности населения, видах на урожай, стихийных бедствиях и так далее и выполняет его распоряжения: сколько средств и на что нужно употребить. По «истечении года» подводится итог и начинается новый цикл. Подобных программ в портфеле раздела не было — вероятно, никто просто не предполагал, что таковая может уместиться в мизерной памяти ПМК, — пока В. Потапов из Тамбова не приспал разработанную им игру «Остров», построенную в общем-то на тех же принципах. Вот как он формулирует ее правила:

«Вас избрали президентом небольшого островного государства. Задаются количество денег в казне, прожиточный минимум, стоимость засева единицы площади, стоимость очистки земли. Доход непостоянен и зависит от образования населения и степени загрязнения земли отходами производства. Промышленность платит за аренду территории определенную сумму. Побочные доходы — туризм. Они растут с ростом чистоты окружающей среды и благодаря рекламе. Требуется ответить на следующие вопросы: 1. Сколько земли вы отдаете в аренду промышленности? 2. Сколько денег выделяете населению? 3. Сколько засеете пашни? 4. Сколько отдаете на развитие туризма? 5. На очистку окружающей среды? 6. На образование? После ответа на последний вопрос получаем цифру — количество лет до очередных выборов —

ЧТО ПОСЕЕШЬ, ТО И ПОЖНЕШЬ

или сигнал о том, что вас досрочно сняли с правления, а то и посадили за решетку. Продолжение игры состоит в новом ответе на те же вопросы с учетом нового количества денег в казне, численности населения и загрязнения земли... Очень буду рад, если игру усовершенствуют».

Программа В. Потапова действительно нуждалась в серьезной доработке. Отсутствовал элемент случайности, математическая модель была слишком упрощенной, при ответах на вопросы легко было сбиться — когда в игре много остановов, желательно как-то отличать их один от другого... Но самое главное — программа В. Потапова, как уже отмечалось, построена по образцу западных компьютерных игр. А они преследуют вовсе не чисто развлекательные цели. Напротив, эти игры (разумеется, на упрощенных моделях) прививают пользователю те элементарные экономические знания, которые столь необходимы для жизни при государственно-монополистическом капитализме. Вводят его в мир биржевых и банковских операций, ненавязчиво пропагандируют соответствующий образ жизни, короче говоря, воспитывают будущих бизнесменов. Но, отбросив ненужную шелуху, почему бы в порядке эксперимента не попробовать сделать игру, приближенную к нашей действительности? Игру, моделирующую (конечно, с учетом возможностей ПМК) азы плановой экономики?

За переработку программы В. Потапова взялся знакомый нам В. Алексеев — столь же решительно, как перед этим брал в свои руки рычаги управления лунолетом (см. «ТМ» № 5 за этот год). Он исключил некоторые блоки, ввел условие, что на имеющейся пахотной земле выращиваются три различные культуры со случайной урожайностью (она непредсказуемо меняется год от года), доход от сбора даров природы с быстрым насыщением (по мере исчерпания ресурсов он перестает увеличиваться) и постоянные выплаты (отчисления в бюджет). Так появилась игра «Урожай», которая может использоваться для качественного моделирования различных экономических ситуаций и которую в полной мере можно считать плодом коллективного творчества (администрация КЭИ, надо сказать, тоже внесла свой вклад — ввела блок охраны собранного урожая, придумала систему буквенной сигнализации, в том числе аварийной, разработала варианты с экстенсивным и ин-

тенсивным землепользованием). «Еще одна просьба к КЭИ: учитывать владельцев ПМК последних моделей», — пишет А. Ализарчик (ст. Ошмяны Гродненской области), и он в этом своем желании неодинок. Приводим, помимо блок-схемы, программу Потапова — Алексеева в модификации для МК-61 (обладатели БЗ-34 и МК-54 должны помнить, что букве Е в командах по адресам 05, 45 и 56 соответствует на их клавиатуре стрелка вверх, а В/О в конце программы могут не ставить — адреса 98 и 00 у них все равно задублированы).

```
00. % 01.Cx 02.ПС 03.ИП7 04.П1 05.КППЕ
06.ИП4 07.÷ 08.ИПА 09.+ 10.ПА 11.П2 12.×
13.П1 14.ИП2 15.ИП1 16.%/п 17.Кх>07 18.ИП2
19.≡ 20.- 21.Кх>07 22.П2 23.ФВх 24.ИП3
25.× 26.† 27.КПП 28.Кх>09 29.Фsin 30.ИП1
31.÷ 32.5 33.÷ 34.ИП6 35.+ 36.× 37.ИПС 38.+
39.ПС 40.ФL1 41.44 42.ИП7 43.П1 44.КИП1
45.КППЕ 46.ИПА 47.÷ 48.Фordg 49.2 50.×
51.ИПА 52.× 53.КИП1 54.+ 55.ПС 56.КППЕ
57.Фordg 58.Фx 59.÷ 60.2 61.× 62.ИПС 63.×
64.ПС 65.КИП1 66.ИП1 67.%/п 68.КПП8 69.ФВх
70.ИПВ 71.- 72.Кх>09 73.КИП1 74.ИПД 75.Фx>
76.79 77.ИП5 78.× 79.ИПС 80.+ 81.ПД 82.Кх>09
83.ИП1 84.≡ 85.К- 86.ИПД 87.ИП1 88.%/п
89.Кх>09 90.КПП8 91.Кх>09 92.ФВх 93.%/п
94.ИПД 95.≡ 96.- 97.ПД 98.%/п
```

Многие читатели указывают, что опубликованные в «ГМ» космические программы помогли им как бы на собственном опыте «попчувствовать» законы физики. Будем надеяться, что такие игры, как «Урожай» (взял ее за основу и меняя различные блоки, можно моделировать самые разнообразные ситуации; один такой пример мы приведем), помогут в постижении азов экономики. Представьте себя директором небольшого совхоза или, например, руководителем коллектива рабочих на бригадном подряде. В вашем распоряжении имеются, скажем (все цифры, конечно, условные — на то она и игра), 1000 га пахотной земли (1000 ПА), прилегающие лесные угодья и довольно круглая сумма в 35 тысяч (35 ВП З ПД). Задача — рационально ведя хозяйство, обеспечивать ежегодные постоянные отчисления в госбюджет не менее 3500 (3500 ПВ; число в регистре В служит одновременно и адресом перехода на начало программы, поэтому оно обязательно должно оканчиваться двумя нулями). Имеющаяся в вашем распоряжении земля, если ее вспахать, засеять, снять урожай, приносит в сред-

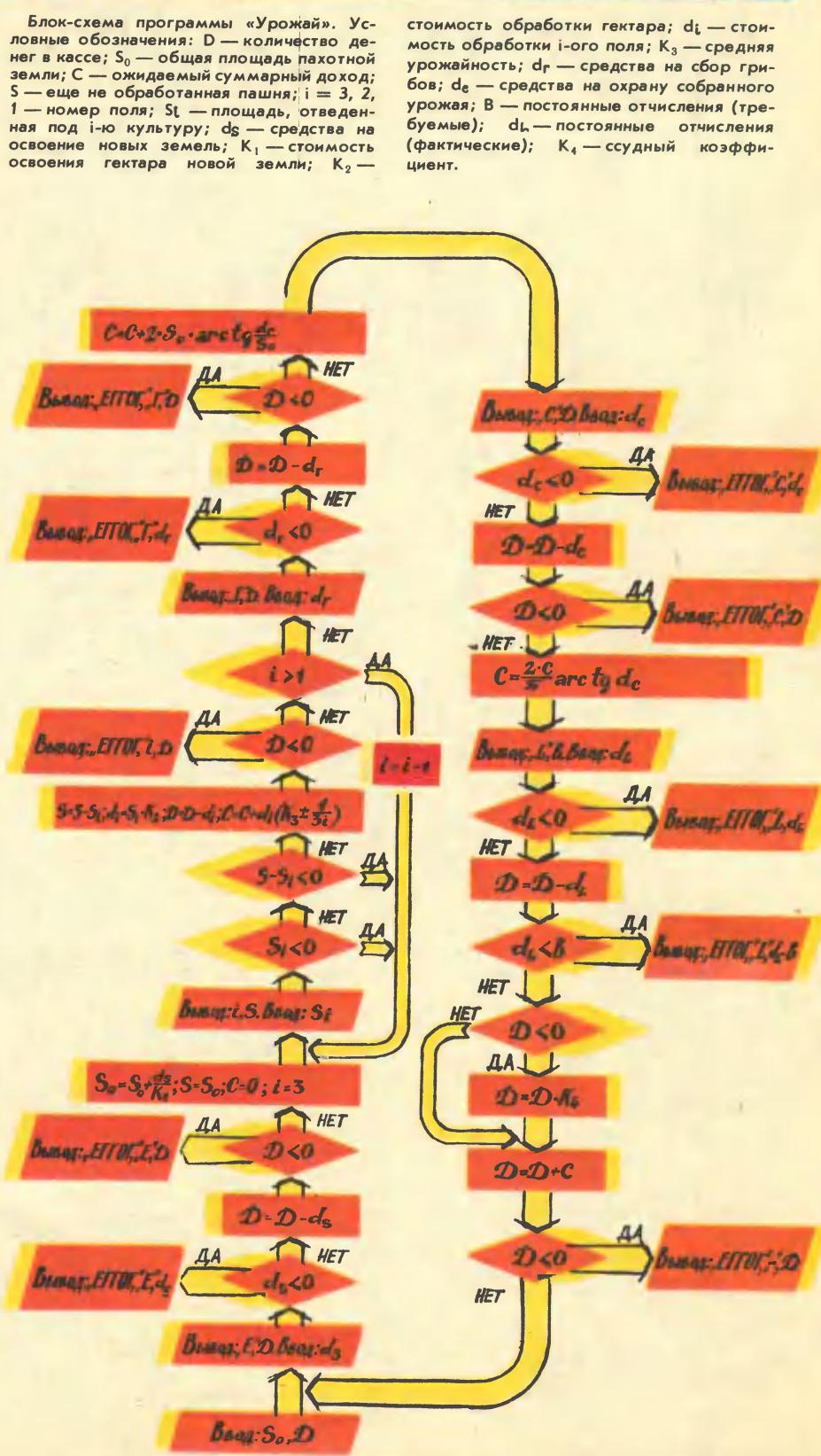
нем 10% прибыли (1,1 П6; обработка одного гектара обходится, скажем, в 30 рублей (30 П3). Землю можно в любой пропорции отводить под три сельскохозяйственные культуры: допустим, рожь, пшеницу и кукурузу. Средний доход от них одинаков, но из-за погодных и конъюнктурных условий подвержен непредсказуемым колебаниям: рожь дает $110 \pm 11\%$, пшеница $110 \pm 17\%$ и кукуруза $110 \pm 33\%$ от вложенных средств, поэтому каждая культура может приносить не только прибыль, но и убыток. Какую-то часть земли можно вообще не засевать (как правило, это приходится делать по необходимости — имеющиеся суммы уже не хватает на обработку всей земли); этот «остаток», естественно, никак не влияет на состояние ваших финансов. Если дела идут хорошо, можно выделить какую-то сумму на «расширение производства» — освоение новых земель: каждый гектар обходится, допустим, в 300 рублей (300 П4); «списывать» землю (уменьшить выделенную площадь) нельзя — ПМК заподозрит финансовые махинации и среагирует немедленно.

Второй источник дохода — сбор и реализация даров природы: грибов, ягод и т. д. При сравнительно малых затратах этот род деятельности дает 100% прибыли, но она быстро падает по мере увеличения вложенных средств: если собраны все грибы в соседних лесах (а их площадь будем считать пропорциональной площади полей), то сколько новых сборщиков ни посыпай, будут одни убытки. Так что здесь имеется некий оптимум затрат.

Собрать урожай мало — нужно обеспечить его сохранность, выделив какую-то сумму на склады, сторожей, собак и прочее. Если она будет слишком мала, от урожая останутся рожки да ножки; если же чересчур велика — с урожаем ничего не случится, зато и на отчисления ничего не останется.

Все перечисленные выплаты: на освоение и обработку земли, сбор грибов и охрану — должны производиться из имеющихся наличных средств. Лишь для погашения отчислений в госбюджет можно взять небольшую ссуду в банке; но в этом случае после реализации урожая возвращать придется на 20% больше (1,2 П5). Если же средств на это не хватит, пеняйте на себя...

Собственно, все исходные данные есть, остались вспомогательные числа. В регистр 7 вводится буква Е (1 К — ВП 7); она служит также адресом перехода и «сырем» для образования других буквенных сообщений, поэтому иные сигналы использовать нельзя. Владельцам первых моделей БЗ-34, на которых получить Е обычным способом не удается, рекомендуем обратиться к помощи «сверхчисел»: 1 ВП 50 Fx^2 Fx^2 3 $\times Fx^2$ ИПС /—/ ВП 7 П7 (Ф. Толкачев из г. Кохтла-Ярве подтвердил действенность этой процедуры; если же и она не приведет к желаемому результату, останется только ввести в



стоимость обработки гектара; d_1 — стоимость обработки i -го поля; K_3 — средняя урожайность; d_2 — средства на сбор грибов; d_3 — средства на охрану собранного урожая; B — постоянные отчисления (требуемые); d_4 — постоянные отчисления (фактические); K_4 — судный коэффициент.

регистр 7 какое-нибудь число, оканчивающееся на 14, например 141414). В регистры 8, 9 и Е вводятся адреса переходов: 94 П8 83 П9 86 ПЕ (владельцы БЗ-34 вместо последней команды могут записать ПО; в МК-61 регистр 0 остается свободным).

Играть в «Урожай» просто: машинка сама все время «подсказывает», что нужно делать. Устанавливаем переключатель Р — Г в положение Р и нажимаем В/ОС/П. На индикаторе буква Е — признак блока подведения итогов и освоения новых земель. В регистре У — имеющаяся в вашем распоряжении сумма (35 000); какую-то ее часть вы можете сейчас выделить на освоение. А что, если вы подадитесь на уговоры и дадите кому-нибудь участок под дачу за наличные? Задаем любое отрицательное число: 3000 /—/ С/П. ПМК немедленно выдает ЕГГОГ — финансовые органы не дремлют. Нажимаем XY — на индикаторе вновь появляется буква Е, признак блока, в котором допущена ошибка. Еще раз XY; на индикаторе — 3000, то самое ошибочное число, которое мы только что ввели. А если бы задали на освоение земли сумму, превышающую имеющуюся наличность (скажем, 36 000), машинка выдала бы ЕГГОГ, затем Е и, наконец, допущенный перерасход (— 1000)...

Точно так же срабатывает ПМК и при ошибке во всех остальных блоках (ЕГГОГ — признак блока — введенное отрицательное число либо перерасход). Если в конце года в кассе не хватает денег даже на погашение взятой в банке ссуды, после ЕГГОГ и XY на индикаторе появляется знак «—», смысл которого ясен без дополнительных комментариев (при повторном нажатии XY вы узнаете в этом случае сумму недоплаты). В отличие от реальной жизни у вас есть шанс начать игру сначала; достаточно скомандовать В/О ПП В/О, заново ввести начальные значения переменных (землю и деньги) в регистры А и Д, затем С/П.

Так и поступаем (правда, в нашем случае, как легко убедиться, содержимое регистров А и Д еще не изменилось, так что вводить новые исходные данные необязательно). На индикаторе вновь загорается Е, в регистре У — по-прежнему 35 000. Попробуем подойти к делу серьезно. Произведем несложный расчет. Земли у нас 1000 га, на ее обработку требуется 30 тысяч. Три с половиной придется отчислить в бюджет, еще, скажем, тысячу (откроем небольшой секрет: эта сумма близка к нынешней ситуации к оптимуму) употребим на сбор грибов и ягод... Итого 34 500. Да, и еще надо отдать сколько-то на охрану урожая! Средств, оказывается, в обрез, о новой земле думать рано. Нажимаем Сх С/П.

На индикаторе цифра 3 — знак того, что предстоит засеять три поля. В регистре Y земельная площадь, которую можно обрабатывать, — 1000 (если бы мы в предыдущем блоке отвели, скажем,

300 рублей на освоение новых земель, площадь увеличилась бы ровно на один гектар). Сейчас нужно определить площадь под посев рожи (с-х. культура с 11% риска). Команда с отрицательным числом или с превышением имеющейся земли блокируется — на индикаторе вновь загорается цифра 3 (ПМК не прощает лишь серьезных финансовых нарушений, ошибки в планировании сельхозработ он дает возможность исправить). Избираем для начала стратегию «равных полей»: треть земли под каждую культуру. Поскольку суммарная площадь (1000) находится сейчас в регистре Y, а в X — тройка, достаточно нажать ÷. На индикаторе третья всей земли (333,3333). С/П. Задачи определены, ПМК принимается за работу: определяет расходы на обработку поля (очевидно, 10 тысяч), вычитает их из вашей кассы, а заодно сразу рассчитывает ожидаемый доход (с учетом всех колебаний) и заносит его в регистр С (в этой ячейке на протяжении всего цикла накапливаются будущие поступления, а потом, при подведении итогов года, они складываются с оставшимися в кассе деньгами). На индикаторе загорается цифра 2 — осталось засеять два поля. На очереди пшеница (17% риска). В регистре Y — еще не засеянная земля (666,6667). Не мудрствуя, снова нажимаем ÷ (333,33335) С/П. На индикаторе мелькают числа, потом загорается цифра 1 — осталась кукуруза (33% риска). Для единобразия повторяем команду: ÷ (333,33335) С/П. Кстати сказать, на каждом оставшемся можно по содержимому регистра С проверять, как идут дела; стек восстанавливается командами ИП2 ИП1.

На индикаторе буква Г — признак блока «Грибы и ягоды», в регистре Y — оставшиеся в кассе деньги (5 тысяч). Как намечено, отдаем сборщикам одну из них: 1000 С/П. ПМК послушно анализирует эту операцию, затем выдает на индикатор букву С — признак блока «Сторожа и собаки». В регистре Y — оставшаяся сумма (4 тысячи). Пора выделять деньги на охрану собранного урожая и добытых даров природы. 150 С/П (откроем еще один небольшой секрет — это число в сложившейся ситуации также близко к оптимуму). Новые финансовые подсчеты, затем появляется буква L — пора вносить в госбюджет свою скромную лепту. Кроме регистра В, необходимая сумма (3500) находится сейчас и в регистре Y. Любую попытку уклониться от этой выплаты калькулятор решительно пресечет.

Выбора нет — нажимаем 3500 С/П. ПМК подводит итоги года: на экранчике загорается буква Е. XY (32188,165). Очевидно, у нас неурожай, потеряны почти три тысячи. О новой земле нечего и думать, но и надежду терять рано. Сх С/П. На индикаторе цифра 3. Продолжим прошлогоднюю стратегию: ÷ С/П (2) ÷ С/П (1) ÷ С/П (Г) 1000 С/П (С) 150 С/П (L) 3500 (в кассе чуть больше тысячи, волей-неволей приходится обращаться в банк за ссудой) С/П (Е). Второй год кончился, каковы результаты? XY (34099,159). Отлично! Дела пошли на поправку. Повторяем все еще раз: Сх С/П (3) ÷ С/П (2) ÷ С/П (1) ÷ С/П (Г) 1000 С/П (С) 150 С/П (L) 3500 С/П (Е). Еще один год позади! XY (35187,236). Урожай, стало быть, вновь выдался на славу — в кассе даже больше, чем было в начале!

Для теста, пожалуй, достаточно. Игра очень азартная и не такая уж простая. Вовсе не обязательно, кстати, ограничиваться лишь проведенными константами; однако рекомендуем так их подбирать, чтобы средняя прибыль от урожая и сбора грибов примерно равнялась постоянным отчислениям — при этом достигается максимальный игровой эффект.

Теперь, как обычно, раскроем «секреты» программы. Из блок-схемы видно, что некоторые операции повторяются многократно. Соответствующие последовательности команд оформлены в две подпрограммы — ПП8 (она располагается на адресах 94—98) и ППЕ (86—93), а также блок аварийного останова (83—85). Для обращения к этим фрагментам (с адресов 05, 27, 28, 45, 56, 68, 72, 89, 90, 91) использованы команды косвенной адресации. Это сделано просто ради экономии места — команда КППЕ функционально полностью эквивалентна занимающему две ячейки прямому обращению ПП 86 (в регистре Е хранится число 86), КПП8 — ПП 94. С аналогичной целью употреблена и команда косвенного условного перехода по адресу 82: если число в регистре В заканчивается двумя нулями, она эквивалентна Fx<00. Команды блокировки по адресам 17 и 21 используют в качестве адреса условного перехода букву Е, хранящуюся в регистре 7. Каждая из них функционально эквивалентна команде обычного условного перехода на адрес 14 (этому «явному» адресу, как мы знаем из № 3, соответствует «тайный» ОЕ).

Команды косвенного вызова КИП1 по адресам 44, 53, 65, 73 преобразуют записанную в регистр 1 букву Е последовательно в Г, С, Л и —. Функционально они эквивалентны ИПД, ИПС, ИПВ и ИПА, причем во втором и третьем случаях используются в программе и в этом качестве.

Осталось сказать о попавшей в начало команде В/О —казалось бы, ничто не мешает сдвинуть ее на «законное» место (адрес 97), начав «Урожай» со следующей команды: 00 Сх. Но если так сделать, нумерация изменится и использовать букву Е в качестве адреса перехода уже не удастся.

Легко видеть, что в разобранном варианте реализована экспансивная экономическая модель: увеличение средних доходов можно обеспечить лишь за счет расширения посевных площадей. В этом случае вы полностью зависите от «капризов погоды» — даже если дела идут хорошо (попробуйте, например, задать в начале работы

побольше наличных средств и освоить на эти излишки значительную новую площадь), достаточно одного неурожая, и в следующем сезоне будет попросту не на что засевать с таким трудом освобожденные новые земли (ведь при неурожае хозяйство из прибыльного становится убыточным). Чтобы выйти из «опасной зоны», есть только один надежный путь: повысить урожайность (число в регистре 6) — если она поднимется над пределами погодных колебаний, никакая засуха не страшна (к аналогичному результату, естественно, приведет и уменьшение самих погодных колебаний; например, вписав по адресу 29 вместо синуса команду Сх, мы сводим их к нулю, после чего нетрудно добиться устойчивого процветания вверенного вам хозяйства). Если модифицировать программу так, чтобы средства, выделяемые в блоке Е, шли не на увеличение площади, а на рост коэффициента урожайности, получим простейшую модель интенсивного земледелия. Попробуем это сделать.

Казалось бы, существенной переделки не требуется. Просто ввести в регистр 4 другой коэффициент (скажем, 3 ВП 5 П4 вместо 300 П4 — это соответствует одинаковому увеличению средних доходов при одинаковых затратах), а фрагмент 08.ИП4 09. + 10. ПА изменить на 08.ИП6 09. + 10.П6. Но тут же сталкиваемся с существенной неприятностью: команда по адресу 11 раньше переписывала на каждом годичном цикле всю имеющуюся площадь (содержимое регистра А) в регистр 2 для дальнейшего использования в блоке посева. Нужно сделать это и теперь, но при планируемом изменении необходима дополнительная команда ИПА (раньше мы после исполнения команды 10.ПА и без того имели в регистре Х землю, теперь же там урожайность). Куда вставить «лишнюю» команду? Программа перегружена, ни одной свободной ячейки нет, а жертвовать каким-либо блоком не хочется. Обратим внимание на фрагмент 01.Сх 02. ПС. Здесь происходит обнуление регистра С, в котором на протяжении цикла накапливаются доходы от урожая. Вовсе не обязательно, чтобы содержимое регистра в точности равнялось нулю — достаточно найти в начале программы место, где результат предыдущей операции заведомо невелик, и вставить туда команду ПС, а фрагмент 01—02 выбросить (ошибка при этом получится буквально копеечная). Практическое зануление регистра Х происходит, например, после деления выделенной в блоке Е суммы на содержимое регистра 4 (команда по старому адресу 07) — ведь изменение коэффициента урожайности будет происходить, как нетрудно прикинуть, в самом крайнем случае на сотые доли. (В исходном положении, напомним, он равен 1,1.) Таким образом, приходим к следующему изменению программы: 00.В/О 01.ИП7 02.П1 03.КППЕ 04.ИП4 05. ÷ 06.ПС 07.ИП6 08. + 09.П6 10.ИПА. Дальше все оста-

ется как в прежнем, «экстенсивном» варианте (владельцам БЗ-34 напоминаем, что букве Е в команде КППЕ соответствует на их клавиатуре стрелка вверх). Проверочный тест, естественно, тоже остается прежним, но при переходе к новому варианту рекомендуем не забывать о восстановлении исходной урожайности (1,1 П6).

Любителям повозиться со «сверхчислами» можем посоветовать и еще один, очень экзотический вариант зануления регистра С. Для его реализации нужно вначале сформировать и заслать в регистр 9, например, ОС-оборотня, «хвостом» которого является ноль. Делается это с помощью вспомогательной программы 00.Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.Х 04.П9 05.С/П. Нажимаем В/О 83, затем стрелку вверх и 1 ВП 60 С/П. После останова в регистре 9 оказывается нужное «сверхчисло», выполняющее двойную работу: при команде ИП9 регистр С зануляется, а команды косвенной адресации по регистру 9 передают управление на адрес 83 (рекомендуем исследовать самостоятельно, каким образом работают такие команды при использовании «сверхчисел» различных типов, находящихся в разных регистрах). Теперь начало программы «Урожай» будет выглядеть так: 00.В/О 01.ИП9 02.ИП7 03.П1 04.КППЕ 05.ИП4 06. ÷ 07.ИП6 08. + 09.П6 10.ИПА, а далее как в исходном варианте.

В ГЛУБИНАХ «ЭЛЕКТРОННОГО ОКЕАНА»

Как мы только что убедились, занятия «еггологией» (термин Ф. Толкачева) приносят иногда ощущимую пользу. Многие члены КЭИ активно включились в изучение скрытых возможностей ПМК и получили интересные результаты. Прежде всего отметим, что независимо от В. Архипова, чьи короткие «грамматические» программы были опубликованы в № 6 за этот год, практически к тому же способу формирования букв и слов пришел (чуть позже, но еще до нашей публикации) и вчерашний десятиклассник М. Калашник из Сум, с чем мы его и поздравляем. А сегодня расскажем об исследованиях в области наиболее таинственных жителей «электронного океана» — С-ЕГГОГ-оборотней (числа с порядками между 600 и 700).

«Дорогая редакция Клуба электронных игр! — пишет Д. Черепов из Коломны. — Учусь в девятом классе. О программируемых калькуляторах узнал прошлой осенью из журнала «Наука и жизнь», но купить ПМК удалось только в начале этого года. «Электронику МК-54» освоил за две недели. Случайно узнал о существовании КЭИ. Взял у друзей «Технику — молодежи», переписал программы. Выписал «ТМ» с марта. Недавно я изменил вашу «водолазную» программу, в результате чего появилась возможность увидеть трусливого С-ЕГГОГ-оборотня «живьем», а не только вызвать в регистр Х и спрятать под ЕГГОГом. Вот новая «водолазная» программа: 00.Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.Fx² 04.С/П. С ее помощью можно сформировать «сверхчисла» от 1 ВП 635 до 9,999999 ВП 644. Примечательно, что порядок высвечивается трехзначный, шестерка занимает «законное место» минуса порядка. На вход программы подаются числа от 2,3713736 ВП 79 до 4,216968 ВП 80. Меньше нельзя — Тьма. После ввода числа и пуска программы на

индикаторе появляется ЗГГОГ (от 1 ВП 1200 до 9,999999 ВП 1299). Для дальнейших действий регистр С должен быть чистым (зануленным) — в противном случае ПМК самопроизвольно переходит в режим ПРГ. Дальнейшая последовательность команд: F АВТ точка F АВТ (расшифровка ЗГГОГа) F Вх («доставание» С-ЕГГОГ-оборотня из регистра предыдущего результата). Далее КНОП (подойдут К1 и К2, но не другие — Тьма). В регистре Х и на индикаторе «сверхчисло» в натуральном виде: с порядком и мантиссой (запятая в мантиссе может перемещаться, хотя ее законное место после первой цифры мантиссы, так ее и надо воспринимать). Для примера: 1 ВП 80 В/О С/П F АВТ точка F АВТ F Вх КНОП. Слева на индикаторе единица, справа трехзначный порядок 640».

Что можно сказать? Очень остроумный способ. Но пойдем дальше. Вот письмо из Ухты Коми АССР:

«Пишет вам ученик седьмого класса Тарсин Алексей. Пишу вам впервые. Хочу рассказать о новом способе анализа обитателей «числового океана» с помощью С-ЕГГОГ-оборотней и ЕГГОГов. Введем в ПМК программу 00. Fx² 01.Fx² 02.Fx² 03.ПО 04.Сх 05.С/П. После этого в режиме АВТ скомандуем В/О 1 ВП 80 С/П. С-ЕГГОГ-оборотень сидит в регистре 0. Далее: 1 ВП 50 Fx² ПА. ЕГГОГ тоже на месте. После этого в программе по адресу 03 исправим команду ПО на ПС. Все готово к работе. Например, запишем в регистр С число 10¹⁰: 1 ВП 10 ПС и скомандуем ИПА ИПО. На индикаторе 1,000000010. Последние три цифры — это порядок числа, находящегося в регистре С, оставшиеся — его мантисса. Попробуем проанализировать так машинный ноль, выйдя на него со стороны отрицательных порядков. Команда: В/О 1 ВП /—/ 15 С/П. После останова ИПС. Ноль, как и хотели. Теперь ИПА ИПО. На индикаторе расшифровка: 1,000000880 (10⁸⁸⁰). Еще один пример. Скомандуем 1 ВП 50 Fx² ВП F10* ПС. Опять ИПА ИПО. На индикаторе расшифровка записанного в регистр С видеосообщения: 1,000000000E. Таким способом можно проанализировать без опаски любое число; Тьму, разнообразных мутантов и так далее. Из вышесказанного и написанного в «ТМ» № 4 за 1986 год следует двойное толкование слова С-ЕГГОГ-оборотень: 1) при их вызове на индикаторе появляется содержимое регистра С, а сам оборотень, замаскированный под сообщением ЕГГОГ, появляется после нажатия клавиши +; 2) с помощью этих оборотней и ЕГГОГов можно анализировать содержимое регистра С».

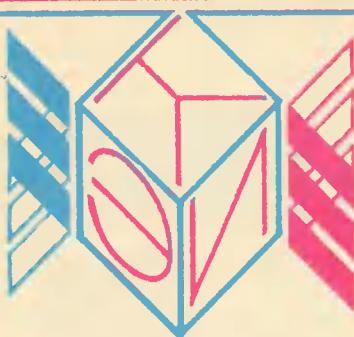
Ну что ж, администрация КЭИ никогда и не скрывала своего глубокого убеждения: главное — правильное название, остальное приложится...

К похожим результатам по расшифровке «сверхчисел» пришли десятиклассники Н. Ершов из Караганды, В. Катаев и В. Валиевский из Кирова. Очень глубокие исследования происходящих в ПМК процессов провел П. Кузнецов из Ленинграда. В частности, он пишет: «Если извлечь из регистров А или С любой ЕГГОГ и сразу за ним С-ЕГГОГ-оборотня, то на индикаторе загорается полная расшифровка числа в регистре С. Если теперь отдать команду /—/, то на индикаторе появляется аналогичная расшифровка регистра 0».

Эту процедуру Павел назвал АСО-анализом. Хорошее название, правильное. А о других его исследованиях придется рассказать как-нибудь в другой раз.

Михаил ПУХОВ

РАБОТА У НАС ТАКАЯ – УЧИТЬ КАЛЬКУЛЯТОР ИГРАТЬ!



Очень многие читатели в своих письмах высказывают единодушное пожелание: публиковать побольше игр, «хороших и разных». Идя навстречу этому пожеланию, предоставляем слово нашим постоянным авторам — Ю. Пшеннику из г. Молодечно Минской области и Г. Горовому из Керчи.

ТЕРМОДИРИЖАБЛЬ

```
00.ИП4 01.ИП0 02.5 03.+ 04.ИП5 05.2
06.ФЛОx 07.+ 08.+ 09.ИП2 10.х II.-.
12.Фх>0 13.72 14.П4 15.ИП6 16.ИП2
17.- 18.Фх<0 19.82 20.5 21.Ф1/х
22.ИП2 23.х 24.Фхx 25.ИП5 26.х 27.6
28.0 29.0 30.+ 31.ИП5 32.ИП3 33.-
34.ИП4 35.- 36.П6 37.ИПД 38.+ 39.ИП2
40.х 41.Фхx 42.ИП7 43.х 44.2 45.+
46.П7 47.ИПД 48.- 49.Фх<0 50.86
51.ИП0 52.Фхx 53.5 54.х 55.ИП9 56.+
57.П8 58.ИП2 59.х 60.ИПА 61.+ 62.ПА
63.ИП8 64.ИП2 65.+ 66.ПВ 67.ИП8
68.ИП7 69.С/П 70.БП 71.00 72.0 73.П0
74.П4 75.ИП2 76.-/` 77.ИП 78.ИПС
79.С/П 80.ИП 81.И5 82.5 83./- 84.БП
85.21 86.0 87.ИП 88.ИПД 89.П7 90.БП
91.И5
```

Программа моделирует полет на термодирижабль с учетом встречного (или попутного) ветра. Аппарат комбинированный — постоянная составляющая веса (конструкция, оболочка, оборудование) компенсируется гелиевыми баллонетами, переменная составляющая (полезный груз плюс топливо) — обогреваемым воздушным баллонетом. Изменением температуры внутри его регулируется подъемная сила (и соответственно высота полета). Горизонтальная скорость — за счет изменения мощности двигателя.

Задача — доставить груз в нужный пункт как можно быстрее, израсходовав при этом минимальное количество топлива. Перелет лучше всего осуществлять по карте по конкретному маршруту; если он проходит в горной местности, нужно следить, чтобы не врезаться в какую-нибудь вершину.

После ввода программы следует задать константы и начальные значения переменных. В регистр 0 вводится мощность двигателя в л. с. (рекомендуемые значения — от 0 до 1000); в регистр 1 — заданное отличие подъемной силы от переменной составляющей веса дирижабля в кг (от -10^4 до 10^4); в регистр 2 — шаг по времени в часах (от 0 до 3); 3 — вес груза в кг (от 0 до 10^4); 4 — вес топлива в кг (от 0 до 5000); 5 — подъемная сила в кг (ее начальное значение рекомендуется задавать равным ИП3 ИП4+П5); 6 — реальное отличие подъемной силы от переменной составляющей веса (в начале — 0 П6, затем оно автоматически приближается к заданному в регистре 1); 7 — текущая высота полета в м; 8 — скорость полета в км/ч; 9 — скорость ветра в км/ч (от —100 до 100, минус соответствует встречному ветру); А — суммарная дальность полета (0 ПА) в км; В — суммарное время полета в часах (0 ПВ). В регистр С вводится сигнал об окончании топлива ЕОО (100 К — ВП ПС), в регистр Д — постоянный коэффициент 1 ВП 4 ПД.

Для запуска программы надо отдать команду В/О С/П. При останове на индикаторе высвечивается текущая высота полета, в регистре У — скорость, она вызывается на индикатор командой ХУ. Остальные параметры можно посмотреть, вызвав их из соответствующих регистров. Примерное время счета 40 с. Повторный запуск программы клавишой С/П. (Если после очередного цикла какой-либо параметр требует коррекции, соответствующая величина вводится непосредственно в регистр; часто коррекция не требуется.)

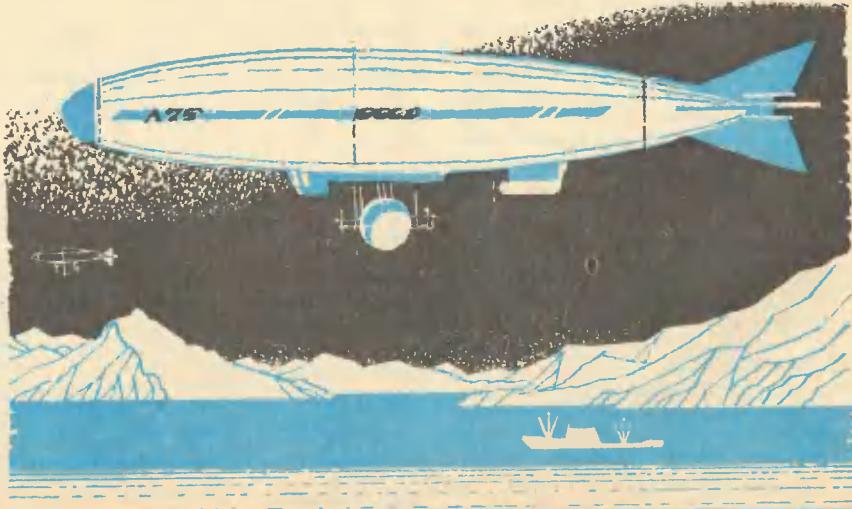
Контрольный пример: 500 ПО 5 ВП 3 ПП1 П2 П1 ВП 4 П3 ПД 2 ВП 3 П4+П5 1000 П7 10 /-/ П9 Сх П6 П8 ПА ПВ, регистр С заполнить согласно инструкции, В/О С/П. После останова на индикаторе высота 1417, 78. ХУ (101,8). Смотрим остальные переменные: ИП4 (1780) ИП5 (15256,8) ИП6 (3476,83) ИПА (101,8) ИПВ (1). Содержимое остальных регистров не изменилось, можно продолжать полет.

Варианты игровых ситуаций. Для взлета задаем положительное число в регистре 1. Воздушный баллонет дирижабля начинает прогреваться. Через несколько циклов, когда реальное отличие подъемной силы над весом станет заметным, высота полета начнет быстро увеличиваться — дирижабль отходит от причальной мачты. Теперь нужно задать величину скорости ветра и его направление, и можно включать двигатель.

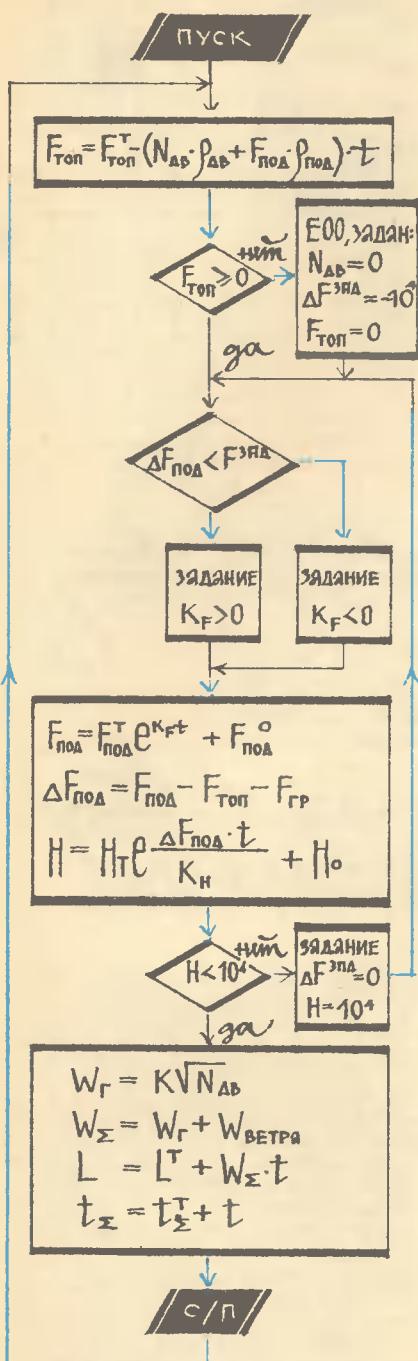
При приближении к нужной высоте полета регистр 1 следует обнулить или сделать его содержимое слегка отрицательным. Постепенно происходит стабилизация высоты. По достижении «потолка» (10 000 м) она выполняется автоматически.

Для осуществления посадки в регистр 1 нужно ввести отрицательное число (порядка —1000 или еще меньше). При окончании топлива двигатель дирижабля автоматически отключается, и корабль дрейфует по ветру, постепенно снижаясь. Для ускорения посадки можно отдать команду 0 П5. При этом нагретый воздух в воздушном баллонете вытесняется наружным, и дирижабль идет на снижение.

Ю. ПШЕННИК



Блок-схема программы "Дирижабль"



МОРСКОЙ БОЙ

Сегодня вашим партнером в этой увлекательной игре будет не человек, а ПМК «Электроника Б3—34» (МК-54). Очевидно, вид кораблей и состав флотилии особого значения не имеют. Уточним правила:

а) игра ведется на поле размером 10×10 клеточек;

б) кораблей восемь, каждый занимает отдельную клеточку;

в) информация выдается в виде: «попал» — «не попал»;

г) игровое поле нумеруется по вертикали и по горизонтали цифрами от нуля до девяти (см. рисунок):

д) координаты корабля задаются двузначным числом: первая цифра берется по вертикали, вторая — по горизонтали. Например, корабли на рисунке имеют координаты 05 (А), 10 (Б), 11 (В), 36 (Г), 42 (Д), 50 (Е), 61 (Ж), 79 (З). Ноль впереди опускается, поэтому координата корабля А—5, именно так его и представит ПМК.

Теперь познакомимся с математической моделью игры. Необходимо, чтобы ПМК мог «обстреливать» все клетки игрового поля и при этом нигде не повторялся. Эта задача реализована с помощью так называемого генератора псевдослучайных чисел (он пригодится и при других играх):

$$N_{i+1} = N_i \cdot q - [N_i \cdot q/P] \cdot P,$$

где квадратные скобки означают целую часть числа, P — простое число, а q имеет вид $q = P - 3^m$ и выбирается близким к $P/2$. Если взять $P = 101$, $q = 74$ (при $m=3$), то получим псевдослучайный ряд чисел на интервале (1,100). Вычитая из всех чисел по единице, получим ряд на интервале (0,99); он-то нам и нужен. Программа состоит из двух частей — программа распределения кораблей в памяти ПМК (часть А):

00.П0 01.1 02.0 03.1 04.ПД 05.1
06.1 07.П0 08.8 09.ПП 10.П2 11.ПП
12.34 13.КИ0 14.ПИ 15.И1 16.Сх
17.С/П
34.ПП 35.7 36.4 37.Х 38.ПС 39.ИД
40.+ 41.ПВ 42.КИВ 43.ИПС 44.ИПВ
45.ИД 46.Х 47.- 48.ПВ 49.1 50.-
51.Ф<0 52.58 53.7 54.4 55.ПВ 56.7
57.3 58.В/0

и программа игры (часть Б):

00.ИД 01.С/П 02.ПС 03.ИД 04.-
05.РХ<0 06.23 07.1 08.1 09.П0 10.8
11.ПП 12.ИПС 13.КИ0 14.- 15.РХ<0
16.00 17.ФИ 18.12 19.Сх 20.С/П
21.ПП 22.34 23.КИП 24.ИП2 25.РХ=<
26.34 27.ИД 28.ПП 29.8 30.6 31.С/П
32.ИП 33.31

Рассмотрим часть А. Блок-схема алгоритма распределения кораблей представлена на рисунке (При наборе программы адреса с 18-го по 33-й пропу-

Консультант раздела
Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

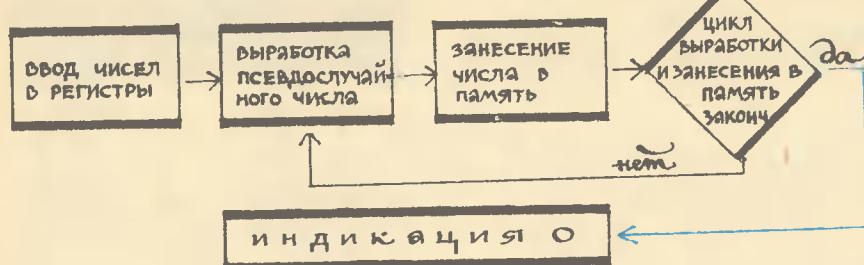
скаются.) После ввода программы нажать В/О, затем набрать любое целое положительное число (можно и 0) и С/П. Примерно через 65 с на индикаторе загорится 0 — корабли распределены по игровому полю. Контрольный пример: 123 В/О С/П. После останова корабли расставлены, как на нашем рисунке: ИПА (11) ИП9 (79) ИП8 (61) ИП7 (42) ИП6 (50) ИП5 (36) ИП4 (10) ИП3 (5). После завершения расстановки кораблей надо нажать В/О и вводить часть Б. При этом она заполняет программную память на участке 00—33, а с адреса 34 остается та часть программы А, где реализуется выработка псевдослучайного числа. Если после перехода в режим АВТ нажать С/П, то первый ход сделает ПМК. Если же скомандовать В/О С/П, то на индикаторе загорится 101, и первый ход делает человек: нужно набрать координаты «выстрела» и нажать С/П. При попадании загорается 101, и ход следует повторить. Если промах — загорается ноль. Нажмите С/П — ход делает ПМК (высвечивает координаты клетки, по которой «стреляет»). Если он попал, сообщите об этом: ИПД С/П. ПМК повторит ход. При попадании в восьмой корабль машина высвечивает сигнал о победе (слева 1,01, справа 88) и самоблокируется — игра закончена. Для повтора игры придется ввести программы А и Б заново (фрагмент 34—58, естественно, можно не вводить). На выработку своего хода ПМК затрачивает не более 8—9 с, на проверку координат противника — не более 18 с.

А вот вариант той же игры для Б3-21. Игровое поле и правила точно такие же, только кораблей всего семь. Программа распределения кораблей выглядит следующим образом:

00.Р5 01.1 02.0 03.1 04.Р2 05.7 10.4
11.Р3 12.ПП 13.Р. 14.Р6 15.РФ 20.ПП
21.Р 22.РФ 23.↑ 24.Р6 25.- 30.Рx=0
31.Р2 32.7 33.Р8 34.С/П 35.Р7 40.РР
41.РР 42.Р5 43.↑ 44.Р3 45.Х 50.Р4
51.↑ 52.Р2 53.+ 54.1 55.ВИ 60.7
61.Х 62.+ 63.Х 54.- 65.↑ 70.Р2
71.Х 72.↑ 73.Р4 74.Х 75.- 80.Р5
81.1 82.- 83.В/0

После ее ввода нажать Р РР В/О, набрать любое число (кроме нуля) и нажать С/П. Когда загорится 7, корабли ПМК расставлены. Далее нажать В/О Р РП и ввести программу игры:

00.Р2 01.С/П 02.Р4 03.↑ 04.Р2 05.-
10.РХ<0 11.- 12.Р6 13.Р7 14.Р4 15.↑
20.Р6 21.РФ 22.Р6 23.- 24.РХ<0 25.Р0
30.Р6 31.↑ 32.Р7 33.- 34.РХ=0 35.РХ
40.РП 41.С/П



Блок-схема программы распределения кораблей по игровому полю.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Б	В								А

Теперь нажать Р РР БП 8 Р РП и продолжать вводить программу (ясно, что по адресам 42—82 останется фрагмент программы распределения кораблей!):

83.БП 84.Р0 85.Р8 90.И 91.— 92.Р8
93.Рх=0 94.Р.— 95.Р8н

После этого нажать Р РР В/О С/П. На индикаторе загорается 101, после этого можно начинать игру: смело набирайте координаты и делайте свой ход. Правила те же: 101 означает попадание, 000 — промах, а когда машина подбрасывает у вас последний корабль и вы сообщите об этом, нажав 101 С/П, то на индикаторе загорится 0100.. Это значит: игра окончена, ПМК выиграл. Желаю успеха!

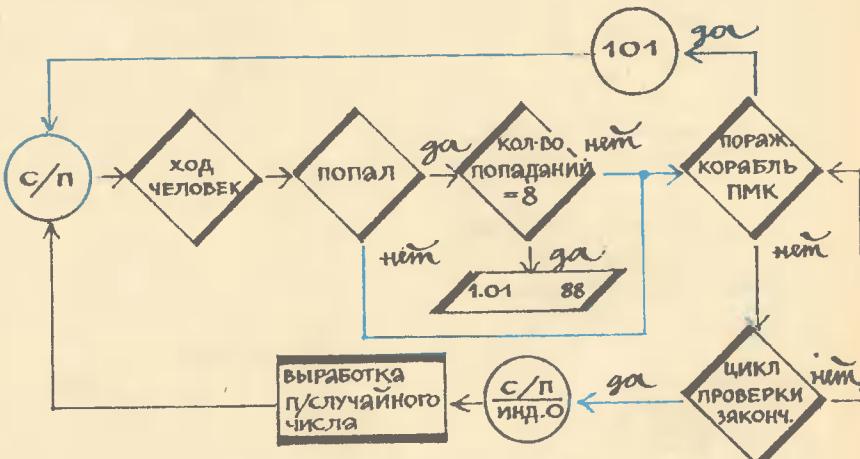
Г. ГОРОВОЙ

В ГЛУБИНАХ «ЭЛЕКТРОННОГО ОКЕАНА»

В сообщении Д. Кайкова, опубликованном в № 7, рассказывалось о получении числа 01, на основе которого можно сформировать «разные другие коды». Независимо от него интересные изыскания по новым видеосообщениям провели В. Паникаровских из Перми, В. Вовк из города Баренцево Харьковской области, В. Мититель из Владимира, С. Пухов и С. Банников из Москвы, С. Ишутин из Свердловска. Расскажем о некоторых результатах, полученных в ходе небывалого «мозгового штурма».

Прежде всего образуем «пустышку» и зашлем ее в регистр Д: Сх К — ВП ПД, после чего для полной очистки стека нужно несколько раз подряд нажать стрелку вверх. На индикаторе 0. Нажмем 1 и применим к этой цифре алго-

Блок-схема игры «Морской бой».



ритм Д. Кайкова (см. № 7): ВП/—/ 1 ПС ИПД ИПС 1 ПС ПС стрелка вверх (три раза) ВП /—/ 30 и запишем результат, допустим, в регистр 7:П7. На индикаторе 01, это сообщение нам уже знакомо. На самом первом (нулевом) знакомстве воцарился 0. Нажмем /—/, подействуем на получившееся число (L1) тем же алгоритмом (ВП /—/ 1 и т. д.) и запишем результат (C1) в регистр 8. Новое применение того же алгоритма дает число Г1, запишем его в регистр 9. Наконец, вызовем из регистра 7 первое из полученных чисел (01), подействуем на него тем же алгоритмом и результат (на вид это обычная единица) запишем в регистр Д — «пустышка» больше нам не понадобится.

В регистрах 7, 8, 9 и Д находятся сейчас числа 01, С1, Г1 и 1. Их свойства необычны. Если нажать /—/, они преобразуются в L1, 1, Е1 и —1. Повторное нажатие /—/ возвращает числам первоначальный вид. Operator ВП/КНОП обеспечивает отход десятичной точки от любого из этих сообщений (в том числе и от «псевдоединицы» из регистра

Д). Operator К — ВП/КНОП заменяет 1 во всех этих сообщениях на букву Е. А чтобы заменить единицу каким-либо другим символом, нужно предварительно ввести в ПМК программу: 00.XY 01. КНОП 02.ВП 03.С/П, затем в режиме АВТ получить на индикаторе нужный символ, вызвать из регистра преобразуемое сообщение и нажать В/О С/П. Полученный таким образом шифр сохраняет все свойства исходного.

Наиболее интересна для формирования новых видеосообщений «псевдоединица», находящаяся сейчас в регистре Д. Скомандуем ИПД ВП, допустим, 4 П1, затем КИП1 (пять раз) ИП1 ВП /—/ 4 КНОП. В результате получилось видеосообщение (единица и отстоящий от нее на некоторое расстояние минус) типа тех, которые пригодились в перелете Луна — Земля. Варьируя цифру после ВП, этот минус можно поместить в произвольном месте индикатора (в пределах мантиссы). Единицу же слева с помощью процедур из предыдущего абзаца легко заменить на любой другой символ.

Еще одно полезное сообщение получается при ИПД К—ВП 1 F 10*ВП /—/ 40 КНОП. Минус получен в порядке, на предпоследнем месте. Теперь, учитывая сообщения, использованные в «Пути к Земле», появилась возможность получать его в произвольной точке индикатора.

Очень интересную систему графических изображений на базе числа ОЕ разработал учащийся Владимирского авиамеханического техникума Виктор Мититель. Сначала нужно занести это число в регистр 0. Для его получения скомандуем ИП7 (в регистре 7 у нас сейчас 01) К— ВП ПО. Затем введем в ПМК короткую вспомогательную программу: 00.FL1 01. 02 02. FL2 03. 00 04. С/П 05. ПЗ 06. ВП 07. С/П. Затем, перейдя в режим АВТ и прочистив стек (нажав Сх и несколько раз стрелку вверх), проделаем следующие манипуляции: ИПО БП 05 С/П Fx² Fx² ВП 3 ВП XY Сх XY /—/ БП 05 С/П /—/ П4 (первое изображение изготовлено и заслано в регистр 4: ноль с минусом слева — это Земля и космическая станция, ноль справа — Луна). Далее: ВП /—/ 50 П5 (возле Луны появился космический корабль). Теперь нужно опять прочистить стек (рекомендуется делать это перед получением каждого нового изображения) и продолжать: 4 П12 Сх ИПО П1 Сх В/О С/П ИП1 Fx² Fx² ВП 3 ВП XY Сх XY /—/ БП 05 С/П /—/ ВП /—/ 57 П6 (в кадре появилась еще и станция «Лагранж»).

Для получения шести последующих однотипных изображений нужно пред-

варительно записать в регистр 0 число 0; ИПО /—/ БП 05 С/П /—/ ПО. Теперь прочистить стек и формировать остальные кадры. ИПО ВП 1 (для каждого последующего изображения порядок нужно увеличить на единицу; не забывайте предварительно прочищать стек) П1 Сх 5 П2 Сх В/О С/П ИП1 Fx² Fx² ВП 3 ВП XY Сх XY /—/ БП 05 С/П /—/ ВП /—/ 57 П7 (последующие кадры нужно, естественно, записывать в другие регистры, например, 8, 9, А, В, С). Последовательно выводя эти кадры на индикатор (скажем, проходя по совету В. Ивинских из Тольятти командой ПП1 по программе 00. ИП4 01. ИП5 02. ИП6 03. ИП7 04. ИП8 05. ИП9 06. ИПА 07. ИПВ 08. ИПС 09. ИП4 10. В/О), видим воочию важнейшие этапы перелета Луна — Земля. Использованные приемы позволяют получить и многие другие интересные видеосообщения. Например, если в конце приведенных последовательностей вместо ВП /—/ 57 отдавать команду ВП /—/7, черточка околонунной станции на всех картинках исчезнет.

То ли еще будет! Как правильно пишет наш постоянный корреспондент В. Паникаровских, «электронный лабиринт, полный тупиков, бездонных провалов, узких боковых ходов и т. д., всегда под рукой у каждого поклонника Клуба электронных игр».

Ясное дело, имеется в виду наш любимый программируемый микрокалькулятор.

Михаил ПУХОВ

остается лишь уповать на то, что противник не читал этот номер журнала (или другой литературы, где описана стратегия игры Баше), и ждать его ошибки. Кстати, и в первоначальном варианте игры, естественно, также есть выигрышные позиции. Их указал сам Баше де Мезирьяк -- 9, 19, 29 ...89.

Теперь перейдем к «эху ХХ века». При всей своей простоте, а может быть, именно по этой причине игра Баше стала для любителей математических развлечений «вечной темой», чем-то вроде классического «любовного треугольника» в литературе. С появлением же счетно-решающих устройств и вычислительных машин интерес к ней еще более возрос. Стали разрабатываться релейные схемы, программы для ЭВМ, позволяющие человеку сразиться с машиной. Более того, ввиду несложности выигрышного алгоритма порой удавалось построить «железного партнера» на необычной «элементной базе». По крайней мере, автору уже доводилось писать о созданной студентами Московского физико-технического института самообучающейся (!) машине из... спичечных коробков.

Естественно, владельцы программируемых микрокалькуляторов не могли пройти мимо возможности проверить свои силы в «битвах» с электронным противником. И редакции научно-популярных журналов, в том числе и «ТМ», захлестнули поток писем с программами для игры Баше. Администрация КЭИ оказалась в затруднительном положении, чью программу публиковать — инженера из города Гореза Донецкой области Игоря Лагуты, студента из Таганрога В. Бондаренко или свердловского семиклассника Дмитрия Сажина? А ведь еще прислали программы Н. Васильев из Горловки, А. Кадулин из Ростова-на-Дону, П. Ляховский из Херсона и многие другие читатели. Разобравшись в груде писем, мы довольно быстро с помощью ПМК установили, что если в каждом номере публиковать только по одной программе для игры Баше, то по крайней мере на ближайшие пять лет КЭИ обеспечен материалами. Но кому же интересно пять лет подряд читать про одно и то же, и поэтому администрация решила вообще не печатать программы игры Баше и аналогичных игр (ним, цыанышды и т. п.).

Тем не менее мы настоятельно рекомендуем игру Баше для домашних упражнений, особенно начинающим самостоятельно писать игровые программы. Пусть она станет для вас своеобразными «прописями», на которых будет отрабатываться «программистский почерк». И когда ПМК станет уверенно вас обыгрывать, вы ощутите настоящую радость победы.

Сергей ВОЛКОВ,
инженер

ПРОИГРАВШИЙ ВЫИГРЫВАЕТ

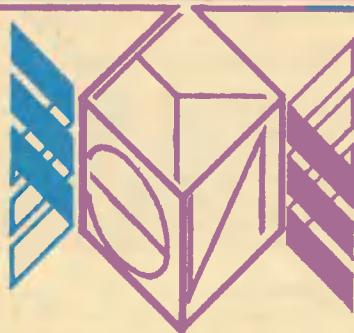
история о «профессионалах-доминошниках», которые, раздав кости, сразу же их открывают и тут же записывают очки проигравших.

Победный алгоритм игры Баше легко получить, если рассуждать с «конца», то есть рассмотреть сначала позицию перед последним ходом. В самом деле, для выигрыша надо оставить противнику перед его последним ходом K+1 предмет. Тогда, сколько бы он ни взял (напоминаем, что больше K брать нельзя), своим ходом вы забираете последний. Поэтому, перед предпоследним ходом надо оставить на столе 2(K+1) предметов. В этом случае, при любом ходе противника можно ответить так, что в куче останется K+1 предмет, что и требуется. Таким образом, в игре есть ряд позиций — их называют особыми — K+1, 2(K+1), 3(K+1) предметов и т. д., когда начинающий проигрывает. Значит, если начальная позиция неособая, то нужно сразу же получить особую позицию, взяв «лишние» предметы, и затем уверенно доводить игру до победы. Если же в особой позиции ваш ход,

КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

по непонятным причинам (может быть, из-за трудностей с устным счетом?) со временем игра видоизменялась. Один из ее вариантов теперь выглядит так: из кучи, содержащей N мелких предметов (камешков, пуговиц, спичек и т. п.), играющие поочередно берут не менее одной и не более K штук. Выигрывает тот, кто сумеет взять последний предмет.

Коротать время за игрой Баше не очень-то интересно. Дело в том, что ее исход ясен еще до первого хода (конечно, если партнеры не делают ошибок). Невольно вспоминается анекдотическая



**Консультант раздела
Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ**

Научно-технический прогресс оказывает воздействие и на художественную литературу. По крайней мере, Джеймсу Олдриджу в «Последнем дюйме» удалось добавить к «вечным» литературным сюжетам (а их число, как утверждают специалисты, весьма ограничено) еще один: совершенно неподготовленный человек, руководствуясь указаниями другого, более опытного, благополучно производит посадку самолета. Нет нужды перечислять литературные произведения, а также кинофильмы, в основу которых положена аналогичная ситуация. Пшел по этому пути и наш автор В. Н. Лозовой. Но в отличие от своих предшественников он прислал в редакцию, помимо рассказа «Почти невероятный случай» (кульминационный момент которого мы воспроизведим), игровую программу «Самолет», позволяющую читателям в полной мере соопереживать герою рассказа.

Владимир ЛОЗОВОЙ,
г. Армавир

ПОЧТИ НЕВЕРОЯТНЫЙ СЛУЧАЙ

Неподвижная ранее «клетчатая» поверхность земли с группами красноверхих домов-коробочек, букашками автомобилей и проблесками водной глади ожидала и все быстрее устремлялась навстречу, проваливаясь куда-то назад, за каркас боковых стекол фонаря кабины пилотов. Бескрайняя синь, заливавшая остекление, уступала место живым и теплым краскам земли.

Двухсоттонный «боинг», ведомый автоматикой, снижался, словно кто-то тя-

ТО ВЗЛЕТ, ТО ПОСАДКА...

нул его за нос к международному аэропорту имени Шарля де Голля. Впереди, чуть не задевая колени, мелкими движениями отрабатывала колонка управлений, слегка покачивая рогатым штурвалом. Справа, перед пустым креслом второго пилота, все эти движения повторялись другой колонкой. Казалось, я не нужен здесь, в этой на первый взгляд тесной кабине. Но это не так. Пройдет еще несколько минут, и мои руки лягут на шершавую кожу рукояток, взяв вместе со штурвалом мою собственную судьбу и судьбу еще трехсот человек. Никто из них не знал — а может, никогда не узнает, — что самое важное в их жизни событие впереди.

К действительности меня вернул голос в наушниках:

— Аэропорт Шарль де Голль к аварийному «боингу». Как дела на борту?

— Техника вроде в порядке, пассажиры ничего не подозревают, командир и второй пилот без сознания в салоне первого класса. Как мои дела с земли?

— Идешь отлично, через пятнадцать минут будешь в заданной точке. Слушай, парень, дальше тебя будет вести шеф-пилот фирмы «Боинг», передаю ему связь.

— Хорошо, жду.

— Хэлло, парень, как тебя зовут?

— Дик, Дик Чизмен, зовите просто Дик.

— Хорошо, Дик, называй меня Мэтом, договорились?

— Договорились, Мэт.

Последовала небольшая пауза.

— Дик, посмотри высоту и скорость.

— Высота 600 м, скорость 520 км/ч.

— Видишь — справа от тебя желтая

рукоятка выпуска шасси?

— Нашел.

— Надави на красный флагок и назад до упора.

— Есть.

— Смотри на транспарант перед рукояткой, на нем должна загореться надпись «Шасси выпущено».

В недрах фюзеляжа послышалось еле слышное протяжное урчание, затем легкий толчок — стойки стали на замки.

— Есть.

— Молодец, сынок, дай скорость и высоту.

— Скорость 480 км/ч, высота 300 м.

— Отлично, справа в центре сектора газа — четыре сцепленные рукоятки. Переведи их в положение 0,2 номинала.

— Есть.

— Теперь следи за скоростью. Когда упадет до 350 км/ч, выпустишь закрылки и предкрышки. Посмотри на левую панель, видишь красный кожух с надписью «закрылки»? Откинь его, там кнопки, видишь?

— Да, Мэт.

— При скорости 350 нажмешь под надпись «30 градусов». Понял? Должишь по исполнении.

Самолет терял скорость. Чтобы не терять высоту, автопилот поднимал егонос в небо.

— Мэт, скорость 350, высота 300, выпуска закрылки.

— Хорошо, малыш.

— Закрылки выпали, загорелся транспарант!

— Отлично, Дик, дай высоту и скорость.

— Высота 300, скорость 350.

— Отлично, у тебя над головой панель автопилота. Возьми левой рукой штурвал, а правой выключи тумблер канала тангажа, видишь надпись? Будь готов к легкому рывку на штурвале и потом держи высоту, контролируя вертикальную скорость по вариометру, понял?

— Ясно.

— Следи за путевой скоростью, держи 300 км/ч. — Мэт помолчал немного и добавил: — Смотри перед собой,олосу видишь? Сейчас начнем посадку. Внимание, Дик, поставь рукоятку управления двигателями на малый газ.

— Сделал, Мэт.

— Теперь, сынок, гаси скорость до 270, но снижаться ниже двухсот метров упаси тебя бог. До полосы осталось 18,7 км.

Особых эмоций я не испытывал. Работа полностью захватила меня. Передо мной стояла задача, и я должен был ее выполнить. Знакомое по восхождениям чувство полной собранности и ответственности за каждое движение вытеснило из души все страхи и сомнения. На другом конце моей веревки в связке со мной сейчас были триста человек. Я не имел права на отступление или ошибку. Тем более что вряд ли мне удастся уйти на второй круг и вновь зайти на посадку. Это нужно было сделать с первого захода.

Руки держали штурвал, взгляд последовательно обегал вариометр, высотометр, авиаоризонт и указатель скорости. Автопилот держал курс и крен. Изредка я бросал взгляд вперед, где

уже совсем рядом мчалась земля, набегая далекой еще бетонкой.

Скорость медленно падала, я же медленно выбирал штурвал на себя, ориентируясь по вариометру. Прошло пятьдесят секунд спуска.

— Мэт, вертикальная скорость снижения 1,6 м/с, скорость 291 км/ч.

— Энергичней штурвал на себя. Все нормально.

Я чуть взял штурвал на себя, и скорость снижения сразу стала падать. 0,7 м/с, 0,14 м/с, 0,1 м/с... Не слишком ли? Стоило так подумать, как руки самим отреагировали замедлением и скорость снижения прыгнула до 0,7 м/с (внимание автоматически отметило: 100 с снижения, высота 257 м). Двигатели почти не было слышно, лишь плотные потоки воздуха свистели за бортом.

«Ого, да за этими руками нужно еще и следить!» — мелькнуло в сознании, я сразу заставил их вытянуть штурвал еще немножко на себя, и самолет стал медленно уменьшать скорость снижения.

— Мэт, высота 236, скорость 274 км/ч, иду с набором 0,02 м/с.

— Слушай, Дик, продолжай снижать скорость до 270, энергичней иди вниз, держи скорость снижения 2—3 м/с. Хорошо идешь, парень!

Я остановил штурвал и стал следить, как растет скорость по вариометру. 0,9 м/с, 2,2 м/с — пора подтягивать, пока не перескочил за 3 м/с. Этую многотонную машину разгонять было страшно. Внизу только 176 м, а что это для двухсоттонной громадины?

— Мэт, скорость 270, скорость снижения 2,9 м/с.

— Выводи двигатели на 0,65 номинала.

Правая рука легла на сектора газа, и глаза проконтролировали отметку 0,65. Свист турбин уснился, затем перешел в ровный вой. Через 20 с тяга была заданной.

— Высота 116, скорость снижения 3 м/с, скорость 271 км/ч.

— Хорошо, малыш, так держать. Будь готов убирать газ.

Земля была рядом, стало не до радиообмена. Через пятнадцать секунд высота упала до 23 м — пора начинать выравнивание. Еще чуть ручку на себя и сбросить тягу, а то пошел разгон.

Еще пять секунд. Высота 11 м, снижение 2,2 м/с. Четыре секунды — высота 5,5 м, снижение 1,5 м/с. Еще три секунды — высота 3 м, снижение 1 м/с, скорость 271 км/ч. Продолжаю удерживать штурвал и перевожу двигатели на малый газ. Прошло еще девять секунд, и колеса мягко коснулись нагретого солнцем бетона.

В наушниках грянул гром. Сквозь этот шум выкриков, рукоплесканий, поздравлений вдруг прорвался и все подавил собой чуть с хрипотцой голос Мэта:

— Теперь только держи педалями ось полосы, держи ось и не забывай про тормоза, парень!

* * *

Я убежден: почти каждый настоящий любитель техники признает за самолетами высшее техническое совершенство, конструктивную да и просто эстетическую красоту. Но гораздо меньшая часть читателей «ТМ» знакома с тем трудом, который необходим для уверенного управления воздушным гигантом.

К счастью, возможности «Электроники Б3-34» позволяют довольно точно моделировать полет самолета. Вот соответствующая программа:

```
00.ИП6 01.× 02.⊗ 03.ИП2 04.× 05.† 06.Фx*07.ИП3
08.× 09.ИП1 10.† 11.П7 12.Фy 13.ИП0 14.× 15.ИП5
16.÷ 17.ИП4 18.ИП0 19.÷ 20.— 21.ИПД, 22.× 23.ИП8
24.+ 25.ПВ 26.ИП4 27.× 28.ИП5 29.× 30.— 31.Фx×
32.35 33.ИП9 34.%/п 35.ИП7 36.÷ 37.Фy× 38.П8
39.ИП0 40.ПП 41.88 42.ИП7 43.× 44.ИПД 45.×
46.ИП5 47.÷ 48.Фx 49.Фy 50.⊗ 51.ПП 52.88
53.× 54.ИП0 55.⊗ 56.П0 57.+ 58.2 59.+
60.ИПД 61.× 62.П7 63.ИПВ 64.× 65.ИПА 66.+ 67.Фx× 68.76 69.ИПВ 70.÷ 71.ИПС 72.⊗ 73.— 74.ПС 75.0 76.ПА 77.ИПС 78.ИП7 79.+ 80.ПС
81.ИП0 82.ИПВ 83.× 84.ИПА 85.%/п 86.БП
87.00 88.— 89.1 90.ФВx 91.2 92.× 93.+ 94.÷ 95.ИП8 96.%
```

После ее ввода в регистры памяти для моделирования посадки самолета-гиганта «Боинг-747» необходимо записать следующие величины: начальная скорость полета $V=83,33$ м/с в регистр 0; коэффициент сопротивления самолета $K_{x0}=55,2$ в регистр 1; коэффициент подъемной силы $K_q=521$ в регистр 2; коэффициент индуктивного сопротивления $A=0,000222$ в регистр 3; ускорение свободного падения $g=9,81$ м/с² в регистр 4; посадочная масса $m=204000$ кг в регистр 5; номинальная тяга двигателей $P_{de}=848565$ Н в регистр 6; начальная высота полета $H=300$ м в регистр А; угол наклона траектории в радианах $\Theta=0$ в регистр В; координата начальной точки на поверхности земли $L=0$ в регистр С; временной шаг программы Δt (в секундах) в регистр Д. В регистр 9 выводится аварийный сигнал (например, буква Е: 1 К — ВП П9).

В начальный момент самолет с выпущенным шасси и механизацией крыла в посадочной конфигурации находится на высоте 300 м и летит горизонтально со скоростью 300 км/ч (примерно 83,33 м/с). Согласно тексту до передней кромки ВПП осталось 18,7 км. Ваша задача — управляя секторами газа и штурвальной колонкой, достигнуть поверхности полосы ($H=0$) на расстоянии не более 100 м от ее передней кромки (ИПС=18800). При этом скорость снижения не должна превышать 3 м/с. Путевая скорость в момент касания полосы не должна пре- восходить 300 км/ч.

Управляющими параметрами являются положение рукояток управления двигателями (РУД) и штурвала. Полная тяга соответствует $\Psi_{руд}=1$, «малый газ» — $\Psi_{руд}=0,04$. Максимальная подъемная сила обеспечивается

Быстро
Быстро $\Psi_m, \Psi_{руд}$

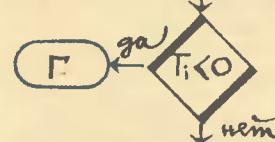
$$R = P_{de} \cdot \Psi_{руд}$$

$$K_{xi} = K_{x0} + A(\Psi_m \cdot K_y)^2$$

$$\Delta\Theta_i = \left(\frac{\Psi_m \cdot K_y \cdot V_{i-1}}{m} - \frac{g}{V_{i-1}} \right) \Delta t$$

$$\Theta_i = \Theta_{i-1} + \Delta\Theta_i$$

$$T_i = P_i - mg \cdot \Theta_i$$



$$B_i = \frac{\sqrt{\frac{T_i}{K_{xi}}} - V_{i-1}}{\sqrt{\frac{T_i}{K_{xi}}} + V_{i-1}}$$

$$V_i = \frac{\left[\exp\left(\frac{\sqrt{T_i} \cdot K_{xi}}{m} \cdot \Delta t\right) \right]^2 - B_i}{\left[\exp\left(\frac{\sqrt{T_i} \cdot K_{xi}}{m} \cdot \Delta t\right) \right] + B_i} \sqrt{\frac{T_i}{K_{xi}}}$$

$$V_{cp,i} = (V_i + V_{i-1}) : 2$$

$$\Delta S_i = V_{cp,i} \cdot \Delta t$$

$$\Delta H_i = \Delta S_i \cdot \Theta_i$$

$$H_i = H_{i-1} + \Delta H_i$$

$$L_{i-1} = L_{i-1} - \frac{H_i}{\Theta_i}$$

$$H_i = 0$$

$$L_i = L_{i-1} + \Delta S_i$$

$$V_{gi} = V_i \cdot \Theta_i$$

Блок-схема программы «Самолет».

при выборе штурвала «на себя». Диапазон его отклонений определяется от $\Psi_m=1$ («штурвал на себя») до $\Psi_m=-1$ («штурвал от себя»).

Траектория, по которой самолет подходит к ВПП, называется глиссадой. Ее оптимальные параметры для пассажирских и учебного самолетов указаны в таблице. Непосредственно перед приземлением необходимо с высоты не менее 10 м произвести выравнивание

и уменьшить скорость снижения до 1—2 м/с в момент касания полосы.

Начиная игру, следуют установить переключатель Р—Г в положение Р (радианы), затем набрать величину выбранного отклонения штурвала, нажать стрелку вверх, набрать величину отклонения РУД, затем С/П (при первом ходе В/О С/П). В среднем через 38—40 с программа закончит счет: на индикаторе горит текущее значение высоты в м. В регистре У находится скорость снижения в м/с, она вызывается на индикатор командой ХУ. Остальные переменные хранятся в прежних регистрах.

Загорание на индикаторе нуля означает соприкосновение самолета с поверхностью земли. Если при этом скорость снижения лежит в диапазоне 3—6 м/с, вы потерпели аварию; если же скорость еще больше, то это верная катастрофа. Если вы приземлились на бетон более чем на 100 м от передней кромки ВПП, то самолет выкатится за пределы полосы и авария опять-таки неизбежна. Приземление до кромки ВПП — как правило, катастрофа. Наконец, если скорость при посадке превышает 300 км/ч, то вы также терпите аварию, выкатываясь за пределы бетонки.

Появление аварийного сигнала (буква Е) на индикаторе означает, что самолет начал набирать высоту с недопустимым для установленной тяги двигателей углом. Он резко теряет скорость и рискует сорваться в штопор, этот режим полета — аварийный. Можно считать, что пилоту с квалификацией Дика Чизмена выбраться из такой ситуации не удастся. Рекомендую при ответственных маневрах уменьшать шаг по времени (число в регистре Д), памя-

туя, что реакция нетренированного человека составляет 0,5—1 с, в зависимости от сложности ситуации.

Вторым по сложности (после посадки) маневром для гражданского самолета является взлет. Для его выполнения необходимо ввести в качестве начальной скорость отрыва и ввести в регистры памяти ПМК взлетные характеристики самолета. Следует иметь в виду, что заложенная в программу математическая модель достаточно точно описывает движение самолета только при углах наклона траектории, не превышающих по абсолютной величине 15°.

Ну а теперь садитесь на место Дика Чизмена и попытайтесь повторить его невероятную, прямо-таки фантастическую удачу...

ТРЕБУЕТСЯ ВЫИГРЫШНАЯ СТРАТЕГИЯ

«Мы очень хотели бы увидеть на страницах журнала программы, реализующие игры с самим микрокалькулятором, то есть такие игры, в которых ПМК являлся бы игроком — соперником человека», — пишут, выражая пожелания многих, семиклассники К. Трихин и Д. Белянов из города Бугры Ленинградской области. Одна из подобных игр — «Волки и козлик» Д. Кайкова — была опубликована в № 8. Это пример стратегической игры, от изобретательности программиста зависит здесь качество работы машины.

Напомним, что в игре Д. Кайкова использовалась обычная шахматная доска размером 8×8. Уйти от трех шашек на таком поле несложно, от четы-

рех — невозможно. Значительно интереснее могут стать баталии шашки, ведомой ПМК, с четырьмя фишками противника на доске размером 9×9, изображенной на нашем рисунке. В начальной позиции шашки человека стоят на полях 19, 39, 79 и 99, шашка электронного «гроссмейстера» — в центре доски, на клетке 55. Первый ход, как и в программе Кайкова, делает ПМК. Легко видеть, что при правильной игре «козлик» легко проходит через строй «волков». Но попробуйте научить ПМК с его крайне ограниченными возможностями играть правильно! В какой-то мере это удается предлагаемой вашему вниманию программе «Чемпион»:

```
00.П7 01.Fx>0 02.02 03.9 04.Иш8 05.-  
06.П9 07.-/- 08.Кш8 09.Кx=08 10.Иш9  
11.Иш 12.66 13.Кx=08 14.Flo 15.36  
16.2 17.Кш8 18.Fx>0 19.31 20.2  
21.Кш8 22.Кx=08 23.1 24.Иш 25.4  
26.Кш8 27.Fx>0 28.31 29.Flo 30.36  
31.2 32.Иш 33.+ 34.Кш8 35.Кx=0A  
36.Кш8 37.Кx=0A 38.Иш 39.Кш8  
40.Fx>0 41.44 42.Иш6 43.П5 44.С/П  
45.П9 46.Кш8 47.М 48.Кш9 49.-  
50.Иш7 51.+ 52.1 53.- 54.П7 55.Fx>0  
56.59 57.Иш 58.88 59.Иш5 60.2 61.х  
62.Fos 63.- 64.В/0 65.2 66.- 67.Иш9  
68.- 69.Иш5 70.+ 71.† 72.Иш 73.Иш  
74.Кx=0D 75.- 76.Fos 77.Кx=0D 78.4  
79.П0 80.1 81.Иш6 82.Кш8 83.-  
84.Кx=0D 85.+ 86.Flo 87.81 88.1 89.0  
90.- 91.Кx=0D 92.Иш8 93.+ 94.В/0
```

Пользоваться ею столь же просто, как и программой Кайкова. Для начала в некоторые регистры заносятся адреса переходов: 20 П8 42 ПА 65 ПВ 69 ПС 94 ПД, затем начальное положение шашек (каждая из них имеет свой постоянный номер): 19 П1 39 П2 79 П3 99 П4 55 П5. Переключатель Р-Г должен стоять в средней позиции — «грады» (на корпусе 53-34 она не помечена, но имеется; для проверки вычислите косинус от 100 — должен получиться ноль). Игра начинается командой Сх В/О С/П. При остановке на индикаторе зажигается номер клетки, на которую пошел ПМК, координаты шашек хранятся в прежних регистрах. Для очередного хода надо отдать команду (номер шашки) ПП (номер поля) С/П. В качестве теста приводим партию между программой «Чемпион» и дружным коллективом ее создателей (именуемым в дальнейшем «человек»), состоявшуюся при большом стечении зрителей в отделе НФ нашего журнала.

19 П1 39 П2 79 П3 99 П4 55 ПБ Сх В/О С/П. Помигав с минуту, машина бросилась в атаку: 66. Дальнейшие ходы будем давать в виде: номер шашки/ход человека (ответ ПМК). 3/68 (77). Человек делает, по сути, вынужденный ход, ПМК же настроен агрессивно. Еще один вынужденный ход: 4/88 (86); 2/48 (77). Человек торопится развернуть свои силы, ПМК придерживается тактики выжидания. 1/28 (86); 1/37 (77); 1/46 (66). Чело-

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПОСАДКИ И ВЗЛЕТА НЕКОТОРЫХ ТИПОВ САМОЛЕТОВ

№ ре-	Лайнер		Аэробус		Учебный	
	посадка	взлет	посадка	взлет	посадка	взлет
0	69	78,5	83,33	83,33	47,3	33
1	21,2	13,9	55,2	32	0,51	0,364
2	174	174	521	521	18,2	15,8
3	0,00024	0,000283	0,000222	0,000201	0,0095	0,0048
5	65000	84000	204000	352000	1470	1500
6	295000	295000	848565	848565	3741	3741
A	400	0	300	0	150	0
B	0	0	0	0	0	0

ОПТИМАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ МАНЕВРА

вертикальная скорость, м/с	-3,3	1,6	-3,3	1,9	-2,2	7,6
угол наклона траектории	-3°	1,1°	-2,5°	1,2°	-3°	9,8°
путевая скорость, км/ч	230	300	270	324	150	160
конечная скорость, км/ч	210	300	270	324	130	170
дистанция маневра, км	7,63	6,25	6,87	5,73	2,86	0,69

век, очевидно, решил оттеснить шашку противника на фланг — ПМК реагирует четко. 2/57 (77); 2/66 (86); 1/55 (75). ПМК бежит из ловушки, человек настойчиво проводит свой план. 1/64 (84). ПМК словно «видит» воздушную перед ним глухую стену. 4/77 (73); 3/57 (62). Конечно, мы с вами в такой ситуации ускользнули бы; но сумеет ли машина? 1/53 (73); 3/46 (64). Человек строит новую ловушку, и ПМК идет в нее с непротивительной доверчивостью. 3/55 (75); 4/86 (64). Зрители в этот момент решили, что судьба «гроссмейстера» решена. 4/75 (73); 4/84 (62); 4/73 (51); 3/44 (42); 3/33 (31). Нет! Электронный «гроссмейстер» увидел брешь в построениях противника и неудержимо ринулся на прорыв. 2/55 (22); 2/44 (13), после чего ПМК легко довел партию до победы.

Программу «Чемпион» легко использовать в варианте трех «волков» (для этого достаточно записать ноль в ячейку, соответствующую снятой с поля шашке, например, О П4), а также на доске размером 8×8 (переключатель Р-Г устанавливается в положение «градусы», при этом клетки 99, 97, 95, 93 и 91 автоматически отторгаются от игрового поля). Удобно смотреть программу с адреса 44 (команда С/П). Блок ввода (45—54) построен примерно, как и в программе Д. Каикова, только здесь ПМК заодно определяет асимметрию — суммарное отклонение шашек противника от средней вертикальной линии (пятая вертикаль) — и заносит ее в регистр 7. В начальном положении асимметрия равна нулю, при каждом ходе она меняется на ± 10 . Исходя из полученного значения, ПМК выбирает приоритетное направление (доминанту): при малой асимметрии (0, 10, -10) — к ближайшему борту, при большой — к центру. Этот выбор стратегии обеспечивают команды по адресам 55—64 и 01—06 (команда В/О, записанная по адресу 64, передает управление на адрес 01). Подпрограмма ПП 88, использованная в этом блоке, дает на выходе 0, если асимметрия равна ± 10 , в остальных случаях значение асимметрии плюс 10 (если она равна нулю, обращение к ПП 88 обходится). На адресах 59—63 получение значение складывается с небольшим (меньше единицы) числом, знак которого характеризует положение шашки ПМК относительно пятой вертикали. Если результат положителен, блок 01—06 формирует число -11 и записывает его в регистр 9 (в противном случае здесь оказывается 9). Вычитя это число из координат шашки ПМК, получим координаты поля, на которое она стремится в первую очередь. Но предварительно ПМК командами 07—19 проверяет, стоит ли делать попытку такого хода. Если да, то она осуществляется (20—21). Как и в предварительных проверках, используется подпрограмма, записанная на адресах 65—94 (но в ряде случаев обращение игнори-

рует ее первые команды). Посмотрим, как она действует (считаем, что в регистре 9 находится число -11).

После исполнения команды по адресу 20 в регистре X находится 2. Команда КППВ эквивалента ПП 65, и управление передается на адрес 65. После команд 65—70 в регистре X оказывается предполагаемая новая координата шашки (прежняя +11); команда 71—72 дублируют это число в регистры Y и Z. Команда ВП по адресу 73 «срезает» его первую цифру (такова особенность этой команды, когда перед ней стоит запись в регистре; при шаговом прохождении этот номер не пройдет). Легко видеть, что если предполагаемый ход завел «электронного гроссмейстера» за верхнюю, нижнюю или левую границу поля, то в результате такого отбрасывания в регистре X останется чистый ноль, следующая команда перебросит нас на команду В/О (в регистре D записан ее адрес — 94), а та вернет управление на команду 22, причем в регистре X — ноль, ход не удался, ПМК начинает «обдумывать» следующий. Если же «срезка» первой цифры не привела к нулю, ПМК командами 75—77 проверяет, не вышла ли его шашка за правую границу поля. При таком нарушении правил вычитание (75) даст 100, а косинус 100 градов равен нулю, и мы, как в предыдущем случае, возвращаемся на адрес 22 (теперь понятно, почему переключение Р-Г в «градусы» сужает игровое поле — косинус 90° тоже равен нулю, и в этом случае ПМК не пустит шашку на 9-ю вертикаль). Далее (78—87) ПМК проверяет, не наткнулась ли его шашка на одну из шашек противника, а заодно (командами 88—94) не идет ли она в стандартную ловушку посреди доски. В любом случае команда В/О возвращает управление на адрес 22: если ход невозможен, в регистре X находится 0, и ПМК принимается за обдумывание следующего хода. Если же возможен, команда Kx=0A (она эквивалента Fx=0 42) передает управление на адрес 42, содержимое регистра 6 переписывается в регистр 5, ход сделан, и программа останавливается для его индикации.

Если ход вперед по доминанте невозможен, ПМК проверяет, стоит лиходить вперед против приоритетного направления (23—30), затем пытается (или отказывается) это сделать (31—35), а в случае неудачи пробует ходы назад (36—37) и (38—41). Если ни один ход невозможен, при останове на индикаторе горит ноль — ПМК не желает продолжать сражение.

Любителям нестандартных приемов рекомендуем обратить внимание на «нештатное» использование оператора цикла (14—15) и (29—30). В обоих случаях он используется как оператор сравнения — если содержимое регистра 0 равно 1, то работает следующая по порядку команда, если же нет — управление передается дальше, на адрес 36. Эти команды позволяют ПМК

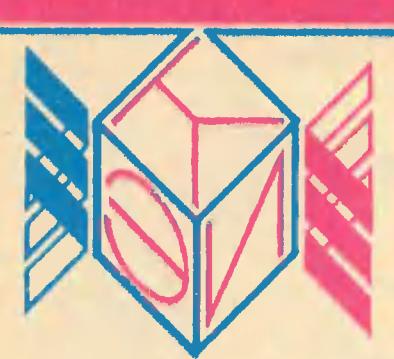
19	39	59	79	99
28	48	68	88	
17	37	57	77	97
26	46	66	86	
15	35	55	75	95
24	44	64	84	
13	33	53	73	93
22	42	62	82	
11	31	51	71	91

с довольно большой вероятностью отличить искусственную вертикальную стенку, возведенную человеком, от настоящей — границы игрового поля, и соответственно изменить тактику.

Рассмотренная программа пригодна только для Б3-34 (МК-54); чтобы использовать ее на новых ПМК (МК-61 или МК-52), надо сделать обычное изменение: вставить между командами 80.1 и 81.ИП6 стандартный фрагмент 81.ИП0 82.ПЕ 83.ХУ, а также сделать переадресацию — 57.ПП 58.88 изменить на 57.ПП 58.91, и ввести новый адрес команды В/О в регистр D: 97 ПД.

Рассмотренная игра предоставляет богатые возможности для самостоятельного творчества. Хотя программа называется «Чемпион», выиграть у нее довольно несложно. Но правила игры просты, поэтому каждый член КЭИ может разработать собственный алгоритм игры. В связи с этим администрация КЭИ объявляет следующий конкурс: разработать наиболее удачную программу предложением игры. Оценивать решения будем просто: чем лучше программа играет, тем она удачнее. Если программы равны по силе, лучшей считается более короткая (ведь в такую, естественно, можно будет включить еще какой-нибудь блок). Дополнительный сервис (например, защита от неправильного хода человека) также будет приниматься во внимание. Можно использовать любые решения, уже опубликованные на страницах КЭИ. Если, например, ввести в программу небольшое изменение, заменив фрагмент 14—35 на 14. КНОП 15. КНОП 16.2 17.КППС 18. Fx=0 19.23 20.21.КППВ 22. Kx=0A 23. ИП7 24. Fx=0 25. 30 26. ПП 27.88 28. Fx=0 29. 35 30. 2 31. ИП9 32. + 33. КППС 34. Kx=0A 35. 0, то она будет играть по-другому: в некоторых ситуациях сильнее, в других — послабее. Еще раз напоминаем правила игры: шашки ходят по диагонали на одну клетку, причем «волки», которыми руководит человек, — только вперед. Задача «козлика» — прорваться на последнюю горизонталь, задача «волков» — не пустить его туда и прижать к краю доски. Ждем ваших решений.

ПАРТИЯ ПО ПЕРЕПИСКЕ



«Уважаемая редакция. Недавно я узил, что в журнале появился интересный раздел — Клуб электронных игр. К сожалению, раньше я журнал не выписывал.

Предлагаю игру — поставить мат слою и конем черному королю, которым играет ПМК «Электроника Б3-34»:

00.В/О 01.3 02.ИП7 03.ИП4 04.—
05.Fx² 06.ИП8 07.ИП5 08.— 09.Fx²
10.+ 11.— 12.Kx<од 13.ИП4 14.ИП1
15.— 16.Fx² 17.ИП5 18.ИП2 19.—
20.Fx² 21.— 22.Kx≠од 23.ИП4 24.ИП0
25.— 26. Fx² 27.ИП5 28.ИПА 29.—
30.Fx² 31.+32.5 33.— 34.Kx≠од.
35.ИП4 36.Kx≠од. 37.9 38.—
39.Kx≠од 40.ИП5 41.Kx≠од 42.9
43.— 44.Kx≠од 45.КИП3 46.ИП4
47.ИПД 48.÷ 49.ИП5 50.+ 51.С/П
52.ИП5 53.1 54.— 55.П5 56.КПП9
57.ИП4 58.1 59.— 60.П4 61.П6 62.КПП9
63.КИП4 64.КИП4 65.КПП9 66.ИПВ
67.ИПС 68./—/ 69.ПС 70.— 71.ПВ
72.КБПВ 73.КИП5 74.КПП9 75.ИП6
76.П4 77.КПП9 78.БП 79.89 80.ИП6
81.П4 82.КИП5 83.КПП9 84.КИП4
85.КИП4 86.КПП9 87.ИП6 88.П4
89.КИП5 90.КПП9 91.КИП4 92.КПП9
93.КИП4 94.КПП9 95.КИП3 96.ИП3
97.С/П

В регистры памяти записываются:
1 П9 73 ПВ 7 ПС 0,1 ПД. В регистрах
П7, П8 записываются соответственно
горизонтальная и вертикальная коор-
динаты белого короля, в регистрах П4,
П5 — черного короля, в регистрах П1,
П2 — слона, в регистрах П0, ПА —
коня. Для позиции на диаграмме запи-
сываем: 3 П7 5 П0 7 П1 1 П8 П2 ПА 5 П4
8 П5.

Фигуры можно расположить по-дру-
гому, слона надо ставить на черное по-
ле. В регистр П3 записывается сигнал
окончания игры Е50 (150 ВП 99 ВП
П3). Перед началом игры надо перейти
на адрес 52: БП 52.

Делаем первый ход, например Крс2.
Записываем 2 П8, нажимаем клавишу
С/П. Через 20 с на индикаторе появ-
ляется число 57 — ПМК показывает
свой ход двузначным числом, первая
цифра которого обозначает горизон-
тальную координату черного короля,
вторая — вертикальную. Черные отве-
тили Кре7.

В среднем ПМК «думает» над ходом
около 50 с.

Записываем в регистры памяти но-
вые координаты той фигуры, которой
делаем ход, нажимаем С/П и т. д. Когда
черному королю будет поставлен мат
(или пат), на индикаторе появится сим-
вол Е с числом — количеством остав-
шихся до 50 ходов. Если появится дру-
гой символ (Г) с числом, это значит,
что сделано больше 50 ходов и в соот-
ветствии с шахматными правилами игра
считается закончившейся вничью.

Из-за ограниченных возможностей
ПМК при игре надо соблюдать такие
условия:

1. Ходы надо делать по правилам и
не подставлять фигуры. ПМК не может
проверить корректность хода и опреде-
лить, можно ли «съесть» фигуру. (Ко-
ния при случае может и забрать.)

2. Мат надо поставить на поле h8
(88). Загнать черного короля на поле
a1 очень легко, кроме того, ПМК мож-
но поставить мат на полях a8, h1 и дру-
гих белых полях на краю доски, что при
правильной игре черных сделать невоз-
можно.

3. Надо учитывать, что ПМК считает
битыми поля, которые простираются
слоном через коня или короля. На-
пример, в позиции: белые — Краб, Ch2,
Kg3, черные — Kра8 при ходе черных
появится сигнал окончания игры.

Хотя черные играют и не лучшим об-
разом, начинаящему шахматисту ПМК
окажет упорное сопротивление.

В программе командами 52—94 за-
дается порядок выбора ходов черного
короля. Король стремится идти вперед,
а если его непускают, то командами 66—72
перебор полей поочередно ме-
няется.

678	678
4 5	5 4
213	213

(Цифрами указан порядок перебора
полей, а король стоит в центре.)

Король «переставляется» на новое
поле, и команда КПП9 происходит пе-
реход к подпрограмме. Командами 1—
12 проверяется, не попал ли король под
удар белого короля, командами 13—
22 — слона, 23—34 — коня. Команда-

ми 35—44 проверяется, не угодил ли
король за пределы доски. Если на поле
можно пойти, то командой 45 число ходов
в регистре П3 уменьшается на единицу,
командами 46—51 ход записывается
в регистр X и счет останавливается.
Если на поле пойти нельзя, то команой
косвенного условного перехода управле-
ние передается на адрес 00, происходит возврат из подпрограммы
и проверяется следующее поле. Когда
у короля не останется свободных полей,
на индикаторе появляется сигнал окон-
чания игры.

После окончания игры стек подпрог-
рамм остается заполненным, и перед
набором другой программы, где переход
на адрес 01 производится командой
В/О, например космических игр, ПМК
иадо выключить. Кстати, если этот стек
используется неполностью (практиче-
ски так всегда и бывает), то, кроме ад-
реса 01, командой В/О можно переходит
и на адреса 12, 23, 34, 45, 56, 67, 78,
89, —0 (улавливаете закономерность?).
Для этого перед набором основной
программы надо заполнить стек под-
программ числом, последняя цифра ко-
торого совпадает с первой цифрой указ-
анных адресов, и очистить стек. На-
пример, для перехода по адресу 45 на-
жимаем клавиши 4 П9 КБП9 ГПРГ
КПП9 ШГ влево F АВТ ПП ПП ПП
ПП ПП В/О ГПРГ В/О ФАВТ В/О ПП
В/О ПП В/О ПП В/О ПП В/О ПП. К
сожалению, сохранение числа в стеке
не предусмотрено. Теперь при каждой
команде В/О вне подпрограмм управ-
ление передается на адрес 45.

Для перехода на адрес —0 стек за-
полняется числом 9 (или 19, 29, 39 и
т. п.).

АВДЕЕВ Николай Андреевич,
радиоинженер.
Поселок Сеймчан Магаданской
области».

«Уважаемый Николай Андреевич!
Спасибо за интересную программу.
Шахматных у нас пока еще не встречалась,
мы ее обязательно опубликуем.
Но потребуется кое-какая доработка —
внутренние резервы в игре есть. «Пере-
ключатель» вариантов перебора полей
можно сделать попроще: 66. ИПС
67./—/ 68.ПС 69.Fx \geqslant 0 70.80 71.КНОП
72.КНОП. (адресация Ваша). Эконо-
мия — две команды и регистр В. Далее

квадраты разностей координат черного короля и других фигур целесообразно находить с помощью ПП: 00.ИП5 01.—02.Fx² 03.XU 04.ИП4 05.—06.Fx² 07.В/О (адреса условные), а перед обращением вызывать в нужном порядке координаты соответствующей белой фигуры, например, ИП7 ИП8 ПП и т. д. Это даст экономию еще в четыре команды. Если же использовать для вызова новой ПП освободившийся регистр В (обращение будет выглядеть, например, ИП7 ИП8 КППВ), освободятся еще три команды, всего девять, а это уже солидный резерв. В Вашем варианте не очень удобен ввод. Целесообразно, мне кажется, отвести регистры 1, 2 и 3 для хранения координат белых фигур в том виде, в котором Вы выводите координаты черного короля (например, e1=51), сообщение E50 в этом случае придется записать в регистр 0. Теперь при вводе (после С/П) достаточно вставить (адреса Ваши) 52. ПА. 53. КПА, а ввод производить так: (номер фигуры) ПП (номер поля) С/П. В КППВ придется теперь еще и «расчленять» новые координаты на прежние. Она может, скажем, начинаться с фрагмента: 00. стрелка вверх 01.ПА 02.ВП 03.— 04.FBх и далее: 05.ИП5 06.—07.Fx² 08.XU 09.ИПД 10.Х 11.ИП4

12.—13.Fx² ~14.В/О (адреса, как и прежде, условные). Такая процедура займет шесть команд из сэкономленных девяти (две при вводе плюс семь в ПП, зато на обращениях — они теперь имеют вид ИП1 КППВ — экономится три команды). Осталось три команды плюс два свободных регистра (7 и 8); с этим запасом, думаю, можно еще что-нибудь сообразить. Например, сделать так, чтобы черный король при случае мог «скушать» и белого слона. На это, видимо, нужно пять команд: сяди к КППВ пристыковывается +, слон проверяется последним, после обращения к измененной КППВ вставляется проверка на равенство нулю и отсылка на индикацию хода, затем FBх — FBх — и Ваша проверка (Kx≠OD). Вставлено шесть команд, ушло две (команды + по Вашим адресам 10 и 31), итого, четыре. Три уже есть, а если, например, вставить перед КПП9 команды ИП6 П4 (на адреса 01 и 02), ввести в регистр 9 число 3, а в 8 — единицу, заменить фрагмент 75—77 на КПП8, фрагмент 80—83 на КИП5 КПП8, легко экономятся еще две команды. Возможно, есть и другие варианты улучшения качества игры (допустим, чтобы ПМК отличал поле 88, где он проигрывает, от

Консультант раздела
Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

других). В общем, посмотрите, что можно еще сделать. За информацию о стеке подпрограмм спасибо, такой у нас пока не было. Кстати, если при любом его заполнении сформировать ЗГТОГ (например, 1 ВП 50 Fx² Fx² Сх), то команда В/О (в программе) при первом исполнении передаст управление на 01, при втором — на 11, а затем — снова на 01. Этим приемом можно пользоваться при полном заполнении стека, чтобы не выключать ПМК при переходе к новой программе (или при каком-нибудь неприятном зацикливании).

С уважением,
дежурный администратор КЭИ».

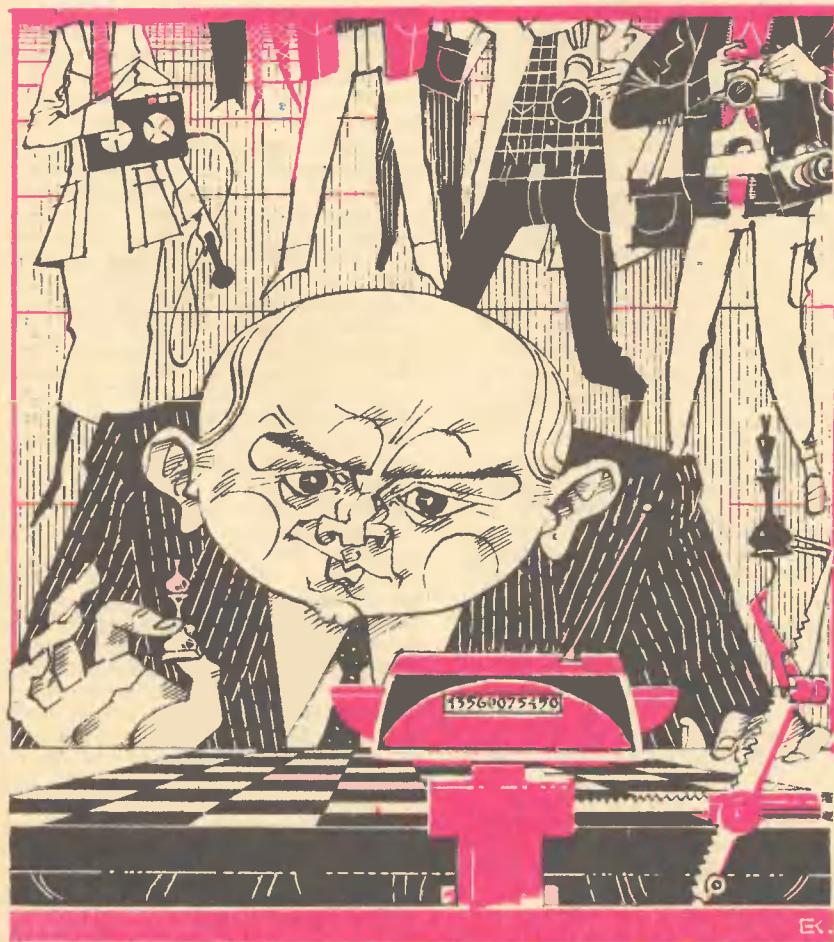
«Уважаемые товарищи!

Спасибо за рекомендации по улучшению программы. Способа, которым вы разделяете координаты, я не знал. (Далее следует измененный вариант программы.— М. П.) Изменено начало перебора полей черного короля: 1 2 3. Изменена проверка выхода короля за пределы доски.

Теперь условие, что нельзя подставлять фигуры, можно заменить другим — если черному королю удастся «съесть» одну из фигур, игра сразу считается ничьей (согласно «Шахматному кодексу» остался король с легкой фигурой против одинокого короля). После хода черных нажатием клавиши ХУ можно узнать, сколько ходов еще можно сделать.

И все-таки, по-моему, проверка на «съедение» слона необязательна и лишь удлиняет время игры. Можно использовать этот резерв для улучшения игры черных. (Следует еще один вариант программы.— М. П.) В этом варианте черный король, попав на первую горизонталь (такое будет случаться часто), не будет топтаться на месте, сразу проверяется поле на пути к а1 и не тратится время на проверку невозможных ходов. Этот вариант мне нравится больше. Программу можно сократить еще на две команды, но этого слишком мало. Проверку на взятие слона можно ввести в программу для МК-61, у которого память побольше (у меня такого нет). Возможно, удастся еще вместить перебор полей только по первому варианту перебора при нахождении черного короля на восьмой горизонтали.

Отличать поле h8 от других калькулятору не нужно, это игру черных ие улучшит. В таком окончании белые фигуры отсияют черного короля в угол, цвет поля которого противоположен



КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

цвету полей, по которым ходит слон. (Идти в угол, где ставится мат, черные не хотят.) Затем черный король переносится в другой угол и получает мат. Из любого положения для мата требуется (теоретически) не более 36 ходов. Все надежды черного короля связаны с тем, что по дороге на эшафот ему удастся вырваться из-под конвоя белых фигур и белым придется начать все сначала. Вторично загнать черного короля в один угол, перевести его в другой и поставить мат белые обычно не успевают: согласно правилам, если за последние 50 ходов не было ходов пешками или взятий фигур или пешек, партия считается ничьей. Впрочем, иногда белые успевают перегнать короля по вертикали и поставить мат. При измененном переборе полей все зависит от того, в какой момент короля выпустить.

Для начинающих это очень трудное окончание, многие даже уверены, что оно не выигрывается. Условие о поле h8 осложняет игру, зато отдельные слабые ходы ПМК облегчают задачу белых.

ПМК «думает» от 29 с до 2 мин 4 с. Но это зависит от конкретного экземпляра ПМК. Улучшить игру черных можно, если менять варианты перебора в зависимости от положения белых фигур или хотя бы одного короля. Однако такая программа в ПМК не помещается.

Н. А. АВДЕЕВ».

«Уважаемые товарищи!

16 августа я отправил ответ на ваше письмо и, видимо, потопился. Два варианта программы легко объединяются в один. Вот он:

```
00.01. 02.ПА 03.ВП 04.- 05.FBx 06.ИП5 07.-  
08.Fx2 09. 10.ИПД 11.х 12.ИП4 13.- 14.Fx2 15.+  
16. 17.ИП1 18.КПП 19. 20.- 21.Кх*од 22.ИП3  
23.КПП 24.5 25.- 26.Кх*од 27.ИП2 28.КПП  
29.Кх*од 30.FBx 31.- 32.FBx 33.- 34.Кх*од  
35.ИП4 36.Кх*од 37.9 38.- 39.Кх*од 40.ИП0  
41.ИП4 42.ИПД 43.- 44.ИП5 45.+ 46.9% 47.ПА  
48.ИПA 49.ИП4 50.1 51.- 52.П4 53.П6 54.ИП5  
55.1 56.- 57.Кх*од 58.П5 59.КПП 60.ИП4  
61.КПП 62.ИП14 63.ИП0 64.ИПС 65.-/ 66.ПС  
67.Кх*од 68.ИП5 69.ИП6 70.П4 71.ИП9  
72.ИП4 73.ИП4 74.ИП9 75.ИП6 76.П4 77.БП  
78.84 79.ИП5 80.КПП 81.ИП6 82.П4 83.ИП0  
84.ИП5 85.ИП5 86.9 87.- 88.Fx2 89.95  
90.КПП 91.ИП4 92.КПП 93.ИП4  
94.КПП 95.ИП0 .96.ИП0 97.9%
```

После перехода в режим АВТ нужно ввести в регистры следующие числа: 40 П7 71 П8 17 П9 1 ПВ 79 ПС 0,1 ПД, затем ввести в регистры 1, 2 и 3 начальные координаты белых фигур (короля, коня и слона; например, 31 П1 51 П2 71 П3), в регистры 4 и 5 горизонтальную и вертикальную координаты черного короля (скажем, 5 П14 8 П5), в регистр 0 — сообщение Е50, перед началом игры скомандовать БП 47 и делать первый ход: (номер фигуры) ПП (но-

мер поля) С/П. Какое-то время ПМК «думает», затем выводит на индикатор новые координаты своего короля и уступает очередь хода сопернику. Желаю многих побед!

С уважением, АВДЕЕВ Н. А.
19 августа 1986.

Итак, первая шахматная программа для ПМК... А ведь всего четыре месяца назад (в № 8) одна лишняя рабочая мысль о чем-то подобном вызвала появление на наших страницах выражений вроде: «Не вполне обоснованная вера во всемогущество ПМК», «Какие там шахматы», «Пиши пропало, ходи как попало» и т. д. Время, как видим, убедительно показало правоту читателя В. Ревуцкого из Киева, обратившегося в редакцию с просьбой публиковать такие программы.

Надеемся, что предание гласности нашей переписки с Н. Авдеевым поможет читателям, разрабатывающим собственные игровые программы. Кстати, когда номер уже был в производстве, аналогичную игру (мат конем и слоном) прислал и ветеран эпохи «Кон-Тики» Л. Роканиди из Сызрани. Со своей стороны, администрация КЭИ решила тряхнуть стариной, извлекла из заржавленных пороховниц кое-какие нестандартные приемы и разразилась следующим вариантом:

```
00.ИП3 01.- 02.ИП0 03.ИП5 04.ИП1 05.- 06.-  
07.- 08.9% 09.П7 10.ИП7 11.ИП1 12.ИПП 13.ИПП  
14.ИПП 15.1 16.ИПП 17.ИП8 18.2*19.*20.1/-  
21.ИПП 22.1 23.ИПП 24.ИПП 25.ИПП 26.ИПП  
27.ИПП 28.ИП9 29.ИП8 30.1/- 31.П8 32.ИП8  
33.ИП1 34.- 35.1 36.П1 37.ВП 38.П2 39.Кх*од  
40.9 41.- 42.Кх*од 9 43.ИП1 44.Кх*од 9 45.Фе9  
46.Кх*од 9 47.ИП4 48.КПП 49.+ 50.Кх*од 51.3  
52.- 53.Кх*од 9 54.ИП5 55.ИПД 56. + 57.5 58.-  
59.Кх*од 9 60.ИП6 61.ИПД 62.Ф* 63.П2  
64.- 65.- 66.Кх*од 67.ИП7 68.+ 69.П7  
70.ИП4 71.- 72.Кх*од 73.ИП7 74.ИП5 75.-  
76.Кх*од 77.ИП1 78.ИП7 79.- 80.ИП2 81.-  
82.ФЛ2 83.67 84.П7 85.ВП 86.ИП2 87.- 88.Фx2  
89.ФВx 90.ИП7 91.- 92.ИП1 93.+ 94.ИП8 95.-  
96.Фx2 97.9%
```

По адресам 07 и 64 стоит десятичная точка, букве Е в командах по адресам 66, 72 и 76 на клавиатуре Б3-34 соответствует стрелка вверх. В буквенные регистры вводятся адреса переходов: 29 ПА 32 ПВ 33 ПС 84 ПД. В регистр 9 вводится слово ЗГГОГ, являющееся одновременно адресом перехода 97: 1 ВП 50Fx² Fx² 97*П9 (кстати сказать, к абсолютно такой же идее «совмещения функций» пришел и десятиклассник С. Ишутин из Свердловска в своей модификации программы «Козлик и волки»). В регистры 3 и 8 вводятся константы: 50 П3 10 /-/ П8. (Содержание регистра 3 — это число ходов, отпущеных на игру; если вы в себе уверены, можете ввести сюда 30 или, допустим, 20). Регистр 0 зануляется: 0 П0. (Так должны поступить владельцы Б3-34 и МК-54; обладатели МК-61 и

МК-52 должны еще и задействовать регистр Е: 0 ПЕ 2 П0.) Наконец в регистре 1 располагается координата черного короля (скажем, 58 П1), в регистрах 4, 5 и 6 — соответственно координаты белого короля, коня и слона (допустим, 31 П4 51 П5 71 П6). Слона можно ставить как на белое, так и на черное поле; мат полагается делать только на восьмой горизонтали.

Перед началом новой игры, кроме координат фигур, нужно заново вводить содержимое регистров 0, 3 и 8. Переключатель Р—Г устанавливается в положение Г. Игра начинается командой В/О С/П. При останове на индикаторе светится текущая координата черного короля. Ход белых задается стандартно: (номер фигуры) ПП (номер поля) С/П (не забывайте, что в отличие от предыдущей программы фигурам белых соответствуют номера 4, 5 и 6).

Данная программа отличается от программы Н. Авдеева несколько более глубокими знаниями правил. При исчерпании лимита ходов высвечивается сообщение ЕГГОГ; тот же сигнал появляется и когда черный король «попадает» незащищенным слоном либо коня белых или же когда белый король приближается к нему вплоти, нарушив тем самым правила (правда, в каждом из этих случаев черные могут и в свою очередь «зевнуть», уйдя на свободное поле). Программа пропускает черного короля на поля, находящиеся на той же диагонали, что и слон, но «заэкранированные» белым конем либо королем. ПМК отличает мат от пата: в первом случае на индикаторе загорается сообщение ЗГГОГ, во втором высвечиваются прежние координаты черного короля. ЗГГОГ появляется на экранчике и за 9 ходов до исчерпания выделенного лимита ходов, предупреждая, что времени осталось в обрез. В этом случае надо скомандовать В/О С/П и продолжать игру. Чтобы такое предупреждение не выдавалось, нужно заменить первые три команды: 00.FL3 01.03 02.К— (вариант предложен В. Алексеевым). Теперь, как обычно, совершим краткую прогулку по программе.

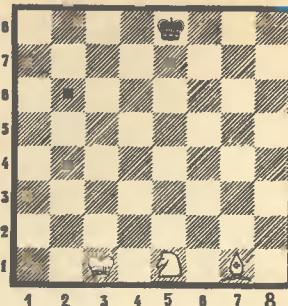
Команды 00—02 проверяют (в обоих вариантах), не исчерпан ли лимит оставшихся ходов, и уменьшают его на единицу. Если исчерпан, на экране появляется ЕГГОГ (из-за деления по адресу 01 либо в результате некорректной операции К—). Если же содержимое регистра 3 перед входом в блок равно десяти, то в основном варианте команда КИП3 эквивалентна ИП9 и на экране появляется ЗГГОГ, сидящий в регистре 9. Команды 03—06 проверяют, не «скушал» ли ненароком черный король белого коня: если координаты совпадают, на индикаторе появляется ЕГГОГ. Команда по адресу 07 (ее код 0—) не встречалась пока в наших программах. Она вызывает на индикатор последний из результатов вызова из памяти, FBx, F², ввода в стек записанной

ПОЗДРАВЛЯЕМ ПОБЕДИТЕЛЕЙ

Подведены итоги первого в истории космонавтики массового перелета по маршруту Луна — Земля на электронных лунолетах системы «Кон-Тики». Победителями признаны следующие участники астропробега:

1. Александр АРТАМОНОВ (г. Апрелевка Московской области).
2. Александр АУЛА (г. Запорожье).
3. Андрей ДОЛГАЛЛО (г. Ленинград).
4. Анатолий КОПОСОВ (с. Пышуг Костромской области).
5. Юрий КУЗНЕЦОВ (г. Куйбышев).
6. Вадим ЛАДОХИН (г. Сургут Тюменской области).
7. Лев РОКАНИДИ (г. Сызрань).
8. Сергей СВИНОЛОБОВ (г. Днепропетровск).
9. Павел ТРУБАЕВ (г. Белгород).
10. Валерий ШИЛОВ (г. Ярославль).

Все они награждены дипломами имени Юрия Гагарина, с чем мы их от всей души поздравляем.



в программе константы, команд переходов и подпрограммы, оставляя содержимое регистра У неизменным. К сожалению (к этому мы уже успели привыкнуть), и это полезное свойство осталось неосвещенным на страницах заводской инструкции.

В данном случае команда «точка» эквивалента ИП1 и ни к какой экономии не приводит. Зато легче будет понять работу этой команды, записанной по адресу 64. Пойдем дальше. Команда С/П останавливает ПМК для индикации координат черного короля. Команды ввода 09—10 записывают заданный номер фигуры (допустим, 4) в регистр 7 и вносят новую координату в соответствующий регистр (в нашем случае 4). Команды 11—27 осуществляют перебор вариантов хода черного короля по одной из двух схем:

678	876
594	495
123	321

— которые меняются ход от хода. Последним, как видим, проверяется исходное поле, на котором стоит король. Если и этот ход невозможен (поле под боем), команда по адресу 28 вызывает на индикатор сообщение ЗГГОГ: ходить некуда, мат.

При переборе полей используется основная подпрограмма, расположенная на адресах 29—83. Начальных адресов у нее три: 29 (КППА), 32 (КППВ), 33 (КППС); то или иное обращение используется в зависимости от ситуации. К основной подпрограмме сзади «пристыкована» подпрограмма КППД (84—97); в программе не хватило места, чтобы поставить после адреса 83 команду В/О. Действие подпрограммы рассмотрим на примере первого обращения (11—12).

Команда КИП1 (11) переносит черного короля на следующую горизонталь: например, с 8-й на 7-ю. Команда КППВ (12) эквивалента ИП1 32. Первая команда подпрограммы вызывает содержимое регистра 8, а его знак меняется ход от хода. Допустим, там —10; это число складывается с новым содержимым регистра 1 — король пошел «вправо-влево». Блок 35—38 заносит новую координату короля в регистр 1, «резает» первую цифру (неестественно используется команда ВП), а вторую заносит в регистр 2. Равенство последней нулю соответствует выходу короля

за нижнюю либо левую границу доски (кроме поля 00 — оно проверяется особо). Если такое случилось, команда перехода (39) передает управление на В/О (97), а та возвращает его на адрес 13, и начинается проверка очередного хода. Если же все в порядке, фрагмент 40—42 проверяет выход за верхнюю границу доски, 43—44 — на фиктивное «поле» 00, 45—46 — за правую границу. Если все в порядке, наступает очередь проверокбитых полей.

Первой «к барьера» вызывается координата белого короля (47). Тут же следует обращение КППД — к вспомогательной подпрограмме (84—97), после возврата из которой в регистре У оказывается квадрат разности вертикальных координат черного и белого королей, в регистре Х — то же для горизонтальных координат. Эти величины суммируются (49); если сумма равна нулю (совпадение координат), значит, белые ошиблись, на своем ходе вплотную приблизив своего короля к королю противника. Команда 50 модифицирует содержимое регистра 0 (там был иоль) в —99999999, и управление передается на последние две цифры числа: адрес 99 короткой побочной ветви (при игре с Б3-34). Исполняется дубль-команда ÷ (адрес 01), на индикаторе выскакивает ЕГГОГ. При игре с МК-61 происходит модификация 2 в 1 с теми же последствиями.

Если проверка завершилась успешно, из полученной суммы вычитается тройка; если результат отрицателен, ход запрещен — короли сближаются вплотную (51—53).

Затем наступает очередь коня (54—59). Из суммы квадратов разностей вертикальных и горизонтальных координат вычитается 5 — легко видеть, что «ход конем» соответствует именно этому значению.

Проверка слона (60—83) начинается по той же схеме (60—61). Команды 62—64 заносят в регистр 2 модуль разности горизонтальных координат слона и черного короля, затем восстанавливают стек. Далее следует проверка того, не стоит ли король на одной из простреливаемых слоном диагоналей (65—66). Если нет, то такой ход возможен (все проверки закончены) и управление передается на адрес 00 для индикации новых координат черного короля. В противном случае циклом 67—83 проверяются все поля, разделяющие черного короля и слона: не стоит ли на одном из них король или конь белых? Если да, ход опять-таки допустим, управление передается на адрес 00. При совпадении координат слона и черного короля (слово «съеден») содержимое регистра 2 еще до входа в цикл равно илью и команды 80—81 выводят на индикатор ЕГГОГ. Если же диагональ полностью свободна, цикл заканчивается, затем «вхолостую» отрабатывает КППД (84—97), ход невозможен, и ПМК начинает обдумывать следующий. И все повторяется.

КЛУБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИГР

Михаил ПУХОВ

С Новым годом!



Многие читатели критикуют администрацию КЭИ за то, что в наших последних выпусках наметился отрыв от фантастики. К счастью, протянуть руку помощи отделу НФ несложно. Мы убеждены, что очень большое число научно-фантастических произведений осталось ненаписанным только потому, что писатели пытались начать их с фразы типа: «Был четверг, тридцатое июля две тысячи такого-то года». И тут же возникали серьезные сомнения: каким образом убедиться в том, что тридцатого июля две тысячи такого-то года был действительно четверг? А фантаст, надо сказать, имеет право фантазировать только в допустимых пределах: если он ошибется в дате, то кто же ему поверит? Вот и получалось, что на проверку первой же фразы романа уходили дни, недели и даже месяцы; за это аремя, естественно, все остальное (сюжет, фабула, образы героев и т. д.) из головы писателя улетучивалось.

Начиная с этого года положение должно улучшиться коренным образом: небезызвестный нашим постоянным читателям В. Алексеев разработал программы для ПМК, которые раз и навсегда покончат с затронутой проблемой. И хотя приведенные в его статье примеры относятся в основном к прошлому, мы-то хорошо понимаем: главная область применения новых программы лежит в будущем.

КАЛЕНДАРЬ ДЛЯ ПРОШЛОГО, КАЛЕНДАРЬ ДЛЯ ГРЯДУЩЕГО

Наступил Новый год, оторван последний лист календаря, на стену повешена красочная таблица на очередные 12 месяцев, а старая сдана в макулатуру — жизнь идет, время летит. А как узнать, в какой день недели произошло то или иное событие? Календарей за прошлые годы, кроме коллекционеров, никто не хранит.

Когда читаешь мемуары или исторические рассказы, желание получить такую информацию возникает нередко — она может прояснить описываемые события. Но как ее получить? Вопрос не простой, к тому же неоднозначный — во многих странах отсчет времени ведется по-разному, причем в разные периоды

ВЕК НАЧНЕТСЯ С ПОНЕДЕЛЬНИКА

— — — — —

нередко применялись различные календарные системы. Например, в отечественной истории с февраля 1918 года действует григорианский календарь, ему предшествовал юлианский, но и тот применялся лишь начиная с реформы Петра Первого, а до этого был еще один вариант летосчисления — «от сотворения мира» (Новый год наступал, увы, не 1 января). Да что там далекие века — даже для 30-х годов определять день недели абсурдно, в этот период семидневная неделя была временно заменена на шестидневную (вспомните фильм «Веселые ребята»).

Сегодня существует множество различных по устройству «вечных календарей», и с момента образования КЭИ в редакцию стали поступать соответствующие программы. Их авторы, К. Патерикин, В. Козаков, И. Пшенко, С. Митяев и многие другие, предлагали различные методы расчета, однако все эти алгоритмы неизменно оказывались более сложными и менее удобными, чем опубликованный в книге Я. Трохименко и Ф. Любича «Микрокалькулятор, ваш ход!» (для ПМК «Электроника БЭ-21»). Если взять его за основу, учесть расширенные возможности новых ПМК, а также некоторые остроумные находки наших читателей, то нетрудно получить такие, например, программы. Для БЭ-34:

```

00.1 01.КПЛА 02.П5 03.-04.2 05.F10* 06.х 07.1 08.КПЛА
09.П4 10.-11.4 12.F10* 13.х 14.П5 15.ИП8 16.-17.Fx>о
18.20 19.КИП5 20.ИП4 21.3 22.-23.Fx<о 24.29 25.КИП3
26.ИП4 27.9 28.+ 29.ИПС 30.х 31.ИПД 32.+ 33.КПЛА 34.5
35.ИП3 36.х 37.4 38.+ 39.КПЛА 40.+ 41.ИП5 42.+ 43.↑
44.↑ 45.7 46.- 47.КПЛА 48.7 49.х 50.- 51.Fx=о 52.54
53.7 54.П8 55.7 56.ПО 57.9 58.х 59.Си 60.х 61.КНОП
62.ВП 63.ИП7 64.FLO 65.63 66.ИП8 67.КП8 68.8 69.ПО
70.КИП7 71.ВП 72.7 73.ПВ 74.КИП8 75.КИП7 76.ИП8 77.х
78.х 79.ВП 80.1 81.-/ 82.FLO 83.73 84.С/п 85.П8
86.КПЛА 87.ФО 88.ФО 89.ИП8 90.%
```

Для МК-61:

```

00.↑ 01.К[х] 02.П5 03.-04.2 05.F10* 06.х 07.К[х] 08.П4
09.FB>о 10.К{х} 11.4 12. F10* 13.х 14.П3 15.ИП8 16.-17.Fx>о
18.20 19.КИП5 20.ИП4 21.3 22.-23.Fx<о 24.29 25.КИП3
26.ИП4 27.9 28.+ 29.ИПС 30.х 31.ИПД 32.+ 33.К[х] 34.5 35.ИП3 36.х 37.4 38.+ 39.К[х] 40.+ 41.ИП5
42.+ 43.↑ 44.↑ 45.7 46.- 47.К[х] 48.7 49.х 50.- 51.Fx=о
52.54 53.7 54.ПО 55.П6 56.КИП6 57.FLO 58.62 59.3
60.КПЛА 61.КБПЕ 62.FLO 63.66 64.БП 65.85 66.ФЛО
```

67.70 68.КПЛА 69.КБПЕ 70.FL0 71.-76 72.КПЛА 73.ИП9
74.КФ 75.КБПЕ 76.FL0 77.81 78.3 79.КП8 80.КБПЕ
81.FL0 82.85 83.КПЛА 84.КБПЕ 85.2 86.ПЛ 87.96
88.К{х} 89.К{х} 90.↑ 91.ВП 92.7 93.С/п 94.2.95./-
96.ИП6 97.F10* 98.÷ 99.9 -0.Ф 1/х -1.5 -2.х -3.х -4.х

Структурно каждая из них состоит из трех частей: первая — расфасовка даты по регистрам (адреса 00—14), вторая — собственно счетная (15—54), третья — формирование календарного видеосообщения. Первые две части в обеих программах практически идентичны, только на МК-61 выделение целой части числа производится одной операцией (адреса 01, 07, 33 и 39), а на БЭ-34 для этой цели используется подпрограмма КПЛА (85—90). Завершающая же часть программы выполнена по-разному. На БЭ-34 для формирования итогового видеосообщения используется метод В. Архипова (см. «ТМ» № 6 за 1986 год): в регистры 1—7 засыпается знак «—» (адреса 57—65), порядковый номер дня недели вписывается в соответствующий регистр (66—67), и из полученных знаков образуется видеосообщение, в котором вычисленный день недели, обозначенный цифрой от 1 до 7, стоит на своем порядковом месте, а прочие дни обозначены прочерком. На МК-61 используются логические операции с двоично-шестнадцатиричными числами: сначала команда FLO передают управление на тот участок программы, который ответствен за формирование буквенно-цифровой «заготовки» нужного видеосообщения: к цифре 5, стоящей на нужном знакоместе в числе 0,5555555555, прибавляется ±2 или 3 (подпрограмма КПЛА по адресам 94—A4), формирование буквы L (четверг) производится при помощи операции логического сложения (адреса 73—74), затем видеосообщение приводится к окончательному виду командой Кинв, при этом цифра 3 преобразуется в букву С (среда, суббота), 2 — в В (понедельник, пятница), 7 — в В (вторник, воскресенье), L — в Ч (четверг), пятерки же — в прочерк. Таким образом, цифры на МК-61 заменены буквами — так нагляднее.

Пора приступить к работе: вводим программу, затем константы. В регистр В — год перемены старого стиля на новый (1918 ПВ), в регистры С и Д — счетные и поправочные коэффициенты (2,6

ПС 0,4 ПД). Эти цифры одинаковы для обоих типов ПМК, а вот адреса переходов разные. Для БЗ-34 ввод констант заканчивается командой 85 ПА, владельцам МК-61 придется набрать последовательность 95 П8 10008 П9 94 ПА 88 ПЕ. Порядок работы прост: набираем число и через запятую шесть цифр — месяц и год (например, 9 мая 1945 года



Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ



— 3 —

соответствует 9,051945), затем В/О С/П. Через минуту на индикаторе БЗ-34 появляется видеосообщение «—3—», на МК-61 — «—С---» (среда). Вводим следующую дату: 9,011905 В/О С/П. Результат: «----7» или «----B». «Кровавое воскресенье».

— 5 —

великий художник Рафаэль умер в пятницу (6,041520 В/О С/П, результат «---5---» или «---Г---»), что подтверждается многочисленными источниками. Однако не следует забывать, что и в Западной Европе возможны разнотечения отдельных дат: протестанты приняли новый стиль несколько позже католиков, календарь времен Великой французской революции отличался от общепринято-го, да и в период смены стилей расчет может дать ошибку. Так что обе программы не универсальны. Если же кто-нибудь захочет досконально разобраться в их счетной части, а также составить программы других календарных расчес-тов (или, допустим, биоритмов), то ничто не мешает обратиться к первоисточнику: Трохименко Я., Любич Ф. Микрокалькулятор, ваш ход! (Радио и связь, 1985). Могут оказаться полезны-ми и книги: Даффет-Смит П. Практическая астрономия с калькуля-тором (Мир, 1982) и Буткевич А., Зелисон М. «Вечные календари» (Наука, 1984).

Вячеслав АЛЕКСЕЕВ



— 7 —

А XXI век начнется с понедельника: 1,012001 В/О С/П («1-----» или «Г-----»).

Для отечественной истории действие этого календаря с учетом старого и нового стилей распространяется вплоть до принятия Петром Первым юлианского летосчисления (до 1700 года), для европейской — практически до начала нашей эры, только следует иметь в виду, что смена старого стиля на новый была произведена римским папой Григорием XIII в 1582 году (отсюда и название — григорианский календарь). После этого уточнения (1582 ПВ) находим, что

вотное (а оно перемещается более-менее беспорядочно) заваливает его крупными обломками скал, делая лабиринт на данном участке непроходимым. Быва-ли даже случаи, когда охотник оказы-вался навсегда замурованным глубоко под землей.

Приведенных теоретических сведе-ний достаточно, чтобы приступить к ос-воению нашей новой игровой програм-мы «Охота на скалоеда»:

00ПД 01. Fx=0 02. 35 03. ИП0 04. ИПА 05. - 06. Fx=0 07. 32 08. Fx=0 09. 9% 10. ИПС 11. ВП 12. 5 13. Fsin 14. ПС 15. + 16. Fx² 17. FV 18. + 19. % 20. FO 21. + 22. КПВ 23. 24. КИПД 25. + 26. БП 27. 93 28. / 29. / 30. БП 31. 46 32. ИП0 33. ИПА 34. C/n 35. КПД 36. КПД 37. Fx>0 38. 45 39. 25 40. 1/-41. /- 42. ВП 43. + 44. 25 45. 25 46. + 47. КПД 48. + 49. 1 50. ПВ 51. ВП 52. ПВ 53. Fx=0 54. 59 55. ИПД 56. + 57. БП 58. 94 59. -60. 1 61. 0 62. + 63. 8 64. - 65. / 66. Fx>0 67. 55 68. F10^x 69. КПВ 70. 25 71. ИПД 72. Fx=0 73. 20 74. + 75. + 76. ИП1 77. + 78. FBx 79. - 80. + 81. + 82. 8 83. F10^x 84. + 85. FBx 86. - 87. - 88. 1 89. - 90. Fx + 91. 23 92. К- 93. КПД 94. 1 95. 0 96. ИПД 97. -

Обладатели МК-61 и МК-52 должны вписать в конце программы еще две команда: 98.БП 99.00. После ее ввода нуж-но прежде всего вписать в регистры 1—9 план подземного лабиринта (см. ри-сунок). Нулями на схеме обозначена скальная порода, единичками — свобод-ные ходы. Хотя дисплеем наш ПМК пока что не оборудован, командами ИП1, ИП2... ИП9 нетрудно на любом этапе иг-ры просматривать весь лабиринт (этот оригинальный способ задания игрового поля, кстати говоря, придумал из-вестный нашим читателям Владимир Архипов). Нашему рисунку соответст-вует 11111111 П1 П3 П5 П7 П9 10000001 П2 П4 П6 П8. Лабиринт, в принципе, можно задавать любым, но в нижнем левом углу в начале игры обя-зательно должна размещаться единичка.

Теперь надо задать исходное положе-ние охотника и его потенциальной жерт-вы. Координатная система такая же, как в публиковавшихся в КЭИ играх на шах-матной доске. Под текущие координаты охотника отведен регистр 0 («охотник»), чудовища — регистр А (по всем види-мости, сокращение от английского сло-ва «animal» — «животное»). Для начала отведем скалоеду участок в центре лаби-ринта (он на рисунке выделен): 55 ПА, охотнику — левый нижний угол: 11 П0. Осталось установить переключатель Р — Г в положение Г, ввести в регистр С произвольное дробное число (допус-ти, 0,1234567 ПС) — и можно начи-нать игру: Сх В/О С/П.

ОХОТА НА СКАЛОЕДА

На других планетах (это достоверно известно из произведений НФ) обитают чудовища, встреча с которыми небезопасна. Внешний вид и образ жизни ино-планетных животных не имеют аналогов среди земных форм. Да и для охоты на них традиционные способы не годятся. Нужен, как минимум, ПМК.

Так называемый скалоед — это один из наиболее ярких представителей вне-земной фауны. Он живет глубоко под поверхностью, но находится в постоянном движении, оставляя за собой при-чудливые переплетения проделанных в граните ходов. Отважный охотник, решившийся бросить чудовищу вызов, мо-жет воспользоваться этим лабиринтом, чтобы приблизиться к предполагаемой добыче вплотную.

Охота на скалоеда осложняется од-ним немаловажным обстоятельством — на-наткнувшись на свой старый ход, жи-

клуб электронных игр

На индикаторе тут же загораются цифры 55 — координаты чудовища (первая — по горизонтали, вторая — по вертикали). В регистре Y — 11, координаты охотника. Пора ему выступать в рискованное путешествие. Ход человека задается наглядно: БП XY (стрелка вверх) + (—) 1 С/П. Команда XY нужна для перемещения по горизонтальной координате, стрелка вверх — по вертикальной; «плюс» соответствует положительному перемещению, «минус» — отрицательному; единичка показывает, что переход совершается на соседнюю клеточку. А что будет, если попытаться выйти за пределы лабиринта? БП XY — 1 С/П. На экранчике ЕГГОГ, сюда путь закрыт. Точно так же среагирует ПМК и на любое другое недозволенное перемещение — охотник может ходить только по единичкам. Сейчас, например, лишь вверх или вправо. Попробуем вправо: БП XY + 1 С/П. ПМК принимается за работу: регистрирует ход охотника и задает случайнм образом ответ его предполагаемой жертвы. На индикаторе загорается 65 — зверь тоже пошел вправо. Посмотрим, как выглядит теперь тоннель, в котором он находится: ИП5 (11111211). Проход частично прешел в негодность — цифра 2 (а также 3 и т. д.) означает обвал, здесь теперь не пробраться. А вот если бы животное двинулось вверх (или вниз), оно проделало бы новый тоннель в скальной породе — на маршруте скалоеда нули превращаются в единицы, те — в двойки и т. д.

Оставим охотника в размышлениях над следующим ходом — сейчас, очевидно, он может либо пойти дальше, на поле 31, либо вернуться на 11. А чем ответит чудовище, предскажет вообще невозможно. Задача охотника — оказаться со скалоедом в одной клеточке, на индикаторе при этом загорится 00 — сигнал победы. Если же лабиринт в конце концов окажется «перелопаченным» до такой степени, что на любую попытку хода ПМК будет реагировать сообщением ЕГГОГ, то останется лишь уповать на мастерство спасателей.

В программе «Охота на скалоеда» ис-

9	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0	0	0	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	0	0	0	0	0	0	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1

1 2 3 4 5 6 7 8

пользованы некоторые особенности команд сложения, вычитания, ввода в стек и обмена XY, а также 160-шагового цикла. Делая ход по горизонтали, мы оказываемся на адресах 40 или 41; ход по вертикали передает управление на адреса Е0 или Е1 «темной зоны»: здесь задублированы команды /—/, записанные по адресам 28 и 29 главной ветви, затем управление командой БП (30—31) передается на адрес 46. После адреса 97 управление переходит на короткую побочную ветвь, но это не приводит ни к каким неприятностям: в крайнем случае (при победе охотника) программа останавливается на адресе А7, на котором продублирована команда С/П с адреса 09. Предварительно команда по адресу 08 (A6) превращает ноль в сообщение 00. Фрагмент 49—51 «резает» первую цифру числа — нестандартно используется команда ВП. Наконец, на адресах 10—19 записана довольно удобная подпрограмма случайного задания ±1; она-то и управляет движениями скалоеда. Вот и все сложности.

Счастливой охоты!

Михаил ПУХОВ

НЕ БЫЛО БЫ СЧАСТЬЯ...

Чемпионат редакции «ТМ» по нардам подходил к концу. Оставалась несыгранной решающая партия «Администрация КЭИ — автор», и вдруг... исчезли оба игральных кубика. Просто затерялись куда-то. Куда именно — не столь важно, для нас сейчас интереснее другое. Как известно, безвыходных ситуаций не бывает. Нельзя ли с помощью ПМК выбраться из затруднительного положения? Вот об этом-то и пойдет речь.

Прежде всего, что такое игральный

кубик, с точки зрения математика? Это простейший датчик, или генератор случайных целых чисел от 1 до 6. (Причем распределены эти числа равномерно, то есть вероятность выпадения каждого из них одна и та же — $1/6$.) Значит, чтобы ПМК смог заменить игральный кубик, надо реализовать на нем алгоритм генерации случайных чисел.

Таких алгоритмов известно очень много. Поэтому мы не стали «изобретать велосипед», а воспользовались одним из известных методов. Суть его в

следующем — к числу π прибавляют произвольную десятичную дробь. (Желательно, чтобы в ней не было одинаковых цифр.) Затем сумму возводят в пятую степень и берут дробную часть результата. Это и есть первое случайное число. Но любой генератор случайных чисел должен выдавать целую последовательность их. Поэтому, чтобы найти второе случайное число, первое снова прибавляют к π , возводят полученную сумму в пятую степень и выделяют дробную часть. Повторяя этот процесс многократно, мы получаем последовательность случайных чисел, равномерно распределенных в интервале от 0 до 1.

Надеемся, что читатели без труда справятся с программированием этого алгоритма. Но зачем нам при игре в нарды последовательность каких-то там дробей? Ведь на кубике обозначены только целые числа, они и определяют, какой ход можно сделать. Не можем же мы продвинуть шашку на 0,5 позиции. Поэтому надо дополнить алгоритм преобразованием, превращающим последовательность дробных случайных чисел в последовательность целых. Сделать это очень просто. Разделим интервал $(0; 1)$ на шесть равных частей $0—0,166\dots, 0,166\dots—0,333\dots$ и т. д.

Теперь, если полученная от датчика случайная дробь попадает в первый интервал, то это значит, что на нашем электронном «кубике» выпала единица. Второму интервалу соответствует двойка, третьему — тройка и т. д. Естественно, определение номера интервала должен проводить сам ПМК, а на индикатор выводится лишь окончательный результат — число «выпавших» очков.

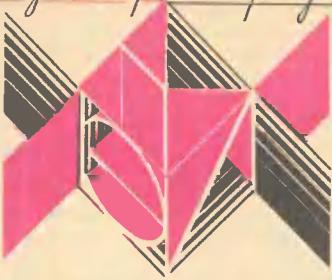
Такой алгоритм и был использован в решающей партии, которая все же, несмотря на пропажу, была сыграна, естественно, на «электронном» уровне. Исходной дробью послужило число 0,785693. После возведения в пятую степень и выделения дробной части осталось 0,248596 — «двойка». Второй «бросок» — дело в том, что в нардах одновременно кидают два кубика, поэтому надо либо использовать пару калькуляторов, либо на одном находить два числа подряд — дал пятерку. Да, 2—5 не лучшее начало автора. Несудивительно, что администрация КЭИ одержала убедительную победу.

Конечно, генераторы случайных чисел пригодны не только для моделирования игрального кубика. С помощью несложных преобразований (формулы можно найти в любом учебнике теории вероятностей) равномерное распределение трансформируется в нормальное, пуассоново и т. п. А раз так, то появляется возможность создания различных игр, главным «действующим лицом» которых будет «его величество случай». Таких, например, как игра Г. Горового «Морской бой», опубликованная в № 10.

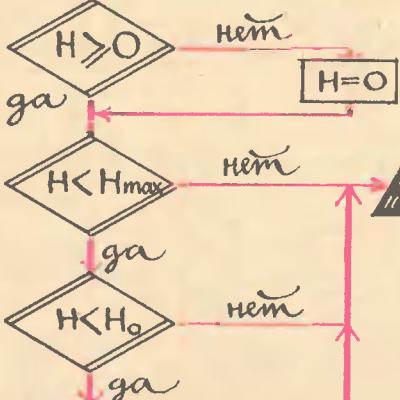
Сергей ВОЛКОВ,
инженер

Пуск

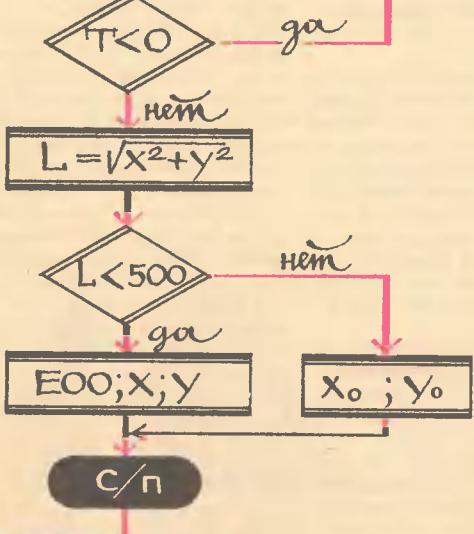
клуб электронных игр клуб



$$\begin{aligned} P_0 &= P_0 - \Delta P \\ P &= P_0 - 1000 \\ V_z &= P \\ H &= H + V_z \cdot t \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V &= 33\sqrt{\Delta V} \\ x_0 &= x_0 - v \cdot t \cdot \cos \alpha \\ x &= x - v \cdot t \cdot \cos \alpha \\ y_0 &= y_0 - v \cdot t \cdot \sin \alpha \\ y &= y - v \cdot t \cdot \sin \alpha \\ T &= T - t \end{aligned}$$



УХОДИМ ПОД ВОДУ...

Как убедительно показывает почта КЭИ, читатель у нас, во-первых, многочислен, а во-вторых — круг его интересов крайне широк. Одни ищут на страницах КЭИ новые игровые программы, другим нужны программы прикладные, третьих интересуют новые результаты в области «тегиологии». Есть убежденные поклонники «космических игр», а есть и такие, кто предпочитает «земные»... Словом, хотим мы этого или нет, но КЭИ, очевидно, вплотную приблизился к тому критическому рубежу, за которым неизбежно деление: образование внутри его самостоятельных подразделов. В чем-то сходная ситуация, кстати говоря, имела место несколько миллиардов лет назад: результатом было появление первого многоклеточного организма.

ИГРОТЕКА ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ

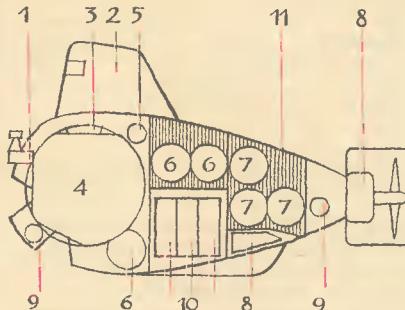
Подводные аппараты (ПА) обеспечивают проведение человеком широкого круга научно-исследовательских и подводно-технических работ на любых глубинах морей и океанов. Океанография, геология, изучение и освоение биологических ресурсов, разведка и разработка месторождений нефти и газа, прокладка и осмотр подводных трубопроводов и кабелей, аварийно-спасательные работы — вот далеко не полный перечень того, чем заняты сегодня подводные аппараты. Современные ПА маневренны, большинство из них способно стабилизироваться в толще воды и у дна, они оснащены рабочими органами, многочисленными регистрирующими и исполнительными устройствами для фото- и киносъемки, регистрации параметров среды и отбора проб, совершенными системами навигации и связи.

Предлагаемая программа «Подводный аппарат» позволяет моделировать погружение, различные маневры, определение местоположения ПА относительно гидроакустического репера, поиск цели с помощью бортового гидролокатора, аварийные ситуации. С ее помощью несложно, например, совершать спасательные операции типа той, которая была выполнена в 1970 году в Тирренском море. Во время пробного погружения

Блок-схема программы «Подводные аппараты». Обозначения: P_0 — текущий вес регулируемого балласта; ΔP — вес регулируемого балласта, сброшенного на данном шаге; P — плавучесть аппарата; V — вертикальная скорость; t — текущая глубина; $H_{\text{пр}}$ — предельная глубина погружения; H_0 — глубина моря; ΔV — число от 0 до 10, характеризующее горизонтальную скорость; V — горизонтальная скорость; α — угол курса; x_0 и y_0 — координаты боя относительно ПА; x и y — координаты цели относительно ПА; T — оставшийся ресурс жизнеобеспечения; L — расстояние до цели по горизонтали.

ВОТ ОПЯТЬ УХОДИМ МЫ В ПОЛЕТ...

Схема ПА «Элвин». Цифрами обозначено: 1 — антенна гидроакустической системы; 2 — ограждение люка; 3 — входной люк прочного корпуса; 4 — прочный корпус; 5 — баллон скатого воздуха; 6 — уравнительные цистерны; 7 — цистерны плавучести; 8 — механизм гребной установки и дифферентных цистерн; 9 — дифферентные цистерны; 10 — аккумуляторные батареи; 11 — плавучий наполнитель.



ния французского ПА «SP-3000» (без экипажа) он сорвался с поддерживающего троса и, не связанный более с обеспечивающим судном, стал быстро погружаться, увлекаемый дополнительным балластом, привязанным к корпусу. В 15 м от дна ПА как бы «стал на якорь» (балласт лег на дно). К месту аварии был доставлен батискаф «Архимед». Он опустился ко дну на расстоянии 1500 м от «SP-3000» и, пеленгую сигналы его бортового акустического излучателя, пошел на сближение. На расстоянии 500 м гидролокатор «Архимеда» обнаружил цель. Батискаф подошел к «SP-3000» и перерезал дисковым вращающимся ножом трос, соединяющий балласт с корпусом ПА. Тот всплыв на поверхность. Подробности этой и других аналогичных операций, а также технические характеристики существующих ПА приведены, например, в книге А. Юрнева, Б. Сахарова и А. Сытина «Аварии под водой» (Ленинград, «Судостроение», 1986).

В качестве прототипа нашего «электронного» ПА выбран «Элвин» — типичный представитель универсальных исследовательских подводных аппаратов. Его водоизмещение — 15 т, экипаж — 3 человека (два пилота и научный работник), полезный груз — 650 кг (в модернизированном варианте — до тонны), максимальная скорость — 2,5 узла, автономность — 8 ч (по электрознергии) или 72 ч (по средствам жизнеобеспечения), рабочая глубина — 2000 м (стальная сфера) или 3600 м (титановая). Аппарат оснащен совершенным навигационным оборудованием, различными приспособлениями для подводных работ, в том числе манипулятором. Погружения «Элвина» обеспечиваются специальным носителем-катамараном.

00.КБПА 01.✓ 02.П0 05.П1 04.ИП5 05.✗ 06.— 07.П3
08.3 09.F10✗ 10.— 11.ИП2 12.✗ 13.ИП9 14.+ 15.Fx>0
16.18.17.С 18.✗ 19.ИПА 20.— 21.Фx>0 22.85 23.ИП9
24.ИП8 25.— 26.Фx>0 27.85 28.ИП0 29.ФГ 30.31.3
32.✗ 33.✗ 34.ИП2 35.✗ 36.ИП1 37.Фcos 38.✗ 39.ИП4
40.✗ 41.— 42.П4 43.ИП6 44.ФВх 45.— 46.ИП6 47.ИП5
48.ИП0 49.ИП2 50.✗ 51.ИП4 52.Фsin 53.✗ 54.— 55.П5
56.ИП7 57.ФВх 58.— 59.П7 60.ИП8 61.ИП2 62.— 63.П8
64.Фx>0 65.85 66.ИП6 67.Фx>0 68.ИП7 69.Фx>0 70.+
71.ФГ 72.5 73.0 74.0 75.— 76.Фx>0 77.82.78.ИП7
79.ИП6 80.ИПД 81.КБПА 82.ИП5 83.ИП4 84.КБПА
85.8 86.8 87.ПА 88.ИПС 89.✓/П 90.0 91.П0
92.БП 95.08

После ввода программы в ПМК нужно занести в адресуемые регистры константы и начальные значения переменных (в скобках — числовые величины для контрольного примера). В регистр 2 — шаг по времени в мин (3 П2); в регистр 3 — начальную массу регулируемого балласта, при сбросе которого увеличивается плавучесть, в кг (1300 П3); в регистры 4 и 5 — горизонтальные координаты ПА относительно реперного гидроакустического буя в м (1000 П4 П5; см. рис.); в регистры 6 и 7 — то же относительно цели (1200 П6 П7); в регистр 8 — ресурс жизнеобеспечения в мин (720 П8); в регистр 9 — глубина погружения в м (0 П9); в регистр А —

пределная глубина погружения (3001 ПА); это число служит одновременно адресом перехода, поэтому обязательно должно заканчиваться на 01); в регистр В — глубина моря в м (3500 ПВ); в регистр С — аварийный сигнал (например, буква Г: Сх ÷ ВП ВП ПС); в регистр Д — сигнал «цель обнаружена» (например, Е00: 100 ВП 99 ВП ПД). Запуск программы осуществляется клавишами В/О С/П. Для задания маневра набирается число, характеризующее горизонтальную скорость, от 0 (стоп) до 10 (полный ход, примерно 100 м/мин), затем ПП, направление движения в градусах (переключатель Р—Г устанавливается в положение Г), ПП и масса сбрасываемого балласта в кг. Команда для теста: В/О С/П 5 ПП 45 ПП 100 С/П. Время счета — около минуты. После останова, если расстояние до цели превышает 500 м, в регистрах Х и У находятся координаты буя относительно ПА — в нашем тесте и та и другая равна 843,467 м. Если же расстояние до цели меньше 500 м, после останова на индикаторе появляется сигнал Е00, а в регистрах У и Z находятся координаты цели относительно ПА. Текущую глубину погружения можно посмотреть командой ИП9, горизонтальную скорость — ИП0.

В случаях:

- превышения допустимой глубины погружения;
- удара ПА о дно;
- превышения допустимого времени пребывания аппарата под водой — происходит аварийное вскрытие ПА. После останова на индикаторе аварийный сигнал Г. Всплытие в этом случае происходит не за счет сброса регулируемого балласта, как в нормальных ситуациях, а за счет сброса аккумуляторных батарей и манипулятора. Поэтому после аварийного вскрытия необходимо произвести ремонт ПА (восстановить содержимое регистра А).

Юрий ПШЕННИК

клуб электронных игр

Как уже отмечалось, многие наши читатели любят космические игры. И, надо сказать, небезуспешно отыскивают разного рода неточности в играх, уже опубликованных. Так, С. Ильяшов из Москвы справедливо указывает, что в описание опубликованной в № 6 за 1986 год программы «Многоступенчатая ракета» вкралась ошибка: в примененном алгоритме полная масса ракеты распределяется между указанными компонентами вовсе не поровну. Он прав — при зажигании каждой ступени масса распределяется так: половина — топливо нижней ступени; одна шестая — масса ее конструкции; третья — все остальное. Некоторые читатели, например восьмиклассник В. Ушаков из Онеги, прислали свои варианты многоступенчатых ракет. Сумел существенно (на целые две команды) сократить «блок многоступенчатости» Е. Агеенко из Ульяновска. А если задавать вместо ускорения свободного падения гравитационную постепенную планету, легко вернуть игре потряянную (по сравнению с «Лунолетом-3») сервисность: расчет круговой скорости для данной высоты и вывод ее в регистр У. Ряд читателей, приобретших МК-61 и МК-52, жалуется, что на этих моделях не проходят некоторые рекомендации по формированию видеосообщений. С учетом всех сделанных замечаний и внесенных исправлений приходим к программе «MP-2» — наиболее совершенному на настоящий момент средству космической навигации в окрестностях безатмосферных планет и спутников:

00.Сх 01.✓ 02.09 03.ИП8 04.✓/ 05.÷ 06.П2 07.БП
08.36 09.ИП4 10.ИП1 11.— 12.ФГ 13.✗ 14.% 15.П9
16.П8 17.П2 18.÷ 19.ИПД 20.ИП8 21.— 22.Фx>0 23.29
24.ИП5 25.3 26.÷ 27.ИП5 28.÷ 29.ПД 30.ИП5 31.+
32.÷ 33.ИП6 34.✗ 35.П8 36.ИП0 37.ИП8 38.ИП9
39.Фsin 40.× 41.ИП6 42.✓/ 43.ПП 44.90 45.÷ 46.П0
47.ПП 48.94 49.9 50.0 51.✗ 52.Фx 53.÷ 54.ИП4 55.÷
56.ИП5 57.+ 58.ПС 59.Фcos 60.Фx>0 61.61 62.Фx>0
63.63 64.✓/ 65.ИП8 66.ИП8 67.ИП9 68.Фcos 69.✗
70.ИП4 71.ИП8 72.Фx>0 73.÷ 74.— 75.ИП0 76.ПП 77.90
78.+ 79.ПВ 80.ПП 81.94 82.2 83.÷ 84.ИП4 85.+
86.ПА 87.ИП7 88.— 89.% 90.ИП0 91.✗ 92.ИП8
93.÷ 94.+ 95.ИП2 96.✗ 97.%

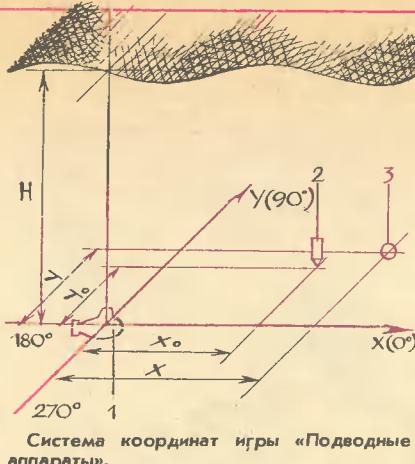
После ввода программы нужно ввести в регистры 1 и 3 видеосообщения «Корабль над видимой стороной Луны» (Е-0) и «Корабль над обратной стороной луны» (Е-0-): Сх ÷ ВП ВП F10*ВП /—/ 12 К — ВП П1 ВП 9 П3 (при формировании видеосообщений использовано предложение Л. Роканиди). Теперь нужно установить переключатель Р—Г

в положение Г и вводить исходные данные: (масса корабля без топлива первой ступени, кг) П5 (скорость истечения продуктов сгорания, м/с) П6 (начальная горизонтальная скорость, м/с) П0 (начальная вертикальная скорость, м/с) ПВ (запас топлива первой ступени, кг) ПД (радиус небесного тела, м) П7 (начальное расстояние корабля от центра небесного тела, м) ПА (начальное угловое расстояние корабля от центра видимой стороны луны или дневной стороны планеты, градусы) ПС. В регистре 4 вводится гравитационная постоянная небесного тела (m^3/c^2), равная произведению квадрата радиуса небесного тела в м на ускорение свободного падения на его поверхности в m/s^2 . Игра начинается командой В/О С/П. При останове на индикаторе светится текущая высота полета в м, а в регистре У находится круговая скорость для данной высоты. Остальные переменные хранятся в прежних регистрах. Маневр задается командой: (угол отклонения вектора тяги от вертикали, градусы) ПП (расход топлива, кг) ПП (время, с) С/П. При превышении запаса топлива нижней ступени происходит ее отделение. На каждом цикле на индикатор выдается видеосообщение о положении корабля, при его появлении нужно нажать С/П. Летать на «МР-2» довольно удобно; С. Ильинов, правда, выражает законное беспокойство: «Если Луна будет освоена людьми, то отстрелянные ступени ракет могут упасть на нее и кого-нибудь ушибить или что-нибудь поломать, так как из-за отсутствия атмосферы они будут спокойно скользить с неба». Проблема действительно серьезная — будем надеяться, что наши потомки что-нибудь на этот счет придумают.

СЧИТАЛЬНЫЙ ЗАЛ ПО ПОРЯДКУ НОМЕРОВ...

Время от времени в приходящих в КЭИ письмах высказывается пожелание: публиковать не только игры, но и прикладные программы. С. Поликарпов из Омска прислал даже небольшой сборник программ для обработки результатов экспериментов, выпущенный Омским орденом Ленина сельскохозяйственным институтом имени С. М. Кирова в прошлом году. Хотя в основном эти программы предназначены для агробиологов, некоторые из них могут иметь гораздо более широкое применение. Например, программа «Ранговая корреляция», отредактированный вариант которой мы воспроизведем:

```
00.1 01.Сx 02.П4 03.ПВ 04.ПД 05.+ 06.- 07.ИПВ 08.к2
09.+ 10.ПВ 11.ФВх 12.Ф2 13.ИПД 14.+ 15.ПД 16.ИП4
17.ИП4 18.%n 19.БП 20.06 21.ИПВ 22.Фx*o 23.25
24.К- 25.1 26.ИПД 27.6 28.* 29.ИП4 30.Ф2
31.1 32.- 33.ИП4 34.* 35.÷ 36.- 37.%n 38.+ 39.Фx2
40.1 41.- 42.2 43.ИП4 44.- 45.÷ 46.Ф2 47.%n
48.÷ 49.%n
```



Система координат игры «Подводные аппараты».

Корреляция — это вероятностная зависимость между какими-то двумя величинами. В отличие от обычной функциональной зависимости она искажается за счет различных случайных факторов. Естественно считать, например, что чем подросток старше, тем он выше; но, конечно же, это правило сплошь и рядом нарушается, тем не менее остается правилом. В таких случаях говорят: рост коррелирует с возрастом. Соответствующая численная характеристика называется коэффициентом корреляции: если он близок к единице, зависимость величин велика; если же приближается к нулю, то она практически отсутствует.

Иногда бывает удобно иметь дело не с самими сравниваемыми величинами, а с их рангами. Что это такое? Допустим, мы хотим выяснить корреляцию между ростом и возрастом в группе из 10 подростков. Сначала распределим ранги по росту: самому маленькому присвоим ранг 1, следующему — 2 и так далее. Самый высокий, естественно, будет носить ранг 10. Повторим ту же процедуру с возрастами: у самого младшего окажется ранг 1, у самого старшего — 10. В результате каждый из нашей группы будет носителем двух чисел, характеризующих его положение в группе по общим признакам. А теперь самое время вычислять коэффициент ранговой корреляции по программе С. Поликарпова.

Для этого надо нажать В/О, набрать возрастной ранг кого-нибудь из группы, затем стрелку вверх, его же «высотный» ранг, С/П. На индикаторе загигается 1 — первая пара данных введена. Повторяя ту же операцию для всех остальных членов группы (в произвольном порядке). После окончания ввода (на индикаторе горит 10) нажимаем ШГ вправо С/П. Спустя десяток секунд на индикаторе загорается искомый коэффициент корреляции (появление ЕГГОГ означает, что при вводе допущена ошибка — суммы рангов введенных рядов не совпадают). Снова нажимаем С/П. На индикаторе — так называемое стандартное отклонение (то есть вероятная ошибка в определении коэффициента). Еще раз С/П — на индикаторе загорается критерий значимости по Стьюденту; имея под рукой соответствующие табли-

цы, по этой величине нетрудно определить, насколько достоверно вычисленное значение коэффициента корреляции.

Воспользовавшись программой С. Поликарпова, легко определить, например, статистическую связь успеваемости по физике и по математике; или по физике и физкультуре; или между весом портфеля и начитанностью... Словом, между любыми двумя величинами, которые можно «ранжировать» — расположить в порядке возрастания.

НОВОСТИ ЕГГОЛОГИИ КОМАНДЫ, КОТОРЫХ НЕ МОЖЕТ БЫТЬ

Как известно, каждая команда, которую можно ввести в ПМК, характеризуется кодом — двузначной комбинацией имеющихся в «алфавите» ПМК символов, цифровых или буквенных. Поскольку таковых (включая «пустышку») насчитывается 16, то в словаре ПМК должно быть ровно 256 команд. С другой стороны, обычным способом можно задать 219 команд (включая К1, К2 и все некорректные команды, начинающиеся с К). С клавиатуры нельзя ввести 30 команд, включающих «пустышку» (единственная «законная» операция такого рода — это FBx с кодом «ноль — пусто»), а также команды с кодами 2L, 2C, 2Г, 2E, 3C, 3Г, 3E. И нет ничего удивительного в том, что многочисленная армия наших внештатных «еггологов» занялась формированием и выяснением свойств этих команд, не предусмотренных разработчиками ПМК.

Мы уже рассказывали о получении команд, начинающихся с «пусто» (см. № 5 за 1986 г.). А вот некоторые новые результаты в этой области.

«Команды В/О КППР (Р — любая цифра или буква) — не единственный способ формирования «пустых» команд, — пишут десятиклассники В. Катаев и В. Васильевский из города Кирова. — Возьмите любой ЕГГОГ (скажем, 1 ВП 50 Fx²), затем ПР Сх ИПР ВП (наберите одно- или двузначное число) десятичная точка (любая цифра). На адреса от 50 до 60 записывается пустая команда. Кстати, она не совсем пустая: служит «стопом», если в регистре Х находится сверхчисло».

«Решая задачу «Защита от нападения» («ТМ» № 2 за 1986 г.), — сообщает А. Лапудев из города Железнодорожного Московской области, — я в первую очередь стал искать «метеориты», которые сохранялись бы при комбинации «ВП-точка». Ими оказались сообщения типа «буква — цифра» (E2, Г115 и т. д.). Случайно нажав одну из цифровых клавиш, я обнаружил, что калькулятор выполнил команду С/П. Дальнейшее изу-

чение этого свойства показало, что сообщение из 1—5 знаков (первый — буква Е или Г) начинает после команды «ВП-точка — цифра» выполнение программы с адресом 50, а из 6—8 знаков после той же команды записывается по адресу 50 или 51 (в зависимости от цифры после «ВП — точка») код «пусто — пусто». Если использовать команды «ВП — число — точка — число», то в программе по адресам 50—60 будут записываться команды типа «пусто — цифра». Все эти команды выполняют функции «пустой». Об их использовании рассказывалось в «ТМ» № 5 за 1986 год.

С. Ишутин из Свердловска рекомендует для получения «пустых» команд на адресах 50—60 набрать любое число от 10 до 10^{99} и отдать команду ВП 99 ВП /—/ точка /—/. Аналогичные результаты по «пустым» командам получили С. Банников из Москвы, О. Сергеев из Ленинграда и другие. «Кроме программных кодов «пусто — цифра», можно получить код «пусто — пусто», — пишет П. Марутенков из Оболенска Московской области. — Например, такая последовательность (начинать надо сразу после включения калькулятора): КППЕ FABT КППД КППД FABT КППС КППС FABT КППВ КППВ FABT КППА КППА — слева «пусто — пусто», справа адрес 39. ШГ вправо ШГ вправо ШГ вправо — «пусто — А» на своем законном месте. Есть другие способы получения кода «пусто — пусто», размещаться он может и не на адресе 38. Вопрос только с использованием этого кода».

Наконец, приведем алгоритм С. Пухова (Москва), позволяющий получать тройки команд «пусто — пусто» на произвольных адресах и даже сплошь заполнять ими программную память. Для этого надо сначала по методу Д. Кайкова получить шифр LE (L занимает «законное» место минуса, см. № 10 за 1986 г.), записать его, скажем, в регистр С и прочистить стек. Теперь отдастся одна из двух последовательностей команд: ИПС ВП (целое число от 1 до 99) точка (целое от 0 до 9) или ИПС ВП /—/ (целое от 0 до 99) точка /—/. Программа запустится на счет. Остановив ее любой клавишей, перейдя в режим ПРГ и нажимая ШГ вправо, можно посмотреть, что вписанось в память.

Номер готовился к печати, когда

А. Бакши (Севастополь) прислал совсем простой способ: «Нусть надо вписать «пусто-пусто» по адресам: A, A+2, A+4, A+6, A+8 (A — любой адрес). Тогда B = A+11. Сделаем так: B/0 FПРГ ШГ влево ШГ влево ПП (число B) FABT. Теперь последовательность B/0 ШГ влево ШГ влево ПП повторим 5 раз и перейдем в режим ПРГ. Код «пусто-пусто» вписан в программу».

А что с теми «несуществующими» командами, которые не содержат «пусто»? «Пишет вам ученик 8-го класса из Москвы Сытов Николай. Недавно я купил новый программируемый микрокалькулятор МК-61. Читая в КЭИ о командах буквенных переходов, я решил посмотреть, а что будет, если записать в программную память микрокалькулятора команду БП и затем, как адрес перехода, ввести шифр, не имеющий собственной команды. Потом, перейдя в режим АВТ, нажать ШГ влево и командой ПП узнать, какую операцию произведет данный шифр. Я нашел семь подходящих сочетаний: 2L, 2C, 2Г, 2E, 3C, 3Г, 3E. При выполнении команд с кодами 2L, 2C, 2Г, 2E и 3C я получал ЕГГОГ. При выполнении шифра 3E у меня получалось интересное перемещение в стеке: число из регистра У дублировалось в регистре X, вытесняя его содержимое в регистр X₁. А самые странные превращения происходят при выполнении команды с кодом 3Г». Похожие результаты по команде 3E получил и Н. Шмидт из Ленинграда и сформировал еще одну новую команду, с кодом «5-пусто». Вот что он пишет: «На микрокалькуляторе МК-52 я получал эту команду при помощи ППЗУ; на остальных калькуляторах эту команду можно получить, я думаю, только при помощи «сумасшествия». На нашем МК-52 эта команда делает Тьюмь во время исполнения программы — можно придумать игру со «смертельным исходом», используя ее в аварийной ситуации вместо С/П. Как действует она на других калькуляторах, я не знаю, но думаю, что на МК-61 она должна работать так же».

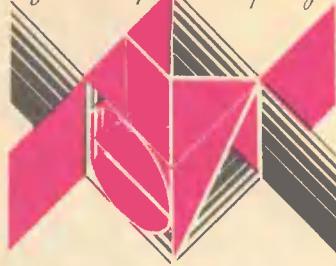
Но наиболее широкие исследования в области «несуществующих» команд проделал семиклассник из Пензы А. Аношкин. Он правильно оценил значение команды 3E, разобрался с кодом 3Г (он «дублирует команду перевода градусных

величин»), а главное — дал исчерпывающий анализ команд, коды которых заканчиваются на «пусто». Сразу оговоримся — все результаты получены на МК-52. «Если записать в ППЗУ сначала одну программу, затем, не стирая ее, записать туда же другую, коды программ логически сложатся и полученная информация запишется в ППЗУ. Таким образом, в ППЗУ можно записать коды, которые обычным способом получить невозможно, например содержащие «пусто». Как уже писалось в КЭИ, команды, начинающиеся на «пусто», — это пустые команды: «1-пусто», «2-пусто», «3-пусто» и «пусто — пусто» также являются нейтральными. При выполнении операции с кодом «5-пусто» индикатор автоматически выключается, как при появлении «незамаскированной» Тьюмы в регистре X. У владельцев МК-52 появилась возможность выключать калькулятор одной командой. Остальные коды связаны с тем, что регистров у наших калькуляторов даже не 15, о чем рассказывалось на страницах КЭИ, а 16! Есть еще один регистр — регистр «пусто». Если на ПМК Б3-34, МК-54, МК-56, МК-61 записать команды обращения к нему невозможно, то на МК-52 это вполне осуществимо. Коды «4-пусто» и «6-пусто» выполняют команды прямой записи и извлечения по этому регистру, коды «L-пусто» и «Г-пусто» — косвенной записи и косвенного извлечения. И так далее. Но содержимое регистра «пусто» всегда совпадает с содержимым регистра 0! При косвенном обращении к нему его содержимое модифицируется — уменьшается на единичку».

Как можно прокомментировать это сообщение? Жаль, конечно, что при обращении к новому регистру происходит модификация его содержимого. В противном случае перед владельцами МК-52 (и, возможно, МК-61) открылась бы перспектива полноценной замены фрагментов программ для Б3-34, в которых используется связь регистров 0 и Е. Но отрицательный результат — тоже результат. Отрадно, что «белых пятен» в наших ПМК остается все меньше и меньше. А когда их совсем не останется, промышленность, надо полагать, придумает для нас что-нибудь новое.

Михаил ПУХОВ

клуб электронных игр клуб



НА КРЫЛЬЯХ НАД ПЛАНЕТАМИ

Консультант раздела
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. ГЛАЗКОВ

Герои рассказа Сергея Павлова, с которыми мы познакомились на стр. 58, летят на крылатом аппарате — аэр. Что здесь необычного? Ведь любой из нас может пойти в кассу Аэрофлота, купить билет и проделать аналогичное путешествие на крылатом летательном аппарате (только называться он будет по-иному: самолет). Необычно то, что перелет совершается на другой планете, атмосфера которой гораздо разреженнее, нежели земная. И возникает законный вопрос: возможно ли такое хотя бы в принципе? Поднимутся ли когда-нибудь рукотворные птицы в небо красной планеты?

Плотность атмосферы у поверхности Марса примерно на два порядка меньше, чем плотность земного воздуха на уровне моря. Иными словами, условия, с которыми встретится будущая марсианская авиация, примерно тааковы, как на Земле на высотах 30—35 км, давно освоенных реактивными самолетами. Так что можно смело утверждать: аэры будут! Уже сейчас имеются детально разработанные проекты крылатых машин (пока, правда, беспилотных), предназначенных для обследования Марса с птичьего полета.

Но самолетное перемещение на крыльях — далеко не самая важная атмосферная операция для аэрокосмических аппаратов, с которыми мы привыкли иметь дело в КЭИ. Вход в атмосферу, аэродинамическое торможение; планирование, посадка на подходящую ровную площадку — вот те задачи, которые предстоит решать в первую очередь. С ними вполне справлялась программа «Атмосфера-2» («ТМ» № 4 за 1986 г.). И те из наших читателей, кто пробовал, воспользовавшись этой программой, совершил посадку на Марс, наверняка заметили: на больших высотах его атмосфера даже плотнее земной. Это объясняется тем, что сила тяжести на Марсе гораздо меньше и плотность марсианского воздуха убывает с высотой не так стремительно,

как на нашей планете. Выражаясь языком специалистов, атмосфера Марса «мягче» земной.

Чтобы совершить посадку на Марс по программе «Атмосфера-2», нужно ввести в регистры 7 и 4 его радиус и гравитационную постоянную, увеличить раза в два с половиной — именно во столько тяжесть на Марсе меньше, чем у нас,— характерный масштаб атмосферы (примерно 45 ВП 3 П3) и уменьшить на два порядка содержимое регистра 1 (в него входит в качестве полноправного сомножителя плотность воздуха на нулевой высоте). И разумеется, изменить скорость входа (первая космическая для Марса составляет приблизительно 3,5 км/с). Правда, успешно посадить аппарат типа «Кон-Тики» на Марс вряд ли удастся — посадочная скорость будет чересчур велика. Для успешного завершения операции потребуется существенно увеличить площадь несущих поверхностей (содержимое регистра 6).

Многие читатели высказываютожелание, чтобы в «Атмосфере-2» был вставлен блок, рассчитывающий нагрев спускаемого аппарата или перегрузки, действующие на его экипаж (а эти величины непосредственно связаны — чем сильнее торможение, тем больше нагрев). Можно ли это сделать? Программа и без того перегружена...

Напомним: в «Атмосфере-2» использовалось управление по углу атаки. При его изменении менялось аэродинамическое качество аппарата (отношение подъемной силы к силе лобового сопротивления). У «Кон-Тики», кстати, максимум этой величины составлял примерно 2,5 (при угле атаки около 10°), приближаясь к аналогичной характеристике космических кораблей многократного использования.

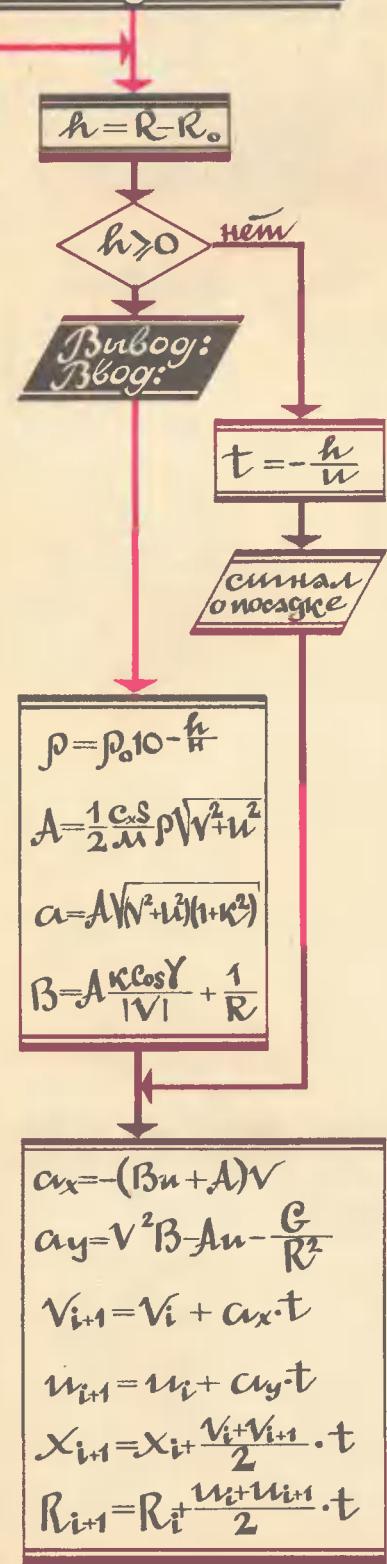
К счастью, есть еще один, более простой способ управляемого спуска, широко используемый в практической космонавтике. Он основан на изменении угла крена аппарата с постоянным аэродинамическим качеством (см. рисунок). При наклоне аппарата составляющая подъемной силы, направленная вверх, уменьшается; при крене 90° она исчезает совсем. Возникает, правда, боковая сила, уводящая корабль в сторону от первоначальной траектории, но ее легко скомпенсировать, чередуя наклоны корабля

вправо и влево. Формулы, получающиеся при таком способе управления, гораздо компактнее, чем использованные в «Атмосфере-2»; это позволяет освободить место для расчета полного аэrodинамического ускорения. Таким образом, приходим к программе «Атмосфера-3»:

$$\begin{aligned}
 & 00. \times 01. \text{ИП} 02. + 03. \text{П} 04. \text{ИП} 05. - 06. \text{К} \times 09. 07. \text{ИП} 08. / - \\
 & 09. \div 10. \text{П} 11. \text{ИП} 12. \% 15. \text{БП} 14. 55. 15. \text{П} 16. \sqrt{17.} \text{П} 17. \\
 & 18. \text{Fcos} 19. \text{ИП} 20. \times 21. \text{ИМ} 22. \text{ИП} 23. \text{ИП} 24. \div \\
 & 25. \text{F10}^x 26. \div 27. \text{ИП} 28. \text{Fx}^2 29. \text{ИП} 30. \text{Fx}^2 31. + 32. \text{Fv}^2 \\
 & 33. \times 34. \text{П} 35. \text{FBx} 36. \times 37. \text{ИП} 38. \text{Fx}^2 39. 1. 40. + 41. \text{Fv}^2 \\
 & 42. \times 43. \text{П} 44. \frac{\text{F}}{\text{M}} 45. \text{ИП} 46. \times 47. \text{ИП} 48. \text{Fx}^2 49. \text{Fv}^2 \\
 & 50. \div 51. \text{ИП} 52. \text{F} \frac{1}{\sqrt{x}} 53. + 54. \text{П} 55. \text{ИП} 56. \text{ИП} 57. \\
 & 58. \text{ИП} 59. \times 60. + 61. \times 62. \text{ИП} 63. \times 64. - \\
 & 65. \text{П} 66. \text{П} 67. 91. 68. \text{ИП} 69. + 70. \text{П} 71. \text{ИП} 72. \text{Fx}^2 73. \text{ИП} 74. \times 75. \text{ИП} 76. \text{ИП} 77. \times 78. - 79. \text{ИП} 80. \text{ИП} 81. \text{Fx}^2 82. \div 83. - 84. + 85. \text{ИП} 86. \times 87. \text{ИП} 88. + 89. \text{П} 90. \text{Fbx} 91. + 92. \text{ИП} 93. \times 94. 2. 95. \div 96. \%
 \end{aligned}$$

Как и ее предшественница, она предназначена для численного моделирования управляемого полета в атмосфере безмоторных летательных аппаратов. Исходные данные остаются практически прежними (начальное расстояние от центра планеты, м) ПА (начальная вертикальная скорость, м/с) ПВ (начальная горизонтальная скорость, м/с) ПО (начальное расстояние от какой-либо опорной точки, м) ПС (радиус планеты, м) П7 (характерный масштаб атмосферы, м) П3 (гравитационная постоянная планеты, m^3/s^2) П4. Напомним, что последняя величина равна произведению квадрата радиуса планеты на ускорение силы тяжести на ее поверхности. В регистр 6 вводится — аэродинамическое качество аппарата (для кораблей «Союз» и «Аполлон» примерно 0,3, для «Шатлов» и «Кон-Тики» — 2,5—3, для будущих марсианских аэров — раза в 2—3 больше). В регистр 1 — половина произведения коэффициента лобового сопротивления на площадь миделя аппарата (m^2) и на плотность воздуха на нулевой высоте (kg/m^3), разделенная на массу аппарата (кг). Наконец, в регистр 9 заносится сигнал о посадке: Е (1 К — ВП П9), или Е14 (114 ВП 99 ВП П9), или Е15 (115 ВП 99 ВП П9). Этот сигнал используется в качестве адреса условного перехода в команде, записанной по адресу 06. Перейти надо на адрес 15; Е и Е14 дают переход на адрес 14 (ОЕ), чис-

Ввод исходных данных



ло 55 воспринимается ПМК как код команды К1, функционально ничем не отличающейся от КНОП.

Работа с «Атмосферой-3» начинается командой В/О С/П. Переключатель Р — Г устанавливается в позиции Г. При останове на индикаторе загорается высота полета, она же находится и в регистре 8. Переменные в прежних ячейках. В регистр Y выводится полное вертикальное ускорение аппарата в м/с²; если оно близко к нулю, скорость спуска практически не меняется. А в регистре D находится полное аэродинамическое ускорение, действующее на аппарат, в м/с². 20 соответствует двойной перегрузке, 30 — тройной и т. д. Маневрировать нужно таким образом, чтобы эта величина была поменьше. Маневр задается командой: (время, с) ПП (угол крена, градусы) С/П. При крене 180° подъемная сила направлена точно вниз. При полете в атмосфере рекомендуется задавать время маневра не больше 5—10 с.

Блок-схема программы «Атмосфера-3» приведена на рисунке. Использованы следующие обозначения: h — текущая высота полета; R — текущее расстояние от центра планеты; R₀ — радиус планеты; t — шаг по времени; Н — характерный масштаб атмосферы; P₀ — плотность воздуха на нулевой высоте; ρ — текущая плотность воздуха; a — полное аэродинамическое ускорение; C_x — коэффициент лобового сопротивления; S — площадь миделя; M — масса аппарата; K — аэродинамическое качество; V — горизонтальная скорость; U — вертикальная скорость; a_x — горизонтальное ускорение; a_y — вертикальное ускорение; G — гравитационная постоянная планеты; x — расстояние от опорной точки. Индексами i+1 и i отмечены значения переменных на текущем и предыдущем шаге. В формулах для ускорений индексы опущены: в памяти ПМК нет места для хранения двух значений каждой переменной, приходится пользоваться тем, которое в данный момент «под рукой». Наконец, y — угол крена.

В качестве полезного упражнения предлагаем совершить управляемый спуск в атмосфере Земли на аппарате типа «Кон-Тики». Исходные данные: 6371 ВП 3 П7 Fx² 9,81×P4 !7500 П3 5 ВП /—/ 4 П1 2,5 П6 1 К — ВП П9 6471 ВП 3 ПА 8400 ПО 280 /—/ ПВ Сх ПС. Если посадку совершить не удастся — ничего страшного, сконструируйте собственный корабль (измените аэродинамическое качество и содержимое регистра 1). А потом можно приступить и к покорению других планет. Плотность на нулевой высоте для Марса примерно на два порядка меньше, для Венеры — раз в 50 больше, чем для земной атмосферы. А характерный масштаб атмосферы для Венеры можно считать совпадающим с земным. Задание КЭИ на этот раз трудное: сконструировать аэрокосмические аппараты для управляемого спуска в марсианской и венерианской атмосферах.

Блок-схема программы «Атмосфера-3».

клуб электронных игр

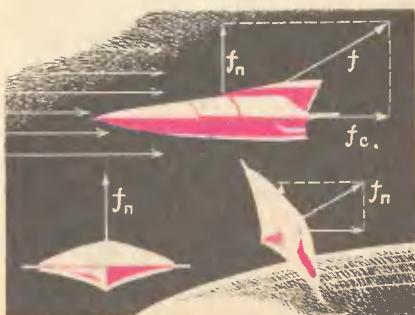
АНАЛИЗАТОР УСКОРЕНИЙ

Основной недостаток «Атмосфера-3», как и многих других игровых программ КЭИ, — недостаточно высокая зрелищность, работать приходится исключительно с цифрами. Да, перегрузка теперь рассчитывается и записывается в регистр D, но что толку? ПМК никак не предупреждает пилота, что перегрузки превысили норму. Обладатели персональных компьютеров, которые переведут «Атмосферу-3» на свои языки высокого уровня, наверняка предусмотрят блок, который будет анализировать полное ускорение и выдавать на дисплей успокоительные фразы вроде: «Перегрузки!», «Не дрова везешь», «Позвоните 03!» и, наконец, коронное: «От вас осталось мокрое место». А что может быть скромней программируемый калькулятор?

Как всегда, отчаиваться не будем. Прежде всего посмотрим, какие неиспользованные возможности остались в программе (для нашей базовой модели — Б3—34). В резерве одна команда. Вторую сэкономим за счет 43. ПД (ускорения записывать не будем, здесь разместится блок анализа перегрузок). Освободившийся регистр можно использовать для экономии еще одной ячейки программной памяти: например, записать туда адрес безусловного перехода, исполняемого командами 13—14, и заменить их одной КБПД. Четвертую ячейку можно освободить, перенеся В/О с адреса 97 на 00 (98); в этом случае, правда, придется вместо В/О С/П набирать в начале игры и при переходе к новому варианту Сх В/О С/П.

Итак, у нас есть четыре ячейки программной памяти. Как сконструировать автоматический анализатор перегрузок, которым можно заменить ПД (старый адрес 43)? Легко видеть, что простейший анализатор, состоящий из одной-единственной команды, — это F10^x: если ускорение превысит 100 м/с² (примерно де-

При крене спускаемого аппарата направлена вверх составляющая подъемной силы уменьшается.





Владимир ТАЛАЛАЕВ из Киева иллюстрирует свои программы не только блок-схемами и сопроводительными текстами, но и тщательно выполненным рисунками, некоторые из которых мы воспроизводим.



сиятиратная перегрузка), на индикаторе высокочит ЕГГОГ. Но такой анализатор слишком груб. А вот если обратиться к помощи «сверхчисел», пристыковав к показательной функции фрагмент Fx^2 , знакомый нам по вылазкам в глубины «электронного океана», то получившийся блок будет формировать ЕГГОГ в диапазоне ускорений $25-50 \text{ м/с}^2$, ЗГГОГ в диапазоне $50-75 \text{ м/с}^2$, при дальнейшем же увеличении перегрузок на сцену выйдет известное из № 1 за 1986 год чудовище 4-го этажа, выводящее программу из строя. Остановить программу после формирования «сверхчисел» можно было бы с помощью стрелки вверх, но при этом содержимое регистра Y, вызывавшееся в «Атмосфере-3» командой 44.XY, переместится в следующий регистр и окажется вне досягаемости стековых команд. Как быть?

Вспомним полезное свойство новых «пустых» команд, начинаяющихся с «пусто» и описанных в прошлом выпуске: они, по наблюдениям читателей, служат «стопом», если в регистре X находится «сверхчисло». Именно такая команда нам и нужна. Блок анализа перегрузок занял ровно четыре ячейки программной памяти!

После всех сделанных изменений получается программа с естественным названием «Атмосфера-4» (на адресе 43 дана последовательность для получения «пустой» команды с кодом «пусто — Г»):

```
00. В/О 01. ИПА 02. +03. ПА 04.ИП7
05.— 06. Кх<09 07. ИПВ 08./—/ 09.÷
10.П2 11. ИП9 12. С/П 13. КБПД 14. П8
15. С/П 16.П2 17. Fcos 18. ИП1 19. ИП8
20. ИП3 21.÷ 22. F10* 23.÷ 24. ИПВ 25.
Fx2 26.ИПО 27. Fx2 28. + 29. F\30.× 31.
П8 32.FBx 33.× 34. ИП6 35. Fx2 36.1
37.+ 38. F\39.× 40. F10* 41. Fx2 42. Fx2
43.FABT В/О КППД ФПРГ 44. XY
45.ИП6 46.× 47.ИП8 48.× 49.ИПО
50.Fx2 51.F\52.÷ 53.ИПА 54.FI/x 55.+
56.П5 57.ИПО 58.ИП8 59.ИПВ 60.ИП5
61.× 62.+ 63.× 64.ИП2 65.× 66.— 67.
ИПО 68.ПП 69.93 70.ИПС 71.+ 72.ПС 73.
ИПО 74.Fx2 75.ИП5 76.× 77.ИПВ 78.
ИП8 79.× 80.— 81.ИП4 82.ИПА 83.Fx2
84.÷ 85.— 86.× 87.ИП2 88.× 89.ИПВ
90.+ 91.ПВ 92.FBx 93.+ 94.ИП2 95.×
96.2 97.÷ 98.В/О
```

На адресе 86 записана стрелка вверх; владельцы Б3-34 и МК-54 последнюю команду могут не ставить — адреса 98 и 00 у них, как известно, задублированы.

Перед работой с «Атмосферой-4» в регистр D вводится адрес перехода 57 ПД, в регистр 9 — сигнал о посадке E (1К — ВП П9) или E14 (114 ВП 99 ВП П9). В начале игры и при переходе к новому варианту следует скомандовать Сх В/О С/П. Константы и исходные данные те же, что и в программе «Атмосфера-3», результаты расчетов также получаются идентичными. Пока аэродинамическое торможение не превышает 25 м/с^2 , правила обращения с программой тоже остаются прежними. Напомним, кстати, что, как и в «Атмосфере-2», по адресу 50 в «Атмосфере-3» и по адресу 52 в «Атмосфере-4» производится де-



ление на модуль горизонтальной скорости, поэтому для расчета чисто вертикального спуска обе программы непригодны. При появлении на индикаторе ЕГГОГа (перегрузка от 25 до 50 м/с^2) надо нажать С/П; это как бы предупреждение пилоту: пора переходить в горизонтальный полет, траектория слишком крута. ЗГГОГ (перегрузка $50-75 \text{ м/с}^2$) сигнализирует о серьезной опасности: чтобы избежать аварии, приходится ремонтироваться на ходу (ЗГГОГ передает управление на другой фрагмент программы и, кроме того, засоряет стек подпрограмм): Сх + 1 ВП 50 Fx² Fx² Сх В/О ПП В/О ПП БП 44 (или 40, 41, 42, 43) С/П. Но это сущие пустяки по сравнению с катастрофической ситуацией, когда перегрузка превышает 75 м/с^2 (на индикаторе появляется испорченный фрагмент программы). В этом случае логично считать, что операция завершилась трагедией, ибо для продолжения полета придется сделать следующее: ФПРГ ШГ влево Сх С/П FABT ФПРГ ШГ влево ШГ влево (вписать две команды вместо Сх С/П) FABT + 1 ВП 50 Fx² Fx² Сх В/О ПП В/О ПП БП 44 (или 40, 41, 42, 43) С/П. К сожалению, при дальнейшем увеличении перегрузок (за 100 м/с^2) происходит срабатывание «грубого» анализатора F10* на индикаторе появляется ЕГГОГ, поэтому ряд потенциальных эффектов (зануление регистра С, появление Тьмы) в данной программе использовать не удалось. А надо бы!

Кстати, для игр «со смертельным исходом», кроме вызова из какого-нибудь регистра заблаговременно записанной туда Тьмы (а этот способ применили некоторые читатели, приславшие свои модификации космических программ), можно воспользоваться предложением П. Кузнецова из Ленинграда: выполнить деление на знак «—», сформированный вручную (1 К — ВП ПО КИПО КИПО КИПО ИПО) или по программе: 00.↑01.Cx02.XY03.КНОП04.ВП05.С/П, на вход которой подается 9 (этот метод использован в программе В. Алексеева «Календарь»). После такого деления ПМК отказывается работать, но команды вызова из регистров действуют, так что можно проанализировать причины аварии.

НОВОЕ СВОЙСТВО ЗГГОГА

В № 12 за 1986 год в переписке администрации КЭИ с конструктором первой шахматной программы Н. Авдеевым вскользь говорилось о нестандартном обращении со стеком подпрограмм (а его содержимое, напомним, определяет адреса, на которые передает управление команда В/О). При отладке анализатора ускорений выяснилось, что самый простой и надежный путь к господству над этим стеком дают ЗГГОГи, другие полезные свойства которых освещались в № 1 за 1986 год.

Введем в ПМК мини-программу 00. В/О, вернемся в режим АВТ и посмотрим, как исполняется эта команда. Если сделать В/О ПП и перейти в режим ПРГ, убедимся, что управление передалось на адрес 01. Так и должно быть: в начальном положении стек подпрограмм заполнен нулями. Если же в программе встречается обращение ПП или КПП, в стеке записывается его адрес и стоящая в конце подпрограммы команда В/О передает управление на адрес, следующий за этим обращением (он на единицу больше записанного в стеке числа.) Если в подпрограмме содержится обращение к другой подпрограмме, в стек записы-

вается новый адрес, а старый сдвигается в его глубину. Максимальное число подпрограмм, которые можно вложить одна в другую наподобие матрешек, для наших ПМК равно пяти. Поэтому стек подпрограмм в заполненном виде проще всего представить себе в виде десятизначного числа, каждая пара цифр в котором является адресом, предшествующим тому, на который передает управление команда В/О. Например, если стек заполнен комбинацией 3141592653, то В/О при первом исполнении передаст управление на адрес 32 (31+1), при втором — 42 (41+1), при третьем — 60 (59+1), при четвертом — 27 (26+1), при пятом — 54 (53+1). При исчерпании заданных адресов стек подпрограмм полностью заполняется последней цифрой бывшей в нем комбинации (в нашем случае приобретает вид 3333333333), теперь команда В/О всегда будет передавать управление на один и тот же адрес (скажем, 34=33+1). Именно поэтому вне подпрограмм она дает возможность переходить не только на адрес 01, но и на 12, 23, 34, 45, 56, 67, 78, 89 и А0. Об этом говорилось в позапрошлом выпуске КЭИ.

Какое отношение ко всему этому имеет ЗГГОГ? Как выяснилось, самое непосредственное. Сформируем 1 ВП 50 Fx² Fx² и умножим на какое-нибудь целое число, допустим, 12345. Сбросив теперь ЗГГОГа (Cx), с помощью нашей мини-программы и нехитрой процедуры В/О ПП FPRG FABT В/О ПП FPRG FABT и т. д. без труда убедимся, что цифровая комбинация в стеке подпрограмм приобрела вид 4012345000, где первая цифра на единицу меньше числа знаков выбранного нами сомножителя (4=5-1), на втором месте располагается 0, а дальше следует само число 12345. И команда В/О передает управление последовательно на адреса 41, 13, 35, 51, а затем на 01.

К аналогичным результатам пришел и студент МВТУ С. Федотов, обнаруживший также, что смена знака мантиссы ЗГГОГа приводит к увеличению на 9 первого адреса возврата.

Именно на этом свойстве ЗГГОГа

основан использованный в программе «Атмосфера-4» способ очистки засоренного при превышении допустимого ускорения стека подпрограмм. Цифровая комбинация в нем после команд 1 ВП 50 Fx² Fx² приобретает вид 0010000000, после первого В/О ПП происходит переход на адрес 01, после второго — на 11 и стек очищается. Кроме того, появилась реальная возможность в широких пределах управлять действием команды В/О. Если нужно, допустим, чтобы она при работе вне подпрограмм обеспечивала переход на адрес 78, достаточно в режиме АВТ скомандовать 1 ВП 50 Fx² Fx² 77777777 X Cx, передать управление на адрес, где в программе располагается В/О, и нажать ПП. Первый переход, адрес которого (71) связан с длиной мантиссы ЗГГОГа, выполнен, в стеке остались одни семерки, и команда В/О обречена «до конца дней своих» (то есть до выключения ПМК или формирования следующего «сверхчисла») передавать управление на выбранный нами адрес.

Для расширения области применения рассмотренного приема полезно было бы научиться формировать ЗГГОГи, мантисса которых включает не только цифры, но и шестнадцатеричные символы Е, Г и т. д. В этом случае, в частности, легко было бы обеспечить «постоянные» переходы командой В/О на адреса побочных ветвей В1 (стек подпрограмм должен быть заполнен символом «—»), С2 (соответственно буквой L), Г3 (буквой С), Е4 (буквой Г), «пусто — 5» (буквой Е) и, возможно, 06 (символом «пусто»).

К счастью, существует простая процедура получения таких ЗГГОГов, обнаруженная С. Пуховым. Чтобы ею воспользоваться, следует прежде всего сформировать и упрятать в какой-либо регистр «пустышку» (Cx ÷ ВП ПД), затем прочистить стек (нажать несколько раз стрелку вверх) и получить каким-нибудь из уже рассмотренных в КЭИ способов нужную буквенно-цифровую заготовку. Скажем E00000EE (1 ВП 55 Fx² Fx² ИПС ИПС ВП б П7 КИП7 ИП7 К — ВП КНОП). Теперь нужно проделать следующее: вызвать из регистра «пустышку» (ИПД), отдать какую-нибудь команду, код которой начинается с двойки, допустим, Fx² (код 22; если код операции начинается с тройки, вместо ЗГГОГа получится чудовище 4-го этажа, а если с единицей — ЕГГОГ, обоих случаях с требуемой мантиссой), затем Cx XY. На индикаторе — нужный нам ЗГГОГ. Можно записать его в какой-нибудь регистр, а затем «расшифровать» по известному алгоритму (P9 Cx ИП9 FABT точка КНОП). Мантисса ЗГГОГа, как видим, равна нашей буквенно-цифровой комбинации, а первые две цифры порядка совпадают с кодом команды, с помощью которой он был образован. Содержимое же стека подпрограмм приобрело вид 00E0000EE.



В «авиационных» компьютерных играх на дисплей обычно выводятся вид из пилотской кабинки и показания навигационных приборов.

Михаил ПУХОВ



«Из отчетов хроноситальца А. Перепелкина («ТМ» с № 6 за 1985 г. по № 4 за 1986 г.) вытекает интересная философская проблема,— пишет М. Козьменко из Кировска Мурманской области.— Любой человек, «провалившийся» к нам, в прошлое, должен своими действиями изменять свое время, то есть наше будущее. И в самом деле, многочисленные читатели выпусков КЭИ благодаря Перепелкину почерпнули такие знания, что это привело к необратимым изменениям. Овладев навыками космического пилотирования на БЗ-34, они в какой-то мере приблизили ту эру человечества, когда и вправду храбрые космонавты станут ежедневно летать на аппаратах, основа которых закладывается сейчас. Вернувшись в свое время, Перепелкин с радостью бы заметил, что Луна уже полностью колонизирована, в первоходцы космоса начали исследовать «на натуре» черные дыры и делать многое другое, еще непонятное нам. В частности, обрели власть над временем. Ведь не каждый день человек проваливается в хрониум, и вызволить его оттуда — важная задача. Ясно, что потомки научились это делать, и возвращение Перепелкина неминуемо. А раз откроется двусторонняя связь, есть все основания ожидать почту из будущего. И вот в редакцию приходит письмо от Перепелкина или, что еще интереснее, от самого Коршунова. И нам начинает поступать поток информации, достаточный для продолжения разговора...»

Любопытными соображениями поделился с нами читатель. Но признаемся честно: ничего подобного не произошло, никаких писем из будущего в редакцию не поступало. Произошла куда более странная вещь. Когда мы вновь стали прослушивать магнитофонные записи с рассказами Перепелкина, выяснилось, что о перелете «Кон-Тики» там не говорится ни слова. Очевидно, будущее действительно изменилось. Речь идет о событиях большей частью совсем непонятных, и разыгрываются они в дальних глубинах Галактики. Уяснить можно только очень немногие эпизоды, один из которых мы и предлагаем вашему вниманию.

НАД ПУЛЬСАРОМ

— Я не понимаю, штурман, откуда они взяли, что эта штука умеет летать,— произнес Коршунов.

Почему он сказал «штурман», ясно. Он профессионал-звездолетчик, говорят, очень хороший. Звездный Коршун — так его величают коллеги. Для таких все люди делятся на пилотов и непилотов. А из последних они чаще всего имеют дело со штурманами, вот и получается, что человечество, по их представлениям, состоит в основном из пилотов и штурманов.

В действительности я вовсе не штурман, я специалист по электронному оборудованию. Познакомились мы неделю назад. Нас обоих направили сюда как экспертов: выяснить назначение объекта «Корабль», как он именуется в каталогах ксенологов. Ему, наверное, миллион лет, но сохранился он просто на удивление. По форме это эллипсоид вращения высотой метра три, диаметром шесть. Для наглядности возьмите луковицу или сплюснутый футбольный мяч соответствующих размеров. Да и внутри он выглядит как футбольный мяч: почти такой же пустой.

Есть гипотеза, что это космический корабль Пятой галактической культуры, давно исчезнувшей с горизонта событий. Вот мы и проверяем эту гипотезу, стараемся ее доказать либо опровергнуть.

— А что тут удивительного? — сказал я.— У каждого, кто видел этот дисплей, такое предположение возникает само собой.

Мы сидели в доисторических инопланетных креслах — довольно удобных и на вид новеньких. Их создатели, вероятно, мало отличались от нас. На черной вогнутой стене перед нами светилась живая картина: круглое голубое пятнышко в центре, а вокруг него по окружности медленно движется другое светлое пятнышко, совсем крошечное. На полный оборот уходит пять с половиной часов.

Другие стены прозрачны, но там только черное небо, усеянное звездами. Да еще слева, прямо над головой Коршунова, горят предупредительные красные огни на зданиях базы. Самых зданий не видно. Аппарат, на борту которого мы находимся, вместе со сооружениями, составляющими базу давно исчезнувшей цивилизации, располагается на обратной стороне небольшого, поперечником всего 2 км, астероида, который вращается вокруг нейтронной звезды с названием, состоящим преимущественно из цифр и потому труднопроизносимым. Радиус орбиты — примерно миллион километров, период обращения — пять с половиной часов.

Из совпадения периодов следует, что на черном дисплее скорее всего изображена точная схема окрестностей нейтронной звезды. О том же говорит и соотношение размеров двух светящихся пятнышек: диаметр центрального раз в десять больше. А радиус звезды, хотя масса у нее почти равна солнечной, не превышает 10 км. Когда-то она была вполне нормальной, но потом взорвалась, и ее вещества чудовищно уплотнились.

— Я не о том, штурман, — поморщился Коршунов.— Дисплей — это прекрасно, но где здесь пульт управления? Потом наш астероид не пережил бы вспышки Сверхновой. Значит, его пригнали уже после взрыва. Скорее всего своим ходом. Следовательно, он-то и является звездолетом. А пульты где-нибудь там, — он махнул в сторону базы.— Логично?

Я промолчал. Можно предполагать что угодно, однако другие сооружения для нас закрыты, вход туда запрещен. Основные помещения базы населены роботами, вполне исправными, несмотря на свой почтенный возраст. Очевидно, миллион лет назад перед ними поставили задачу охранять базу от непрошеных гостей. Довольно долго они бездельничали, а теперь пришли мы.



— Во всяком случае, это,— Коршунов показал пальцем,— быть пультом никак не может. Действительно, одно из значений иероглифа переводится как «тяга». Но чтобы управлять кораблем, одного параметра мало. Нужно задавать еще и направление. А как ты его задашь?

По горизонтальной панели между нашими креслами проходил длинный желобок с делениями. В нем плотно удерживался блестящий массивный шарик, который, казалось, можно с легкостью двигать вдоль желобка. Возле меток светились причудливые символы цифр шестнадцатеричной системы. Шарик стоял сейчас на отметке «один», почти посередине шкалы. Сбоку красовался крупный иероглиф, о котором говорил Коршунов. Не то «тяга», не то «ускорение»...

— А вдруг это «тяжесть»? — предположил я.— По-моему, данный символ имеет и такое значение. Вдруг это гравитационная машина? Антиграв, который так любят фантасты?..

— Антиграв? — пожал он плечами.— Поставил на минус — взлетел, перевел на плюс — приземлился на то же место... Так, что ли? Нет, штурман, это, конечно же, не летательный аппарат, а что-то вроде планетария. И шарик управляет дисплеем. Смотри, я переставляю его на ноль...

Помешать я не успел. «Ничего не трогать, только смотреть и анализировать» — так напутствовали нас ксенологии. Даже в кресла мы погружались с большой опаской. А сейчас...

Коршунов передвинул шарик к нулевой отметке, и картина на дисплее сразу же изменилась. Центральный диск пропал, второй прыгнул с периферии в центр...

— Вот видишь! — радостно крикнул Коршунов.

Я открыл было рот, но сказать ничего не смог. Я смотрел мимо Коршунова, где за его спиной только что пылали красные огни, окаймлявшие базу. Сейчас их не было, они погасли одновременно с его возгласом. Нет, я не ощущал даже малейшего толчка, но огни исчезли, словно провалились сквозь землю!..

— А это что? — Он растерянно показал на дисплей.— Что это, штурман?

Над бледным диском астероида, ускользая, поднималась крохотная желтая искра. Поднималась, постепенно отклоняясь от вертикали.

Прошли еще какие-то секунды, и кабину сквозь прозрачный пол залило мертв-

енным голубым светом. Астероид уже не отражал нас отнейтронной звезды. Мы были в космосе, в сотнях километров от его поверхности, и неслись ввысь со стремительно возрастающей скоростью. Искорка на дисплее и была нашим суденышком, управлять которым ни один из нас не умел!..

ШКОЛА ГРАВИЛЕТЧИКОВ

Далее в рассказе А. Перепелкина говорится о событиях, на наш взгляд, совершенно неправдоподобных: о том, как они с Коршуновым долгое время находились в своем гравилете (таким образом, предположение Перепелкина оказалось правильным) по всей системе, едва не угодили в нейтронную звезду, чутко не умерли от голода и жажды, но в конце концов благодаря мастерству Коршунова и надежности инопланетной машины благополучно вернулись на астероид. Допустим даже, что возвратиться им действительно удалось; но при чем здесь голод и жажда? Наиболее интересна, как нам представляется, сама антигравитационная машина Пятой культуры; к счастью, ее не так уж трудно смоделировать на наших ПМК.

Одним из создателей антигравитационного двигателя наряду с инженерами давно исчезнувшей цивилизации можно по праву считать семиклассника Алексея Долюка из Запорожья. Еще летом прошлого года он установил такой двигатель на «Лунолет-1» и совершил ряд дальних путешествий с суб- и даже сверхсветовой скоростью. Параллельно пыталась обуздать гравитацию и администрация КЭИ. В результате появилась программа «Гравилет»:

На адресе 87 расположилась десятичная точка (код 0—). Владельцы МК-61 и МК-52 должны поставить в конце две дополнительные команды: 98.FP 99.00.

С помощью программы «Гравилет» можно осуществить самые замысловатые

маневры фантастического космического аппарата, оснащенного гравитационным двигателем, в поле тяготения массивного центрального тела (звезды либо планеты), причем координаты аппарата отсчитываются относительно другого тела (астероида, спутника или станции), притяжением которого можно преодолеть и которое обращается вокруг первого по круговой орбите. Установленный на аппарате гравитационный двигатель позволяет как угодно менять его гравитационную массу (делать ее положительной, отрицательной или нулевой), в то время как инертная остается постоянной. Легко видеть, что ничего другого от идеального гравитационного двигателя и не требуется. Даже знаменитый узловский «кейворит» таких возможностей не обеспечивал.

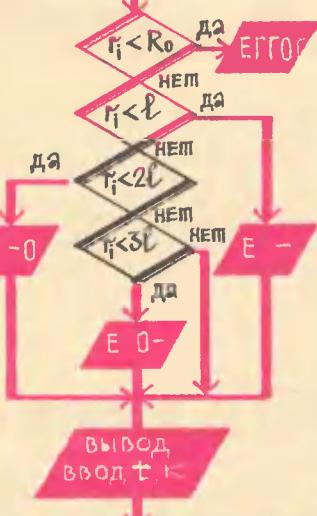
После ввода программы надо сформировать и заслать в регистры 1—3 нагляд-

00.Fx<> 01. 03 02. K- 03. ИПА 04 ИП8 05. ÷ 06. 1 07. +
08.П9 09. ИПА 10. ИПД 11. - 12. ИП9 13. 9/ 14. П9 15. ИП4
16. × 17. П7 18. ИПС 19. ИПГ 20. ИПД 21. ÷ 22. FG 23. ИПД
24. ÷ 25. ИП5 26. × 27. ИП9 28. × 29. - 30. ИП9 31. ИПА
32. ÷ 33. + 34. ИПВ 35. × 36. 1 37. - 38. × 39. ИП0 40. × 41. ИП5
42. × 43. П9 44. - 45. ПС 46. ИПА 47. ИП0 48. × 49. + 50. t
51. ИПВ 52. × 53. Fx² 54. П9 55. ИП6 56. × 57. ИП7 58. -
59. П9 60. FBx 61. Fx² 62. + 63. FG 64. ПА 65. ÷ 66. Farcos
67. ИПВ 68. ИП0 69. × 70. Fx<> 71. 75 72. П9 73. / 74. П9
75. Fо 76. ИП9 77. - 78. П9 79. Fsin 80. П9 81. ÷ 82. ИПА
83. × 84. ПВ 85. - 86. ИП9 87. Fcos 88. × 89. ИП7 90. +
91. ÷ 92. F 1× 93. П0 94. ÷ 95. ПА 96. ИП6 97. -

клуб электронных игр

Консультант раздела —
Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР
Ю. Н. Глазков.

начало



$$G = KG_0; \omega = \frac{180}{\pi R} \sqrt{\frac{G_0}{R}};$$

$$\lambda = \frac{180}{\pi} \frac{v_i t}{r_i} \left(1 - \frac{u_i t}{r_i}\right);$$

$$\varphi_{i+1} = \varphi_i - \omega t + \lambda;$$

$$M = V_i M; A = M V_i - G;$$

$$B = \sqrt{A^2 + U_i^2 M^2}; \beta = \arccos \frac{A}{B}$$



$$\gamma = \beta + \lambda; U_{i+1} = \frac{B}{M} \sin \gamma;$$

$$V_{i+1} = \frac{B \cos \gamma + G}{M}; r_{i+1} = \frac{M}{V_{i+1}}$$

ные видеосообщения о положении гравилета в пространстве. Например, такие (они изображены на блок-схеме): I ВП 50 Fx² Fx² П9 Сх ИП9 FABT точка K — ВП /—/ 54 П1 («Гравилет вблизи звезды») ВП /—/ 10 П2 («Гравилет на подходе к астероиду») ВП 9 П3 («Гравилет за орбитой астероида»). Чертежка изображает космический аппарат, буква E — звезда, 0 — астероид. Конечно, ничто не мешает использовать любые другие видеосообщения; скажем, если в приведенной последовательности заменить K — на КНОП, звезда изобразится единичкой, а если эту команду вообще опустить — тройкой. Можно использовать и подходящие словесные сообщения.

Очередь за числовыми величинами (обозначения те же, что и на блок-схеме). В регистр 5 засыпается количество градусов в радиане: 180 РП[—] (57,29578) П5. Остальные константы характеризуют планетную систему, куда нас занесло: (радиус звезды R₀ в м) П6 (гравитационная постоянная звезды G₀ в м³/с²) П4 (радиус орбиты астероида R в м) ПД (масштаб I, определяющий смену видеосообщений, в м) П8. Удобно задавать в качестве масштаба половину радиуса орбиты: ИПД 2 ÷ П8; тогда на меньших расстояниях от звезды будет выдаваться первое видеосообщение, затем второе, а при выходе за пределы орбиты — третье.

Остается ввести начальные координаты и скорости самого гравилета: (расстояние от центра звезды г в м) ПА (угол отклонения γ от прямой, соединяющей звезду и астероид, в градусах) ПС (вертикальная, точнее, радиальная скорость u в м/с) ПВ (горизонтальная, точнее, трансверсальная скорость V в м/с) ПО. Трансверсальная скорость задается в неподвижной системе координат. Положительным для нее и угловой координаты считается направление по часовой стрелке.

Переключатель Р—Г при полетах на гравилете устанавливается в положение Г. Работа с программой начинается командой В/О С/П (в регистре X может находиться любое неотрицательное число). При останове на индикаторе появляется видеосообщение, показывающее, где в данный момент находится гравилет. В регистр У выводится его расстояние от орбиты астероида, оно вызывается командой ХУ. При выходе корабля за пределы области, перекрываемой видеосообщениями (когда г больше 3l), видеосообщение не выводится, на индикаторе оказывается содержимое регистров 4, 5, 6 и т. д. Если корабль в результате неудачного маневра вонзается в звезду (г меньше R₀), на индикаторе появляется ЕГГОГ. Для задания маневра надо набрать время t в секундах, нажать ПП, набрать требуемый коэффициент гравитации K и нажать С/П. Если K = 1, то корабль заданное время летит по обычной гиперболической или эллиптической орбите, как в программе «Кеплер» (№ 2 за 1986 г.). Если K = 0, гравитация на него не действует, и он летит по прямой (конечно, в системе координат, связанной с движущимся астероидом, она вы-

глядит очень даже кривой). При отрицательных значениях K притяжение сменяется отталкиванием. С увеличением абсолютной величины K сила притяжения (отталкивания) возрастает в соответствующее число раз.

Пройдемся одновременно по блок-схеме программы и ее воплощению на языке БЭ-34. Начнем «от печки» — с блока ввода t и K. Время маневра запоминается в рабочем регистре 9, а введенное значение K умножается на гравитационную постоянную звезды, и результат записывается в регистр 7 (первая формула на блок-схеме). В закон тяготения, как известно, входит произведение гравитационных масс взаимодействующих тел (а гравитационная постоянная объекта пропорциональна его массе), поэтому безразлично, какую из них менять, а со звездой это проделать математически гораздо проще. Затем вычисляется угловая скорость астероида (вторая формула на блок-схеме и команды по адресам 19—26 в программе). Эта величина, естественно, от наших маневров никак не зависит (под знаком радикала, заметьте, фигурирует истинная гравитационная постоянная звезды G₀), поэтому можно было бы рассчитать ее заранее и записать в регистр вместо радиуса орбиты; так, кстати, и делалось в программе «Кеплер». Но стоит ли вычислять что-то вручную, когда это можно поручить ЭВМ?

Далее приближенно определяется угловое расстояние λ, пройденное гравилетом за заданное время (третья формула на блок-схеме и команды по адресам 30—43). Это единственное использованное во всем алгоритме приближенное выражение. Чтобы не сделать большой ошибки, приходится ограничивать время маневра: задавать его в 5—10 раз меньше характеристических времен г/и и г/v — они вычисляются соответственно командами ИПА ИПВ ÷ и ИПА ИПО ÷. Индексом i, кстати, на блок-схеме помечены значения всех переменных на текущем шаге. Вычисленный угол записывается в рабочий регистр 9 (время больше нам не понадобится), причем с обратным знаком — так удобнее.

Затем вычисляется новое угловое расстояние между гравилетом и астероидом (четвертая формула на блок-схеме). К старому прибавляется угол, пройденный самим гравилетом, а из суммы вычитается угол, пройденный астероидом. В программе эта короткая формула разбросана по адресам 18, 27—29 и 44—45 — это позволяет наиболее полно использовать стек.

После того как угол определен, наступает очередь других переменных. Их значения рассчитываются по формулам, хорошо известным из небесной механики. Для начала вычисляется и «проталкивается» до конца стека удельный момент количества движения гравилета M (46—50). Эта величина, кстати, остается постоянной при любых маневрах, поэтому гравилет всегда может вернуться на тот астероид, откуда он стартовал (вот он, единственный и главный шанс наших героев!), зато не способен состыковаться

со станцией, находящейся на любой другой орбите. Затем рассчитываются вспомогательные величины А и В и угол В, характеризующий положение перицентра траектории, по которой движется сейчас гравилет. Затем определяются новые компоненты его скорости и расстояние до центра звезды. Все это проделывается по адресам 51—95, затем начинает работать блок проверок и видеосообщений. Те, кто будет переводить «Гравилет» на языки своих персональных компьютеров (а сделать это необходимо — подобных игр нет больше нигде), наверняка сконструируют его по-другому, с привлечением более совершенных графических средств, поэтому дальнейшее рассмотрение проведем по тексту программы.

Блок 96—97, 00—02 сравнивает расстояние до центра звезды с ее радиусом. В случае катастрофы на индикаторе вспыхивает ЕГГОГ — мы попали на адрес А0 короткой побочной ветви, на которой продублирована некорректная команда 02.К—. (Тот, кто пилотировал МК-61 или МК-52, оказывается на адресе 02 с теми же последствиями.) Если же проверка прошла успешно, демонстрационный блок 03—13 засыпает в регистр 9 число, целая часть которого равна номеру соответствующего видеосообщения, определяет и передает в регистр У расстояние до орбиты астероида и вызывает видеосообщение на индикатор. Все готово к новому маневру.

Программа «Гравилет» неплохо справляется с подавляющим большинством сложных ситуаций, с которыми можно столкнуться в системах не только нейтронных, но даже и обычных звезд, в том числе и нашего Солнца. Ей «на по зубам» только два простейших класса задач: полет по радиальной траектории и по круговой орбите. В первом случае вся математическая модель не годится, он полностью исключен. При полете по круговой траектории величины А и В оказываются равными нулю, и при попытке разделить одну на другую ПМК выдает ЕГГОГ. Правда, не всегда: из-за ничтожных вычислительных ошибок деление довольно часто удается, и полет продолжается как ни в чем не бывало.

Тем не менее как избежать неприятностей? Есть два пути. Первый пассивный: не предпринимать ничего. Действительно, засиживаться на базе незачем, поэтому с самого начала мы куда-нибудь полетим, а получить точный ноль при возвращении практически невозможно. Если же вдруг такое случится, достаточно при появлении сигнала ЕГГОГ нажать +С/П, и все будет в полном порядке.

Второй путь активный. Вставить в блок-схему после вычисления В блок сравнения и, если $B=0$, сразу возвращаться к началу (какой смысл заново рассчитывать величины, оставшиеся неизменными?). Даже на БЗ-34 можно обойтись почти без потерь, заменив фрагмент 64—69 на 64.Fx $\neq 0$ 65.03 66.ПА 67.÷ 68.Фарсс 69.ИПВ и считая, что трансверсальная скорость всегда положительна. Таким образом, встречные орбиты (гравилет движется против часо-

вой стрелки, навстречу астероиду) исключаются, но мы же не в «звездные войн» играем! Оставим их Рейгану. Владельцы МК-61 и МК-52 окажутся даже в выигрыше, продолжив приведенный фрагмент: 70.ИПО 71.× 72.КЗН 73.× 74.КНОП 75.КНОП. Теперь ничто не мешает им подтянуть на две освободившиеся команды весь «хвост» программы.

Раз уж речь зашла о возможных модификациях «Гравилета», то нужно сказать, что при малых угловых отклонениях от астероида расстояние до него вдоль орбиты рассчитывается командами: ИПС ИПД × ИП5 ÷ . Поэтому при маневрировании вблизи базы можно, пожертвовав видеосообщениями, доверить этот расчет машинке, изменив несколько первых команд: 03.ИПС 04.ИПД 05.× 06.ИП5 07.÷ 08.КНОП и 12.КНОП. Тогда при останове в регистре Х окажется расстояние до орбиты астероида, в регистре У — расстояние до него вдоль орбиты с соответствующим знаком.

Займемся теперь делом: надо помочь Перепелкину. Регистры 1, 2, 3 и 5 заполняем согласно инструкции. Радиус нейтронной звезды известен: 1 ВП 4 П6. Радиус орбиты астероида и масштабный коэффициент тоже: 1 ВП 9 ПД ПА 2 ÷ П8 (собственными размерами астероида пренебрегаем). Начальная радиальная скорость и угловое смещение равны нулю: Сх ПВ ПС. Осталась гравитационная постоянная нейтронной звезды. Ее масса, по утверждению Перепелкина, «почти равна солнечной», а гравитационная постоянная нашего светила — примерно 1,34 ВП 20 (кстати, для Земли этот параметр равен приблизительно 4 ВП 14, для Марса — 4,3 ВП 13). Примем 1 ВП 20 П4. Начальная трансверсальная скорость гравилета равна скорости астероида; чтобы ее определить, нужно разделить гравитационную постоянную на радиус орбиты и из результата извлечь квадратный корень. ИП4 ИПД ÷ ИПО. Получилось, как видим, больше 300 км/с.

Исходные данные введены В/О С/П (Е 0—) ХУ (0) ИПС (0) ИПВ (0). Гравилет готов к старту. 60 ПП 0 С/П. Через минуту он оказывается на высоте 180 км. Повторяю ту же команду еще четыре раза. На борту гравилета прошло пять минут, у нас — примерно столько же. В результате и мы и они оказались на расстоянии 4,5 тыс. км за орбитой астероида и отстаем от него почти на 300 км.

Первое задание КЭИ — вернуться на астероид (то есть в область радиусом порядка 1000 м от начала координат). На меньших расстояниях возможны сюрпризы — нормальному полету начинают мешать охраняющие базу роботы (точность вычислений оказывается недостаточной). Заходить на посадку надо «сверху», с внешней стороны орбиты (база расположена, как мы помним, именно там). Коэффициент К при всех маневрах не должен превышать по абсолютной величине 10 (и всемогущество сверхцивилизаций имеет пределы). Готовые рецепты по управлению гравилетом у нас нет; машина инопланетная, никто пока на таких не летал, так что все нахо-



дятся в равных условиях: и вы, и Перепелкин, и даже Коршунов.

После возвращения на базу можно приступить ко второму заданию: стартовать, приблизиться к нейтронной звезде, обследовать ее окрестности и вернуться на базу.

Наконец, для выполнения последнего задания придется вернуться в XX век. Нужно повторить маневр советской космической станции по «зависанию» над поверхностью Фобоса, изображенный на 4-й стр. обложки прошлого номера «ТМ»: сформировать систему Марс — Фобос (3394 ВП 3 П6 43 ВП 12 П4 938 ВП 4 ПД 2 ÷ П8), вывести станцию на круговую орбиту, лежащую на 30 км выше (ИПД 3 ВП 4 + ПА ИП4 ИПА ÷ ИПО Сх ПВ), а затем так подобрать начальное угловое расположение станции и Фобоса (регистр С) и начальное отрицательное приращение трансверсальной скорости станции (регистр 0), чтобы она в перигее прошла «впритирку» к поверхности спутника (на расстоянии 13—14 км от его центра). Коэффициент К, разумеется, при этом должен равняться единице — гравитационным двигателям станция не оборудована.

Михаил ПУХОВ

Р.С. Известное правило гласит: «Любую программу можно сократить на одну команду». Пока статья готовилась к отправке в производство, администрация КЭИ провела не одну бессонную ночь, пытаясь с помощью этого правила улучшить конструкцию «Гравилета». И не безуспешно: удалось вставить в программу блок сравнения $B=0$, а также ввести после команды 14.П9 фрагмент Fx^2

$F10^*$ точка, проверяющий, чтобы К было меньше 10 (если все в порядке, команда «точка» восстанавливает стек, если же нет — на индикаторе появляется ЕГГОГ). А буквально накануне сдачи номера в набор обнаружилось, что если расписать по обычным формулам тригонометрические функции суммы углов (нижний прямоугольник блок-схемы) и учесть, что $\cos \beta = A/B$, $\sin \beta = u_i M/B$, то расчетные выражения для новых компонентов скорости приобретают гораздо более удобный вид. В результате появилась следующая модификация «Гравилета»:

00.БП 01.01 02.ИПА 03.ИП8 04.÷
05.+ 06.П9 07.ИПС 08.ИПД 09.×
10.ИП5 11.÷ 12.ИПА 13.ИПД 14.—
15.КИП9 (КНОП) 16.С/П 17.П9 18.Fx²
19.F10* 20.. 21.ИП4 22.× 23.ИПО
24.ИПА 25.× 26.П7 27.÷ 28.ИП9
29.ИПА 30.÷ 31↓ 32.Fx² 33.ИПВ 34.×
35.— 36.ИПО 37.× 38.ПА 39.ИП4
40.ИПД 41.÷ 42.FV 43.ИПД 44.÷
45.ИП9 46.× 47.— 48.ИП5 49.× 50.ИПС
51.+ 52.1 53.8 54.0 55.— 56.Fx<0 57.64
58.FBx 59.+ 60.FBx 61.+ 62.Fx>0 63.58
64.FBx 65.— 66.ПС 67.Fo 68.ИПО 69.—
70.П9 71.ИПА 72.Fcos 73.× 74.—
75.ИПВ 76.ИПА 77.Fsin 78.ПА 79.×
80.— 81.ПО 82.. 83.Fcos 84.ИПВ 85.×
86.ИП9 87.ИПА 88.× 89.— 90.ПВ
91.ИП7 92.ИПО 93.÷ 94.ПА 95.ИП6
96.— 97.FV

По адресам 20 и 82 записана десятичная точка (код 0—), по адресу 31 — стрелка вверх (OE), по адресу 67 — круговое перемещение стека (25), по адресам 42 и 97 — извлечение квадратного корня (21). Программа отлично справляется с круговыми орбитами, выдает ЕГГОГ, если К по модулю превышает 10 (в этом случае надо нажать В/О С/П). Для переключения с общего плана (в регистре X — видеосообщение, в У — расстояние до орбиты) на крупный (в X — расстояние до орбиты, в У — расстояние до астероида вдоль орбиты) теперь достаточно заменить 15.КИП9 на 15.КНОП. Удалось вставить в программу и довольно объемистый, но полезный блок (52—65), приводящий угловую координату к нормальному виду (от -180 до +180); если на его вход подано, скажем, -350, на выходе окажется 10. Это помогает избежать путаницы при определении расстояния до астероида, если мы, допустим, обогнали его на целый виток. Правила обращения с программой прежние, только переключатель Р—Г нужно установить в позицию Р (угловая координата по-прежнему задается в градусах).

Происшедшее как нельзя лучше подтверждает известную истину: главный резерв программиста — формулы. Зачастую элементарное преобразование дает такую экономию, какой невозможно добиться другими, даже самыми исхищренными методами (кстати, обратите внимание на « дальность» работы команды «точка» по адресу 82: она восстанавливает в стеке результат операции 76.ИПА).



РАБОТА БЕЗ ОСТАНОВА

Как-то раз наш клуб проводил товарищескую встречу с командой раздела «Человек и компьютер» из журнала «Наука и жизнь». Встреча эта, надо сказать, состоялась на выезде, в гостях, на «чужом поле», без привычной поддержки родных стен и болельщиков. Стоит ли удивляться, что наши ворота не остались в неприкосненности: молодой форвард соперника Алексей Бойко, обманув бдительность защиты серии хитрых флантов (игры КЭИ, дескать, не только электронные, но и весьма неплохи, нестандартные приемы нестандартны и т. д.), вышел с голкипером один на один и нанес решающий удар в ближний угол: «Не понимаю только, почему вы игнорируете динамические игры?»

Последующий диалог, хотя и являл собою «игру в одни ворота» (к сожалению, даже не электронную), все-таки заслуживает того, чтобы быть частично воспроизведенным.

- Какие-какие?
- Динамические. В реальном масштабе времени.
- На компьютере?
- На ПМК.
- А как смотреть результат?
- В режиме мерцания.
- А как вводить воздействие?
- Переключателем Р—Г...

И так далее в том же духе. Словом, команда КЭИ потерпела первое за два сезона чувствительное поражение.

Можно ли было его избежать? Несомненно. Вот, например, какое письмо поступило в наш адрес буквально несколько дней спустя от Дария Аксельрода из Ленинграда. «Хочу сообщить, что веду исследования в неизвестной для КЭИ области динамических игр. При помощи переключателя Р—ГРД—Г можно направлять ход вычислений по трем ветвям: например, взять косинус от ста и сравнить результат с нулем. И если в процессе игры нас интересует не очень много величин, то их индикацию можно осуществить во время счета, удерживая каждую в регистре Х несколькими стрелками вверх. Обе эти идеи не новы, вторую, например, я почерпнул из книги «Микрокалькуляторы в играх и задачах». Но их объединение может дать интересные игры. Сначала я написал программу «Посадка на Луну». Играю-

щий вводит силу тяги, а машинка рассчитывает, сколько остается топлива, какова высота лунолета, его ускорение, скорость, причем делает это непрерывно, высвечивая изменения высоты и скорости корабля через две секунды, пока играющий не захочет изменить положение дел, переключит Р—ГРД—Г и введет новую силу тяги. Потом я написал программу «Автомобиль», где машинка работает уже беспрерывно. Вы можете поворачивать направо, налево, ехать прямо, пока не попадаете в заданную точку, где машинка сообщает о финише. Эти программы не привожу, так как они не очень удачны и КЭИ без труда сможут их воссоздать».

Что можно сказать? Спасибо за доверие, Дарий. Вот, например, программа «Лунолет-Д», реконструированная по твоему исчерпывающему описанию:

```
00. ИПА 01.↑ 02.↑ 03.↑ 04.↑ 05. ИПВ 06.↑ 07.↑ 08.↑  
09.↑ 10.ИПД 11.Fx=0 12. 35 15. ИПС 14.Fcos.15. Fx=0  
16. 21 17.↑ 18. Fx2 19. FG 20.÷ 21. 1 22. + 23. Fx2  
24. ИПО 25.× 26.— 27. FBx 28. 29. Fx=0 30.33 31.+  
32. 0 33. ПД 34. Fx 35. ИПО 36.— 37. + 38. ПВ 39.+ 40.2  
41.+ 42. ИПА 43.+ 44.ПА 45. K<<0 46. 2 47.× 48. 29  
49. ИПВ 50.— 51.× 52. ИПВ 53. Fx2 54.+ 55. FG 56. ПИ  
57.0 58.ПА 59.+ 60. /— 61. ПВ 62.163.5 64.+ 65. Fx<<  
66. 69 67. FBx 68.П169. ИП1 70. 5 71.× 72. F102 73. Fx2  
74. Fx2 75. Fx2 76.↑ 77.ИПД 78. ИПВ 79. С/п
```

Играть в эту игру чрезвычайно просто. В регистр 0 вводится ускорение силы тяжести на планете в м/с² (лучше задавать его целым числом), в регистр Д — начальный запас топлива в кг, в регистр А — начальная высота в м, в регистр В — начальная вертикальная скорость в м/с (знак «минус» соответствует снижению). В регистр С закладываем число 100. «Рычагом управления» служит переключатель Р—Г. Позиция Г соответствует выключению двигателя, промежуточное положение (ГРД) — малой тяге, Р — полной. Малая тяга в точности уравновешивает силу гравитации, а полная в четыре раза больше. Расход топлива численно равен реактивному ускорению.

Игра начинается командой В/О С/П. На индикаторе мерцает текущая высота полета (это обеспечивает команды 00—04), затем ее сменяет скорость (05—09), на мгновение проблескивает наличный запас топлива (10), и начинаются вычисления. Прежде всего производится проверка, не опустели ли баки (11—

12). Если да, то ракетный блок пропускается, и управление передается сразу на адрес 35, в блок расчета новых скорости и высоты полета. Если же топливо еще есть, фрагмент 13—20 анализирует положение переключателя Р—Г: если тот установлен в позицию Р, на выходе блока имеем 1, если в позицию Г, то —1, промежуточная же позиция дает 0 (кстати, владельцы МК-61 и МК-52 могут заменить шесть команд 15—20 одной единственной КЗН). Затем на основании полученной информации ПМК определяет реактивное ускорение и расход топлива, новые скорость и высоту полета. Делается это примерно как в предшествовавших космических программах, причем шаг во времени взят равным одной секунде. При анализе программ надо помнить, что в верхних регистрах стека находятся скорость и топливо, введенные туда командами 05—10.

Команда по адресу 45 сравнивает новую высоту полета с нулем. Если высота положительна (еще летим), то управление передается на адрес 00, и все повторяется. Полный цикл вычислений занимает секунд 15, а при пустых баках — еще меньше. Если же высота отрицательна, задействуется блок прилунения (46—79). Сначала определяется посадочная скорость (46—61), затем она анализируется с помощью «сверхчисел». При скорости, не превышающей 2,5 м/с (посадка на «отлично»), она просто выводится на индикатор и вычисления останавливаются. Если скорость посадки лежит в диапазоне 2,5—5 м/с («хорошо»), на индикаторе появляется ЕГГОГ. Нажимаем С/П, на индикаторе — скорость. В обоих случаях в регистр У выводится оставшийся запас топлива. При дальнейшем увеличении посадочной скорости ПМК выдает ЗГГОГа: его надобросить (Сx), а скорость и топливо смотреть в соответствующих регистрах (ИПВ и ИПД). Затем наступает очередь серьезных аварийных ситуаций. При прилунении со скоростью 7,5—10 м/с на индикаторе появляется испорченный фрагмент программы; «ремонт» корабля в этом случае можно произвести по методике, изложенной в № 3 за этот год: ФПРГ ШГ влево Сx С/П ФАВТ ФПРГ ШГ влево ШГ влево, после чего вписывать две команды вместо Сx С/П, перейти в режим АВТ и делать следующую попытку. Очень «коварно» ведет себя ПМК, если скорость лежит в диапазоне 10—

ШАХМАТНЫЕ ЧАСЫ

К динамическим относится и разработанная В. Алексеевым прикладная программа «Шахматные часы»:

```

00.ИП0 01.× 02.П1 03.П2 04.2 05.F10X 06. Fcos,
07. Fx=0 08.19 09. Fx<> 10.15 11.FL1 12.04 13.1
14. C/n 15.FL2 16.04 17.2 18. C/n 19. ИП2 20. ИП0
21.÷ 22.ИП0 23. ИП0 24.÷ 25. C/n 26.БП 27.00

```

12,5 м/с. На индикаторе как ни в чём не бывало зажигается ее величина, в регистре У находится остаток топлива. Однако попытка продолжить полеты не удается: в регистр С заслан «хвост» Осборнотря, поэтому переключатель Р—Г не работает — у лунолета вышел из строя двигатель. Чтобы его исправить, придется снова заслать 100 в регистр С. А при скорости выше 12,5 м/с вас ждет худшее — Тьма...

В качестве примера можно предложить такой комплект исходных данных: 2 ПО 50 ПД 500 ПА 0 ПВ 100 ПС. Задача — сесть с оценкой «хорошо» (по крайней мере, никому из администрации КЭИ заработать «отлично» в этом варианте не удалось).

АВТОМОБИЛЬ

Перейдем ко второй игре, предложенной Дарием. Раз уж мы управляем автомашиной, логично считать позицию Г положением «руль вправо», Р — «влево», а промежуточную — «прямо». Обучить ПМК распознавать эти сигналы мы уже умеем, остается подумать, как выводить информацию. Цифры изрядно поднадоели, хотелось бы придумать что-нибудь понагляднее.

Очень хорошее видеосообщение для игр типа «Авторалли» сконструировал наш постоянный корреспондент Владимир Архипов (Москва). Выглядит оно так: 11118111, причем восьмерка может перемещаться относительно единичек. Картина — это поперечный разрез дороги; единички изображают полосы движения, восьмерка — легковой автомобиль (мы смотрим на шоссе сверху). Только как удержать это изображение на индикаторе? Если воспользоваться стрелкой вверх, как в предыдущей игре, то справа вплотную к дороге будет гореть код этой команды (ОЕ), так что картинка окажется подпорченной.

Какими еще командами можно воспользоваться? КНОП, К1, К2 — в любом случае будет мешать код. Идеальная «демонстрационная» команда должна, с одной стороны, быть нейтральной, с другой — не иметь никакого кода! Или, что то же самое, иметь код «пусто-пусто».

Но именно с этой командой мы познакомились в № 2. Достижения наших «егеголов», как видим, одно за другим внедряются в практику. Первое, что предстоит сделать, — это «опустошить» начало программной памяти. Вспомним метод А. Бакши из Севастополя, приведенный в № 2. Автор, кстати, слегка модернизировал свое изобретение, теперь пользоваться им еще проще. Командуем В/О ШГ влево ШГ влево ГПРГ КПП9 FABT. Подготовительная работа закончена, записываем в регистр 9 число 11 и повторяем пять раз последовательность В/О ШГ влево ШГ влево ПП. Теперь ГПРГ (на адреса 00, 02, 04, 06 и 08, как

нетрудно проверить, вписались коды «пусто-пусто»). FABT. Записываем в регистр 9 число 12 и повторяем ту же процедуру. «Опустошению» подверглись адреса 01, 03, 05, 07, 09. Но не будем останавливаться на достигнутом, проведем аналогичную операцию и с числами 21 и 22. В результате коды «пусто-пусто» образовали как бы искусственно созданную «темную зону» на адресах 00—19. «Экран» подготовлен.

В качестве базового видеосообщения используем 11111111 («пустая дорога»). Чтобы получить картинку с автомобилем, надо к этому числу прибавить 7, умноженное на десять в соответствующей степени. Это можно сделать с помощью следующего фрагмента:

```

20.7 21.ИПВ 22.ИПС 23.Fcos 24.÷
25.ВП 26.Fx2 27.FV28.÷ 29.+ 30.ПВ
31.F10X 32.× 33.ИПА 34.+ 35.КБПС.

```

Остается вернуться в режим АВТ, ввести в регистр А «пустую дорогу» (11111111 ПА), в регистр С — число 100, в регистр В — начальное положение автомобиля (номер дорожки, считая справа). К примеру, 3 ПВ. Теперь В/О С/П — и катайтесь на здоровье.

Ее назначение полностью соответствует названию. В регистр 0 надо заслать пересчетный коэффициент — количество циклов, выполняемое программой за одну минуту. Это число лежит в интервале от 17 и 18 и для каждого экземпляра ПМК подбирается опытным путем. Для редакционного оно равно 17,39. Наберите теперь количество минут, отведенное на игру каждому игроку (допустим, 5), установите переключатель Р—Г в нужное положение (Г — первый игрок, Р — второй) и отдайте команду В/О С/П. Сделав ход, игрок переводит переключатель Р—Г в противоположное положение — начинается отсчет времени партнера. При исчерпа-



рис. Вячеслава РАССОХИНА

клуб электронных игр

ний лимита времени у одного из игроков ПМК останавливается и высвечивает номер игрока. Если же игра завершилась раньше, переводим переключатель Р—Г в среднее положение. На индикаторе — время, оставшееся у первого игрока, в регистре У — у второго.

Предупреждаем — во всех динамических играх переключатель Р—Г нужно переводить плавно, осторожно, без лишних рывков. Все-таки ПМК не рассчитан на такой режим эксплуатации.

Новости еггологии

КАК ПОЛУЧИТЬ ЕГГОГ?

Промышленное производство различных «слов» (буквенно-цифровых комбинаций) на индикаторе ПМК давно освоено всеми. Обладатели МК-61 и МК-52 широко пользуются новыми возможностями своих машинок: к примеру, воздействуют на исходное число операций КИНВ, памятуя, что она преобразует 0 в пробел, 1 — в Е, 2 — в Г, 3 — в С и так далее, затем выделяют дробную часть, на этом все заканчивается. Владельцам БЗ-34, МК-54 и МК-56 приходит на помощь метод Архипова — Калашника (№ 6 за 1986 год): они заносят заранее полученные буквы в адресуемые регистры и запускают соответствующую программу. Примером внедрения обоих методов в повседневную практику служат календарные программы В. Алексеева (№ 1 за этот год).

Однако есть и другие способы формирования буквенно-цифровых комбинаций. Можно, например, заполнить стек подпрограмм соответствующими адресами и применить процедуру ЗГГОГ-анализа, описанную в № 1 за 1986 год (в регистр 9 надо предварительно записать 1 ВП 50 Fx² Fx² П9 Сх, а после заполнения стека подпрограмм отдать команду ИП9 точка КНОП). Усилиями наших еггологов разработана еще одна, очень экзотическая и даже приятная методика образования слов. Она связана с переводом ПМК в особый режим работы, названный первооткрывателями по-разному: «псевдосчетный», или ПСЧ-режим (С. Банников, Москва), «ненормальный» (И. Емельянов, Якутск), «режим сбора» (Б. Мурадов, г. Жуковский Московской области).

Суть нового метода — считывание на индикатор записанных в программе кодов (вернее, их первых символов). Чтобы им пользоваться, надо предварительно в режиме ПРГ вписать в память ПМК нужные коды. И. Емельянов рекомендует такую «программу»: 00.КППА (код —) 01.КПВ (L L) 02.Kx<ОС (СС) 03.КИПД (ГГ) 04. Kx=OE (ЕЕ) 05.0 (00) 06.— (11) 07.Fx² (22) 08.K6 (33) 09.П4 (44) 10.K1 (55) 11.ИП6 (66) 12.Kx≠07 (77) 13.КБП8 (88) 14.Kx≥09

(99). Впрочем, располагаться эти коды могут в любом порядке. Сдвоенные символы не только красиво смотрятся, но и уменьшают вероятность ошибки; однако в принципе, повторяя, важен только первый символ — если, допустим, вместо КППА (—) вписать в программу КППО (—0), это абсолютно ни на что не повлияет.

Теперь можно смело входить в ПСЧ-режим. Нажимаем 1 ВП 6 (можно и 5 и 7) ВП 99 ВП ПС (записываем Е000000 на всякий случай — вдруг снова придется входить в режим) ВП точка 0 (или любая другая цифра). До сих пор процедура дублирует один из способов получения команды «пусто-пусто», описанных в № 2 за этот год. На пути к особому режиму можно встретиться с разнообразными диковинами: у калькулятора как бы задействована клавиша К, и если, например, нажать сейчас —, то на индикаторе загорится ЕГГОГ с тремя точками справа. Но мы пойдем самым коротким путем: В/О В/О БП В/О. Справа на индикаторе адрес 01, слева код команды, вписанной по адресу 00 (в нашем примере два минуса), между ними десятичная точка. ПМК вошел в нужный режим работы. Кстати, можно выйти к нему и из области «длинных монстров» (именно так поступили И. Емельянов и Б. Мурадов), но та дорога значительно длиннее и опаснее.

Клавиши В/О и С/П служат теперь для переключения из АВТ в ПРГ и наоборот (попробуйте, например, В/О В/О С/П С/П В/ОС/П В/О). ФПРГ и FABT трогать нельзя — эти команды (как и любое «сверхчисло») тут же возвращают ПМК к «нормальной жизни», придется снова входить в режим (ИПС ВП точка 0 и так далее). После С/П можно проводить на калькуляторе любые вычисления. Клавиши ШГ дают возможность перемещаться вдоль записанной в памяти программы. Клавиши БП и ПП переносят точку просмотра и считывания сразу на 10 адресов в глубь программы и, кроме того, позволяют оперировать с числом на индикаторе непосредственно кодами команд (так, БП 1С даст синус, БП 20 — число «пи» и так далее). Но самую необычную функцию выполняет команда ВП.

Наберем, например, 11111111 (это заготовка будущего слова) В/ОВП С/П. Первая единичка заменилась символом, только что горевшим на самом левом знакоместе (минусом), — произошло считывание. Заменим его, например, буквой С. ШГ вправо ШГ вправо (слева появился код СС) ВП С/П. На индикаторе С1111111.

Дальнейший прогресс в области видеоконструирования связан с идеей, примененной в программе В. Архипова: отбрасыванием конца буквенно-цифровой заготовки и вписыванием в ее начало нуля. А уж его-то негруду теперь заменить любым другим символом. Приступим: ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА (ОС111111) ШГ вправо ШГ вправо ВП С/П (ЕС111111). И так далее.

Словом, идея понятна. Сконструируем, например, слово ЕГГОГ. 1 В/О ШГ вправо (3 раза) ВП 5 ПА (промежуточные команды С/П, по сути, не нужны) КИПА ИПА ШГ вправо ШГ влево ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА ШГ вправо ШГ влево ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА ШГ вправо ВП С/П. Цель достигнута — достаточно скомандовать ВП /—/ 3 КНОП, и наш собственный, свидетельствующий лишь о безошибочном обращении с калькулятором, ЕГГОГ готов к выполнению любых обязанностей. А поклонники АСО-анализа могут продолжать: ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА В/О ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА ШГ вправо ШГ вправо ВП /—/ 1 КНОП. На индикаторе — столь любимый ими С-ЕГГОГ, без которого АСО-анализ невозможен.

Новый метод видеоконструирования позволяет вводить в буквенно-цифровые комбинации и пробел (пустышку), с чем способ В. Архипова не справился. Пробел считывается в любом месте «темной зоны», в том числе и на адресе «пусто-9», соседствующем с 00. При работе с пробелами надо руководствоваться следующими правилами: 1) перед считыванием пробела еще до вызова заготовки ИПА прочистить стек; 2) после считывания пробела вместо обычной процедуры «курокочения» заготовки (ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА) пользоваться усложненным алгоритмом: ВП /—/ 1 точка ПА ПА, затем прочистить стек, сбрасывая с помощью Сх появляющиеся числа, затем КИПА Сх и только теперь ИПА; 3) считывание следующего символа производить только с адреса 00 процедурой В/О ВП (к клавишам ШГ лучше не прикасаться — это опасно). Из-за последнего обстоятельства при работе с пробелами приходится иногда выходить из ПСЧ-режима, вливаться на адрес 00 нужный код, а затем вновь возвращаться в режим.

Пример «словах» с пробелом: 1 В/О ВП 6 ПА КИПА ИПА ШГ влево ВП /—/ 1 точка ПА ПА стрелка вверх (2 раза) Сх стрелка вверх (три раза) КИПА ИПА В/О ВП /—/ 5 С/П. На индикаторе — два минуса, а между ними — пустышка.

Наконец, несколько слов об использовании БП и ПП в ПСЧ-режиме. После БП ОС (код команды ВП) считывается информация с адреса 09. После ПП ОС информация считывается с адреса, который на 10 больше прежнего (того, на который мы перешли командами ШГ и В/О). Вот наглядный пример. 1 В/О ШГ вправо ВП 6 ПА КИПА ИПА ПП ОС (считываем шестерку с адреса 11, где записана команда ИП6) /—/ 1 ПА КИПА ИПА ПП ОС (еще одну шестерку) /—/ 1 ПА КИПА ИПА БП ОС (теперь четверку с адреса 09) /—/ 1 ПА КИПА ИПА В/О (минус с адреса 00) ВП /—/ 1 ПА КИПА ИПА ПП ОС (теперь пятерку с адреса 10) /—/ 1 ПА КИПА ИПА БП ОС (опять четверку) С/П.

Возможно, подобные действия выглядят немного «абракадабрскими» (по

выражению некоторых обладателей МК-61 и МК-52), но при определенном навыке пользоваться ПСЧ-методом ничуть не сложнее, чем, допустим, печатать на пишущей машинке.

ТРЕБУЕТСЯ ВЫИГРЫШНАЯ СТРАТЕГИЯ

На наш мини-конкурс с таким названием, условия которого были объявлены в № 11 за прошлый год, откликнулись М. Борисенко (Ростов-на-Дону), М. Брюшков (Лыткарино Московской области; он, кстати, самостоятельно пришел к идеи динамических игр), С. Вагин (Челябинск), А. Ивлев (Барнаул), А. Клименко и Д. Кохманюк (Киев), В. Коренков (Москва), Б. Лабутин (Пермь), Е. Николайчук (Минск), А. Халилов (Уфа) и другие читатели «ТМ». Предлагаем вашему вниманию программу Б. Грекова (Одинцово Московской области), слегка подредактированную в КЭИ в смысле сервиса:

```

00.0% 01.ИП6 02.Fx>o 03.61 04.ИП5 05.ИПА 06.- 07.Fx>o
08.14 09.ИП6 10.ИП9 11.+ 12.КППД 13.Kx=oB 14.ИП9
15.КППД 16.Fx=o 17.57 18.ИП6 19.ИП9 20.+ 21.КППС
22.Kx=oA 23.ИП6 24.// 25.КППС 26.Kx=oA 27.5 28.ИП5
29.ИП5 30.ВЛ31 + 32.КБП7 33.2 34.x 35.П8 36.ИП5
37.+ 38.кx 39.4 40.П0 41.КИП 42.FBx+ 43.- 44.Fx>o
45.48 46.FL0 47.41 48.% 49.ИП8 50.2 51.-
52.КППД 53.Kx=oB 54.ИП8 55.ИП9 56.КБП7 57.ИП6
58.ИП9 59.+ 60.П6 61.ИП9 62.- 63.// 64.КППД
65.Kx=oB 66.ИП6 67.КППД 68.Kx=oB 69.5 70.ИП5
71.ИП5 72.ВЛ73.- 74.Fx2 75.2 76.- 77.Fx>o 78.84
79.ИП6 80.ИП9 81.- 82.КППД 83.Kx=oB 84.Cx
85.ИП6 86.- 87.КППД 88.Fx>o 89.95 90.ИП8
91.П6 92.ИП5 93.+ 94.П5 95.%n 96.П8 97.ИП8

```

Перед началом игры надо заслать в регистры адреса перехода и константы: 33 ПС 35 ПД 49 ПА 86 П7 90 ПВ 20 // / П9. В регистр 6 засыпается любое из чисел 11, 9, -11, -9. Регистры 1—4 отведены под координаты «волков» (см. рис.; Б. Греков слегка изменил нашу систему координат): 11 П1 13 П2 17 П3 19 П4, регистр 5 — под координаты «козлика»: 55 П5. Игра начинается командой В/О С/П; в ответ ПМК ходит на 44 или 46. Ход игрока задается стандартно: (номер шашки) ПП (номер поля) С/П. Если «козлик» не знает, куда ходить, на индикаторе появляется 0. Только добиться этого из стандартного начального положения никому еще не удалось. Вот как сам автор описывает вложенную в программу стратегию:

«Приоритетное направление очередного хода ПМК — «зигзагом». Пусть, например, последний ход был вперед-влево. Тогда сначала будет проверена возможность пойти вперед-вправо, затем вперед-влево, затем (если «козлик» находится на одной из трех централь-

ных вертикалей) назад-влево, и лишь в последнюю очередь назад на предыдущую клетку. Такая стратегия не позволяет «козлику» выйти за правый (левый) край доски.

Если последний ход был назад (например, назад-вправо), то на своей половине поля (или на центральной горизонтали) проверяется сначала возможность пойти вперед в ту же сторону (вперед-вправо). Если такой ход невозможен, то просматриваются три клетки, отстоящие от «козлика» на два хода вперед.

91		93		95		97		99
	82		84		86		88	
71		73		75		77		79
	62		64		66		68	
51		53		55		57		59
	42		44		46		48	
31		33		35		37		39
	22		24		26		28	
11		13		15		17		19
●		●		●		●		●

• „Волки“

• „Козлик“

Первой просматривается центральная клетка. Если она свободна, то «козлик» ходит так, как если бы предыдущий ход был сделан вперед. Второй просматривается клетка, лежащая в направлении предыдущего хода, а в случае ее занятости — третья клетка. Если одна из этих клеток свободна, делается попытка хода в ее направлении вперед, а в случае невозможности осуществляется ход в направлении той же клетки назад.

Если же все три клетки заняты (а такая ситуация может возникнуть только на полях 44 или 46), делается ход вперед к центру, на поле 35».

Как уже отмечалось, программа Б. Грекова при игре из стандартного начального положения не знает поражений. Зато в нестандартных она запросто может выбросить «белый флаг» (выдать на индикатор 0) или даже увести свою шашку за пределы доски. Так что конкурс на поиск выигрышной стратегии нельзя пока считать завершенным. Со своей стороны, администрация КЭИ обязуется к следующему выпуску подработать эту программу как в стратегическом смысле (чтобы «козлик» выигрывал и во многих других ситуациях), так и в плане сервиса (блокировка неправильного хода человека, недопущение «козлика» за пределы доски, сигнализация о победе ПМК).

Михаил ПУХОВ



ПЕЩЕРА СОКРОВИЩ, ИЛИ КОМУ ОНА НУЖНА, ЭТА КОНЪЮНКЦИЯ?

Начнем, как обычно, с конца. Появление значков логических операций на клавиатуре МК-61 (МК-52) по сравнению с МК-54 вызвало легкое замешательство. Что они означают, посвященный читатель, может быть, и знает. А вот для чего их использовать? В «Руководстве по эксплуатации» ответа на второй вопрос нет, а ответ на первый найдет только тот, кто его уже знает. Попробуем разобраться.

Мантисса любого числа, с которым оперирует ПМК, содержит восемь десятичных цифр, каждая из которых представлена в двоичном изображении. Что это такое?

Для хранения одной цифры в ПМК предусмотрены четыре маленькие ячейки, так называемые биты. Каждая ячейка отвечает за определенную степень двойки: первая справа — за 2^0 (то есть 1); вторая — за $2^1=2$; третья — за $2^2=4$; четвертая — за $2^3=8$. Каждый из четырех битов может быть либо «установлен» (тогда в соответствующей ячейке рисуют единицу), либо «не установлен» (в ячейке — ноль). Этим способом из комбинаций четырех нулей и единиц можно получить любую десятичную цифру.

Например: $0101 = 0 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 5$, а $1001 = 1 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 9$. Проницательный читатель заметит, что, скажем, комбинация $1101 = 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 13$ не соответствует никакой десятичной цифре. Все правильно! Информационная емкость четырех битов позволяет записать 16 разных комбинаций и, следовательно, допускает не 10, а 16 различных цифр. Это и лежит в основе так называемой шестнадцатеричной арифметики, которая используется в наших ПМК. Первые десять цифр (0—9) этой арифметики совпадают с десятичными, а оставшиеся шесть ($10-15$) принято обозначать латинскими буквами A, B, C, D, E, F. Эти обозначения используются и как имена адресуемых регистров. На индикаторе им соответствуют символы —, L, C, Г, Е и пробел («пусто»).

Итак, для хранения одной цифры используются четыре бита, а для хранения всех восьми цифр мантиссы — тридцать два. Если не учитывать первый

разряд, который в логических операциях всегда принимает значение «8», то в распоряжении пользователя остается двадцать восемь битов для хранения двадцати восьми независимых единиц информации. Каждому набору «установленных» (и «неустановленных») в регистре битов будет соответствовать семиразрядное шестнадцатеричное число. А значит, в одном регистре можно закодировать конфигурацию любого лабиринта размером 4×7 .

Для кодирования этой информации и дальнейшей работы с ней очень удобны логические операции. Как они действуют?

Конъюнкция (другие названия: логическое умножение, «И»; изображается перевернутой галочкой) проверяет в двух исходных числах установленные в каждой позиции биты. Если в обоих числах бит установлен, то и соответствующий бит результата будет установлен. Если же хотя бы в одном из двух чисел данный бит не установлен, то соответствующий бит результата равен нулю. Операции производятся над всеми четырьмя битами сразу. Так, конъюнкция комбинаций 0101 (5) и 1001 (9) равна 0001 (1). Это легко проверить на ПМК. Следует только помнить, что первый разряд в логических операциях не участвует, он может иметь любое значение, а после операции превращается в цифру 8. Если, скажем, логически умножить 15 на 59, на индикаторе появится 8,1. Конъюнкция 5 и 9 действительно дала единицу.

Дизъюнкция (логическое сложение, «ИЛИ»; изображается галочкой) также проверяет установленные биты в исходных числах. Для каждой позиции, если хотя бы в одном из чисел бит установлен, то и соответствующий бит результата будет установленным. Для тех же двоичных комбинаций 0101 и 1001 получим 1101, то есть шестнадцатеричный символ Д. Для проверки выполним на ПМК логическое сложение 15 и 19. На индикаторе увидим: 8,Г.

Исключающее ИЛИ (изображается плюсом в кружочке) — также двухместная операция. Она устанавливает бит результата только в том случае, если соответствующие биты в исходных числах не совпадают. Для наших комбинаций 0101 и 1001 это дает 1100, то есть С.

Наконец последняя логическая операция — инверсия (ИНВ). Она в отличие от предыдущих одноместная: заме-

няет все установленные в исходном числе биты на неустановленные, и наоборот. Инверсия 0101 дает 1010 (5 преобразуется в А), инверсия 1001 — 0110 (9 преобразуется в Б) и так далее.

Мы посмотрели, как работают логические операции на примере одного разряда. А ПМК производит их одновременно во всех семи разрядах мантиссы, со второго по восьмой. Для чего это нужно? Вероятно, эти операции предназначены для облегчения работы проектировщиков сложных электронно-вычислительных машин, конструкторов средств автоматики и телемеханики, да и просто для большинства радиолюбителей.

Почти все логические узлы средств автоматики и телемеханики, в том числе блоки управления бытовыми приборами и сложными станками, магнитофонами и ракетами, содержат логические элементы, реализованные в микросхемах, которые выполняют те же самые операции и их многочисленные комбинации. Чтобы проверить правильность работы проектируемого логического узла или отремонтировать неисправный, необходимо построить таблицы истинности, то есть определить, какой электрический сигнал (1 или 0) должен быть на каждом выхо-



де устройства, если на вход подана определенная комбинация идей и единиц. Такую таблицу построить несложно для двух-пяти элементов, а если устройство состоит из нескольких десятков, а то и сотен микросхем? Вот тут-то и уместно обратиться к помощи ПМК.

А для задач КЭИ логические операции — это прежде всего самый удобный способ формирования различных видео сообщений. Например, если логически сложить 1,88008 и 1,43056, а затем выделить дробную часть результата, на индикаторе появится сообщение CLOSE, которое предупредит ваших домашних, что пользование ПМК для них закрыто, так как там хранится ценная программа.

Но основное достоинство использования логических операций (в применении к ПМК) заключается в удобстве работы с закодированной в регистрах информацией. При помощи операции дизъюнкции можно очень просто установить необходимый бит. При помощи дизъюнкции и инверсии легко снять установленный бит. С помощью исключающего ИЛИ производится замена установленного бита на неустановленный и наоборот, то есть инверсия не всего числа, а заранее выбранных битов.

Наконец, с помощью операции конъюнкции легко проверяется, установлен данный бит или нет. Хорошой иллюстрацией использования описанных принципов и приемов может служить предлагаемая вашему вниманию игра «Пещера сокровищ».

Забудьте на время конъюнкцию и дизъюнкцию, двоичную и шестнадцатеричную арифметику, ибо в ваши руки попал старинный манускрипт с планами спрятанных сокровищ. В памяти всплыли остров сокровищ, пещера Али-Бабы... Страсть к кладоискательству целиком овладела вами, и, запасвшись в дорогу ПМК, картой, водой (20 кружек — больше вам не унести), динамитными патронами — гранатами (две — больше у вас не нашлось), вы отправляетесь на поиски сокровищ. И пусть удача Тома Сойера вселяет в вас надежду!

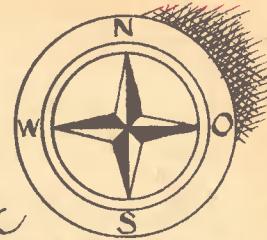
Судя по рисунку, пещера представляется собой трехэтажный лабиринт. На каждом этаже его скрыты клады. Часть их спрятана в проходах, другие замурованы в стены лабиринта, и чтобы добраться до них, надо использовать гранаты. Клады, как известно, могут быть разными. Сокровища спрятаны на третьем, самом нижнем этаже. На втором этаже вы можете найти клады, в каждом из которых лежит по две гранаты. Клады самого верхнего, первого этажа — это драгоценные запасы питьевой воды (по десять кружек). Почему драгоценной? Потому что при каждом вашем действии в пещере запасы воды уменьшаются на одну кружку. Но помните: взял клад на одном этаже, вы не найдете других кладов ни над ним, ни под ним на других этажах. И еще — в пещере орудует разбойник (индейец

Джо); он появляется, как только вы найдете клад.

Ваша задача: добраться до выхода из лабиринта и вынести оттуда как можно больше сокровиц. Проложить путь по лабиринту, не заблудиться, не сбиться в подсчете воды (она обозначена литерой Е — от английского exist — существовать), гранат (литера Г) и сокровищ (литера С) вам поможет программа.

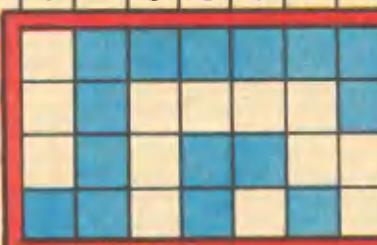
00.Сх	18. FBх	36. F&	54. КИЛО	72. 1	90. 1
01.С/н	19. ИПА	57. КА	55. ИПО	73. —	91. +
02.ПБ	20. БП	38. К{х}	56. КПП7	74. Fх=о	92. ×
03.ИР4	24. 43	59. Kx=о	57. ИР9	75. 78	93. КЕХJ
04.ПО	22. FBх	40. ИПА	58. КИП9	76. FLO	94. КПВ
05.КПП7	23. 1	41. К{х}	59. КФ	77. 72	95. ИРВ
06.ИЛ5	24. —	42. ИПВ	60. КП9	78. ИПО	96. КБП5
07. Fх=о	25. КИН	43. +	61. КЕП8	79. ПВ	97. ПВ
08.Б2	26. FBх	44. П9	62. ИПА	80. ИР4	98. КИПВ
09. Fsin	27. КИХ1	45. ПВ	63. ИР6	81. ÷	99. 1
10. Fx=о	28. ИР8	46. КИПВ	64. КА	82. Fx ²	A0. —
11. 54	29. —	47. КА	65. К{х}	83. Fx ²	A1. КПВ
12. FBх	30. Fx ^y	48. К{х}	66. Kx=о	84. F10 ^x	A2. FVГ
13. 5	31. ИПА	49. Kx=о	67. —	85. КЕХJ	A3. %
14. ÷	32. К{х}	50. ИР9	68. КФ	86. КИПВ	A4. КБП8
15. К{х}	33. x	51. ПА	69. П6	87. +	
16. Fx=о	34. ПВ	52. БП	70. ИПА	88. С/н	
17. 22	35. Fx ²	53. 01	71. КЕХJ	89. Fsin	

Переключатель Р-Г установлен в положение Р. В регистр 4 вводится буква Е: 1 К- ВП П4, в регистры 7 и 8 соответственно числа 97 и 0,1. Регистры С, Д и Е определяют ваши ресурсы: 20 ПЕ (запас воды), 2 ПД (запас гранат или динамита), 0 ПС (количество сокровищ на данный момент). Регистры 1, 2 и 3 содержат соответственно планы 1, 2 и 3-го этажей. Соответствующую карту схему можно получить с помощью дизъюнкции. Для первого этажа исходными являются числа 1,0080808 и 1,7062264 (результат 8,70E2-6С), для второго — 1,808 и 1,6715401 (8,E795401); для третьего — 1,8088088 и 1,2260335 (8,-E83LГ). План расположения кладов должен храниться в регистре 6. Для нашей схемы он закодирован числом 85. Осталось записать в регистре А начальное положение: 1,0000008. Что это означает? Первая цифра (1) — номер этажа, последняя (8) — номер горизонта на плане этажа, а позиция последней цифры относительно запятой (7) — номер вертикаль на нем. Операция выделения дробной части позволяет получать более наглядную форму представления местоположения на этаже (8—07) — соответственно, 8-я горизонталь, 7-я вертикаль плана этажа. В дальнейшем ваши координаты в пещере будут храниться в регистре А. В регистре 9 обычно будут находиться координаты той точки, куда вы планировали переместиться, а в регистре 5 — код вашего последнего хода.



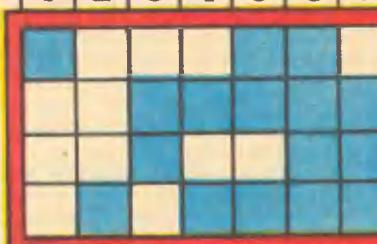
1 Этаж

1 2 3 4 5 6 7



2 Этаж

1 2 3 4 5 6 7



3 Этаж

1 2 3 4 5 6 7



1 2 3 4 5 6 7



Как же ходить по лабиринту? Схема управления традиционна для многих лабиринтных игр:

8
456
2

Для хода вперед надо нажать 8, назад — 2, влево (в сторону выхода) — 4, вправо — 6, вниз (с этажа на этаж) — 5, вверх — тоже 5, но со знаком «минус». И конечно, С/П. В ответ на вашу команду программа проверит наличие у вас воды, возможность перемещения, и, если все в порядке, вы перейдете в новую точку, координаты которой высветятся на экране. Командой XY вы можете вызвать краткую форму записи координат.

Если вы натолкнулись на препятствие или попытались выйти из лабиринта через внешнюю стену, то на экране появится «0». Команда XY даст вам возможность узнать координаты помещавшего вас препятствия. Если же в ответ на ваш ход на экране появляется ЕГГОГ, а после команды XY — Е, это означает, что вы не рассчитали запасов воды и навсегда остались в пещере.

Итак, ходить мы уже научились. А как искать клады? Для этого есть специальная команда: 0 С/П. Программа опять-таки проверит у вас наличие воды и произведет поиск клада в том месте, где вы находитесь. Если клада не окажется, то на экране возникнет ноль, а команда XY даст координаты места, где вы находитесь и где вы так неудачно провели поиск.

Если же клад найден, то программа делает промежуточный останов — на экране высвечивается общее количество воды, гранат или сокровищ (в зависимости от этажа) с учетом найденного клада. В этот момент в пещере раздаются шаги разбойника, привлеченного шумом. Что делать? Вы можете смело спрятаться (0 С/П) и сохранить все, что у вас есть. А можете вступить с разбойником в борьбу (стрелка вверх С/П). В результате поединка произойдет «перераспределение благ». В самом лучшем случае ваш запас (воды, гранат или сокровищ) удвоится, в самом худшем вы потеряете почти все.

Проанализировав результат схватки, машинка выдаст на индикатор буквы С, Г или Е, в зависимости от этажа. Командой XY индицируется окончательное количество сокровищ, гранат или воды.

Осталось научиться прорубать ходы... Это нужно для того, чтобы выйти из тупиковой ситуации или чтобы забрать замурованный клад. Это операция не простая. Сначала нужно заложить взрывчатку именно в ту преграду, которую вы хотите убрать. Взрывчатка будет заложена, если вы сделали «неудачный» ход, то есть наткнулись на препятствие. Сам взрыв производится командой F#T. В ответ на эту команду программа проверит у вас наличие воды (как обычно), наличие гранат и уберет преграду с вашего пути. Если же гранат у вас не окажется, то на экране возник-

нет ЕГГОГ, а после команды XY появится буква Г. Чтобы привести после этого программу в рабочее состояние, достаточно нажать С/П — ПМК вновь ждет ваших указаний. Если взрыв произведен, то ответом машины на команду F#T будет ноль. Проделав проход, вы можете смело туда идти — путь свободен. Но учтите: попытка взорвать несуществующую преграду или внешнюю стенку лабиринта вызовет обвал в том месте, где вы находитесь. Выбраться из-под обвала можно, но для того, чтобы снова пройти через него, придется потратить гранаты.

И еще не забудьте: чтобы взять замурованный клад, вам потребуется целых четыре кружки воды (первая — чтобы заложить взрывчатку, вторая — сделать проход, третья — подойти к месту, где лежит клад, и четвертая — найти и взять его).

Теперь, когда вы научились ходить по пещере, искать и находить клады, убирать мешающие вам препятствия, давать отпор разбойнику, вы можете смело отправляться в путь. После выхода из пещеры вас будет ожидать трамвай одиннадцатого маршрута (на индикаторе появится число 11). Счастливого пути!

Представленный вариант игры не является единственным. Конфигурацию лабиринта можно задавать произвольным образом. План этажа лабиринта кодируется отдельно для восьмой горизонтал и для первой, второй, четвертой горизонталей, затем объединяется командой динамики и засыпается в соответствующий регистр (1—3). Установленный бит соответствует проходу, неустановленный — препятствию. Аналогичным образом для регистра 6 кодируется план расположения кладов: «установленный» бит — клад есть, «не установленный» — клада нет. При помощи генератора случайных чисел можно получать случайные конфигурации лабиринта.

В качестве вариантов можно сделать ресурсы (вода, гранаты) неограниченными, заложив в начале игры соответственно в регистры Е и Д заведомо большое число (тысячу). Или, наоборот, не допускать разрушения лабиринта — уникального произведения природы, положив в регистр Д число «—1000». Тогда, даже найдя в кладах гранаты, вы не сумеете их использовать.

Если вы приняли твердое решение ни при каких обстоятельствах не вступать в борьбу с разбойником, то можно заменить команду 88.С/П на 88.0. Если же, наоборот, — бороться всегда, то надо вписать сюда стрелку вверх. Промежуточного останова в этих вариантах не будет.

Наконец, игру можно использовать как головоломку для нахождения выхода из лабиринта за минимальное количество ходов, имея перед глазами план лабиринта либо методом проб и ошибок. Для приведенной схемы оптимальный путь вы проделаете за 19 шагов.

Возможны и другие варианты игры. Найди их вам поможет ваша фантазия.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ БЛОКОВ ПРОГРАММЫ

- 00—01 Подготовка к вводу хода.
- 02—05 Проверка остатков воды.
- 06—21 Расшифровка кода команды.
- 22—53 Ход,

 - в том числе:
 - 22—34 получение новых координат,
 - 35—39 проверка на выход за пределы лабиринта,
 - 40—49 проверка наличия преграды,
 - 50—51 собственно ход.
 - 54—61 Удаление препятствий,
 - в том числе:
 - 54—55 получение линии Г,
 - 56 проверка наличия гранат,
 - 57—60 снятие преграды.
 - 62—96 Поиск клада,
 - в том числе:
 - 62—66 проверка наличия клада,
 - 67—69 снятие клада,
 - 70—77 определение содержимого клада,
 - 78—85 определение количества найденных гранат, воды или сокровищ,
 - 86—94 суммирование и подведение итогов встречи с разбойником.
 - 97—104 Подпрограмма проверки и использования ресурсов.

Василий ЗАХАРЕНКО,
доцент МИТХТ имени М. В. Ломоносова

ТРЕБУЕТСЯ ВЫИГРЫШНАЯ СТРАТЕГИЯ

Статья В. Захаренко, надо думать, раз и навсегда решает проблемы, связанные с использованием новых возможностей МК-61 и МК-52. На этот раз, кстати, мы изменяем непреложному ранее правилу: в любом случае давать варианты и для старых, и для новых моделей калькуляторов. Ничего, как говорится, не попишешь: логические операции, которых нет в распоряжении владельцев БЭ-34 и МК-54, составляют саму основу игры Захаренко. Было бы, кстати, интересно, если бы кто-нибудь прислав в КЭИ программы для реализации таких операций на старых ПМК.

Хотя программа «Пещера сокровищ» годится исключительно для МК-61 и МК-52, тем не менее для команд вызова и записи, а также стековых операций сохранены традиционные обозначения (их легче воспроизводить в тексте). В связи с вопросами читателей, познакомившихся с КЭИ лишь недавно, напоминаем: команды записи в адресуе-

мый регистр изображаются в наших публикациях буквой П, после которой следует номер регистра (например, ИС; на клавиатуре МК-54, 56, 61, 52 букве П соответствует х-П). Команды вызова обозначены ИП (например, ИП8; этому соответствует П-х8). Команда обмена содержит регистров Х и Y записывается как XY (на клавиатуре новых ПМК ей соответствует горизонтальная «обоюдоострая» стрелка); ввод в стек обозначается стрелкой вверх (на МК-54 и т. д. — В↑). Наконец, обратные тригонометрические функции изображаются двумя способами: либо приставкой «агс» (Б3-34), либо показателем «—1» (остальные ПМК); в наших программах встречается как то, так и другое обозначение (математически они совершенно равноправны).

В прошлом выпуске было обещано доработать программу Б. Грекова (игра «Волки и козлик» на поле 9×9) как со стороны сервиса, так и в стратегическом смысле. Выполняя это обещание, публикую программу «Победитель»:

```

00.КБПС 17.К<=0 9 34.39 51.FL0 68.ИПА 85.2
01.КХ<=0 9 48.FBx 35.ИП6 52.47 69.ИП6 86.х
02.5 19.КП8 36.ИПС 53.FBx 70.КППА 87.КППВ
03.— С:20.ИПС 37.КППА 54.ПО 71.Fx=0 88.Fx=0
04.П7 21.ИП6 38.Кх>0 55.ВП 72.ИПС 89.26
05.ИП8 22.Fx>0 39.ИП6 Д:56.% 73.КППВ 90.ИП7
06.П6 23.57 A:40.— 57.+ 74.Кх=0 С 91.Fx2
07.— 24.КППА В:41.П8 58.П6 75.ИП6 92.ПО
08.П5 25.Кх=0Д 42.ИП5 59.ИП7 76.2 93.FL0
9:09.С/П 26.ИП6 43.+ 60.Fx=0 77.х 94.31
10.П8 27.КППВ 44.F10х 61.64 78.КППВ 95.F10х
11.ПП 28.Кх=0Д 45.5 62.КППА 79.Fx=0 96.ИП7
12.44 29.ИП7 46.ПО 63.Кх>0Д 80.26 97.КБПА
13.Кх>0 30.Fx2 47.КИП1 64.Fx2 81.ИПС
14.КИП8 31.4 48.FBx 65.П0 82.ИП6
15.FBx 32.— 49.— 66.FL0 83.—
16.— 33.Fx>0 50.Кх>0Д 67.72 84.П6

```

Система координат та же, что и в прошлом выпуске, только «волки» в начале игры располагаются на 9-й горизонтали (на полях 91, 93, 97, 99); туда-то и стремится «козлик». Перед игрой в некоторые регистры вводятся адреса переходов: 20 ПС 9 П9 40 ПА 41 ПВ 56 ПД; числа в регистрах С и А служат вдобавок счетными коэффициентами. Каждый «волк» имеет собственный номер (от 1 до 4), его координаты хранятся в соответствующем регистре. В начале игры задаем 91 П1 93 П2 97 П3 99 П4. «Козлик» имеет номер 5 и располагается на поле 55: 55 П5 (можно задать и любую другую клетку в пределах трех центральных вертикалей). В регистре 6 во время игры откладывается направление предыдущего хода «козлика» (разность между его новыми и старыми координатами), то есть одно из чисел 11, —11, 9, —9. Вначале можно задать любое из них, допустим, 11 П6. В регистре 7 хранится отклонение «козлика» от центральной вертикали; вначале содержимое этого регистра может быть произвольным.

Игра начинается командой В/О С/П (она же отдается и в том случае, если вы хотите пропустить ход — программа «Победитель» такую возможность допускает). В ответ ПМК выдает новые координаты «козлика» (в стандартной начальной ситуации число 64 или 66; если же «козлик» не знает, куда пойти, ПМК выбрасывает «белый флаг» — на индикаторе появляется ноль). Ход игрока задается стандартно: (номер «волка») ПП (номер поля) С/П. Программой предусмотрены блокировки: если «волк» идет на занятое поле или за границу доски, на индикаторе тут же появляется ноль; если «волк» попытается сходить назад, что запрещено правилами, на индикаторе зажигается отрицательное число. В обоих случаях ход следует повторить. Если «козлик» выполнил свою задачу (достиг 9-й горизонтали), а человек пытается продолжать игру, на индикаторе появляется сообщение ЕГГОГ. Этот останов происходит в подпрограмме; чтобы не засторять стек возврата, надо скомандовать 1 С/П, на индикаторе появятся новые координаты «козлика», уже за пределами доски. Теперь можно заново расставлять шашки и начинать новую игру. Давайте посмотрим, как работают основные блоки программы.

На первом ходу команда 00.КБПС (она эквивалентна БП 20) передает управление на адрес 20. Кстати, в программах, в которых используется косвенная адресация, удобно отмечать соответствующие адреса перехода, как сделано у нас — это упрощает анализ алгоритма (по многочисленным просьбам читателей введено и еще одно новшество — программы этого выпуска расписаны в столбик). Команды 20—23 исследуют предыдущий ход «козлика». Если оншел вперед, число в регистре 6 положительно (9 или 11), и ПМК проводит в жизнь «стратегию наступления» (блок 24—56). Сразу же следует обращение к подпрограмме проверки возможности хода, расположющейся на адресах 40—56; у нее два начальных адреса — 40 (помечен буквой А) и 41 (В). Сейчас отправляемся на адрес 40; содержимое регистра 6 (9 или 11) вычитается из двадцати, результат (11 или 9) записывается в рабочий регистр 8 и складывается с координатой «козлика» (40—43). ПМК, как видим, намерен идти зигзагом.

Вычисление показательной функции от полученного числа (44) несет двойную нагрузку. Во-первых, оно записывается в регистр предыдущего результата X_1 (оно нам еще пригодится). Во-вторых, если «козлик» уже достиг 9-й горизонтали, результатом операции будет сообщение ЕГГОГ. В нормальной же ситуации в рабочий регистр 0 записывается число 5 и цикл 47—52 проверяет, не занято ли намеченное поле одной из щашек (собственная клеточка ПМК проверяется потому, что этот же фрагмент используется и для блокировок неправильного хода человека). По возвращении из подпрограммы, если

намеченное поле не занято и не лежит за нижней либо за одной из боковых границ доски, в регистре X оказывается номер занятой «козликом» вертикали, команда условного косвенного перехода (25) передает управление на адрес 56, команда В/О передает его на адрес 01, после чего вычисляется и записывается в регистр 7 отклонение «козлика» от центральной вертикали, в регистры 6 и 5 переписываются соответственно направление сделанного хода и новая координата «козлика». Программа останавливается в ожидании ответа соперника.

А что произойдет, если намеченный ход невозможен (поле занято либо лежит за пределами доски)? После возвращения из подпрограммы в регистре X оказывается ноль, и ПМК делает попытку хода вперед в прежнем направлении (26—27). Если и туда пойти не удастся, проверяются ходы назад (28—56), причем с 3-й и 7-й вертикалей попытка хода назад к ближайшему борту не производится. Если ходов нет, программа после всех проверок возвращается на адрес 01 с нулем в регистре X и команда условного перехода передает управление на 09.С/П — ПМК признал себя побежденным.

Если в «атаке» ПМК практически не отступает от алгоритма Б. Грекова, то в «обороне» (предыдущий ход был сделан назад) действует более изобретательно. Соответствующая ветвь начинается с адреса 57, проанализируйте ее самостоятельно. Любителям нестандартных приемов рекомендуем обратить внимание на кодово-адресную связку 71—72. Если входное число не равно нулю, управление передается на адрес, совпадающий с кодом команды 72.ИПС, то есть 6С. А этому «тайному» адресу соответствует «явный» 72, поэтому исполняется команда ИП7. Когда же входное число равно нулю, сразу исполняется 73.КППВ, по возвращении из ПП, как нетрудно проверить, в регистре X остается 0, поэтому фактически (хотя и с некоторой задержкой) в этом случае происходит переход на адрес 75. Операторы цикла, расположенные по адресам 66—67 и 93—94, также используются нестандартно — в качестве команд условных переходов.

Для перевода программы «Победитель» на язык МК-61 надо заменить команду по адресу 47 фрагментом 47.ИП0 48.ПЕ 49.КИПЕ (то есть ввести искусственную связь регистров 0—Е), сдвинуть в фрагментах 22—23 и 60—61 адреса переходов на два (теперь они будут выглядеть так: 22.Fx \geq 0 23.59 и 62.Fx=0 63.66), адрес перехода на участке 66—67 сдвинуть на три (получится 68.FL0 69.75), две старые команды 71—72 заменить тремя новыми: 73.Fx=0 74.78 75.ИПС — и записать другое число в регистр D: 58 ПД. Таким образом, программа стала немного длиннее, но это не страшно — резервы в новых ПМК есть.



Физические явления, лежащие в основе подавляющего большинства «модельных» игр КЭИ, довольно сложны; с другой стороны, поступающие в редакцию программы основаны большей частью на гораздо более простых алгоритмах. Около половины редакционной почты составляют игры типа «Плавание» или «Стрельба из пушки», но они достаточно широко и полно освещены в вышедших за последние годы книгах, так стоит ли повторяться? А вот Борис Лабутин из Перми прислал нам программу «На горизонте кит», обобщающую эти два класса электронных игр: от оператора требуется приблизить свое судно на определенное расстояние к резвящемуся кашалоту или финвалу и произвести точный выстрел. Во избежание недоразумений сразу оговоримся: посягать на жизнь «братьев наших больших» Б. Лабутин не собирается, задача становится чисто научная — кита надо просто пометить, чтобы выяснить пути миграции морских исполинов. Программа уже переработана автором в соответствии с рекомендациями КЭИ; тем не менее внутренние резервы, особенно в части сервиса, еще далеко не исчерпаны, так что перед нашими постоянными читателями остается довольно обширное поле деятельности.

НА ГОРИЗОНТЕ КИТ

Суть игры: подойти к киту на расстояние выстрела, но не слишком близко (чтобы не спугнуть его), хорошенько прицелиться и выстрелить. Кит меняет скорость и направление движения случайным образом, судном командуете вы. Время маневра постоянно, оно равно 573 с. Маневр задается следующим образом. Надо набрать направление движения судна (то есть угол относительно оси ОХ, см. схему), нажать стрелку вверх, затем набрать скорость движения (одно из чисел 0, 1, 2, 3), снова стрелку вверх и С/П. После останова на индикаторе высвечивается X-координата кита, а в регистрах Y, Z и Т стека располагается соответственно его Y-координата, угол направления движения (см. схему) и скорость. Их можно вызвать на индикатор, последовательно отдавая команду F0 (круговое перемещение стека). Если до кита еще далеко, вы продолжаете дальнейшее преследование. При сближении с китом на расстояние менее 573 м на индикаторе загорается ЕГГОГ: он испугался и ушел под воду. Нажмите С/П — после останова вы узнаете, где всплыл кит. Преследование приходится начинать сначала. Если же вы подошли к киту на расстояние меньше 1146 (но больше 573 м), то вы получаете право на выстрел — на индикаторе сообщение Е0000068 со знаком минус. Нажмите С/П, а после останова, выяснив координаты кита и параметры его движения, стреляйте. Если выстрела не последует, то кит, как и при промахе, уходит под воду (на индикаторе загорается ЕГГОГ). Стрелять можно как «с ходу» (одновременно с маневром), так и застопорив. Для выстрела

надо набрать угол наведения гарпунной пушки относительно оси ОХ, нажать стрелку вверх, набрать направление движения, стрелку вверх, скорость, стрелку вверх и С/П. Выстрел произведен. При попадании на индикаторе сигнал Е0000068. В этот момент в регистрах 2 и 3 находятся координаты кита относительно точки попадания гарпуна, в регистре 6 — число ходов, затраченных на игру. Для возобновления игры необходимо нажать В/О С/П.

А вот и программа:

00.ИПС	17.2	34.Fxx>0	51.ИП5	68.☒	85.П2
01.П9	18.×	35.51	52.ИП9	69.1	86.Fx ²
02.3	19.П1	36.F0	53.—	70.8	87.☒
03.П0	20.☒	37.ИП8	54.Fxx>0	71.0	88.ИП3
04.КИП6	21.Ftg	38.КППВ	55.48	72.+	89.+
05.ИПА	22.Fordg	39.☒	56.FBx	73.П7	90.П3
06.F10*	23.П4	40.2	57.—	74.Fcos	91.Fx ²
07.↑	24.ИП2	41.0	58.Ккод	75.☒	92.+
08.ПА	25.ИП3	42.—	59.ИП5	76.ИП9	93.Fγ
09.ВП	26.%п	43.Fxx>0	60.ИП8	77.×	94.П5
10.ПА	27.5	44.63	61.÷	78.×	95.☒
11.ВП	28.×	45.ИП8	62.П9	79.FBx	96.%
12.5	29.КППВ	46.//	63.ИП8	80.ИП7	
13.КП7	30.ИП1	47.ПВ	64.//	81.Fsin	
14.FL0	31.ИП4	48.ИП8	65.ПВ	82.×	
15.05	32.КППС	49.+	66.%п	83.ИП2	
16.☒	33.ИПВ	50.КБП0	67.КБПД	84.+	

Содержимое регистров:

О — организатор цикла; адрес косвенного перехода на начало программы;

1 — скорость кита (м/с);

2 и 3 — координаты кита относительно судна (при удачном выстреле — относительно точки попадания гарпуна);

4 — угол направления движения кита относительно оси ОХ;

5 — расстояние от судна до кита;

расстояние от точки попадания гарпиона до кита (точнее, до его центральной точки);

7 — рабочий регистр при вычислении координат кита;

9 — время маневра 573 с; время полета гарпиона.

Все эти регистры перед началом игры не заполняются, а вот в остальные нужно ввести соответствующие числа:

6 — счетчик ходов (перед началом игры Сх Пб);

8 — скорость гарпиона в м/с (180 П8);

А — регистр хранения псевдослучайного числа (перед началом игры сюда вводится любое число из интервала 0—1);

В — сообщения «выстрел разрешен» и «попадание», а также косвенный переход на адрес 68 (10000068 К—ВП ПВ);

С — косвенный переход на адрес 73, время маневра, предельная дистанция сближения (573 ПС);

Д — косвенный переход на адрес 04 (4 ПД).

Краткое описание работы программы:

00—01 — запись в регистр 9 времени судна перед началом игры и восстановление его после промаха; 02—25 — формирование с помощью генератора псевдослучайных чисел (05—10) координат кита, скорости его движения и направления;

27—28 — перевод скорости судна в м/с;

29—32 — переход на подпрограмму (68), вызов в стек скорости и направление движения кита, переход на подпрограмму (73);

33—35 — контроль разрешения на выстрел;

36—38 — вызов в регистр Х скорости гарпиона, переход на подпрограмму (68);

39—44 — проверка «попал — промазал»;

45—47 — отмена разрешения на выстрел при промахе;

48—49 — сообщение «подошел слишком близко» или «промах»;

50 — переход на начало программы;

51—55 — проверка, не подошло ли судно слишком близко;

56—58 — проверка права на выстрел;

59—62 — запись в регистр 9 времени, которое необходимо гарпуну для достижения цели;

63—66 — формирование сигнала «—E0000068» или «E0000068»;

67 — переход на адрес 04 после разрешения на выстрел;

68—96 — подпрограмма вычисления координат кита относительно судна или относительно точки по-

падания гарпиона, а также соответствующих расстояний.

Надо отметить, что все углы задаются относительно положительного направления оси ОХ, против часовой стрелки. Направление движения кита задается в пределах от -90° до 90° , направление движения судна и угол наведения гарпунной пушки — от -180° до 180° . Переключатель Р—Г устанавливается в положение Г.

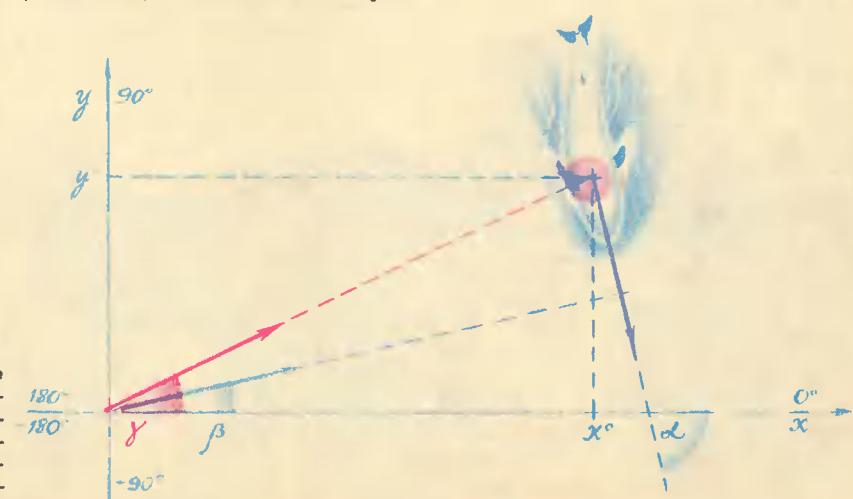
Борис ЛАБУТИН,
г. Пермь

НОВОСТИ ЕГГОЛОГИИ

В февральском выпуске КЭИ за этот год в письме Н. Шмидта из Ленинграда было высказано предположение, что команду с кодом «5—пусто» на Б3—34, МК-54, МК-61 можно получить только при помощи «сумасшествия». Мысль очень правильная, можно сказать, пророческая. Код «5—пусто», а также все остальные коды «символ—пусто» получаются однотипно, с помощью пустышки, методом «на краю пропасти». Лучше всего начинать со включения ПМК — иначе придется очищать всю ПРГ-память; легче выключить-включить. Приступим: $0000000 \div$ ВП ПА /—/ ПА Сх КИПА ИПА /—/ ВП /—/ 6 ПА Сх (сформировано и записано в регистр А исходное число «9—пусто»). Теперь вводим в ПМК упрощенную программу синтеза видеосообщений: 00.XУ 01.XУ 02.ВП 03.С/П. Формируем символ, который нужен в начале кода (допустим, 5), и заменяем им девятку: В/О ИПА С/П ПА Сх. Скомандуем

теперь КБПА. Начинается самое интересное: \div ВП ФПРГ (ждите ответа, примерно 10 с ожидания) О FABT Сх. Эту операцию пустышкой я и назвал «на краю пропасти». Теперь результаты. При просмотре памяти (ФПРГ ШГ вправо ШГ вправо и т. д.) обнаруживаем код «5—пусто» на адресе 68. Функционирует эта команда (впрочем, и другие с кодами «символ—пусто») точно так же, как и на МК-52. При помощи указанной процедуры коды «1—пусто», «2—пусто», «3—пусто», «4—пусто», «6—пусто» формируются на адресе 75, «9—пусто», «минус—пусто», «С—пусто», «Г—пусто», «Е—пусто» — на адресе 12, «7—пусто» — на 89, «8—пусто» — на 96 и «Л—пусто» — на адресе 34. Если в указанных местах символов не будет, пошарьте по сусекам памяти — код всегда есть, но пустышка любит пошутить.

Сергей Банников,
Москва



клуб электронных игр

Система координат, используемая в игре «На горизонте кит»: а — направление движения кита (угол в данном случае отрицательный); б — направление движения судна (положительный угол); в — угол наведения гарпунной пушки (положительный). Заштрихована зона на теле кита, куда надо попасть.



КЭИ ПРОТИВ ЧЕМПИОНА МИРА: ПМК начинает и выигрывает

Мы отмечаем своеобразный юбилей: ровно год назад (по числу выпусков КЭИ), в № 8 за 1986 год, на страницах раздела впервые был поднят вопрос о играх на досках: «Какие там шахматы! Какие шашки! Пиши пропало, ходи как попало, где наша не пропадала!» Но с тех пор в Мировой океан утекло довольно много пресной воды. За пионерной разработкой Дмитрия Кайкова последовал мини-конкурс на выигрышную стратегию в игре «Волки и козлы» на поле 9×9, объявленный в № 11 и принесший прекрасные результаты (кстати, мы еще продолжим публикацию наиболее удачных алгоритмов и программ для этой игры). Не осталась незамеченной и статья «Партия по переписке» (№ 12), посвященная первой шахматной программе Николая Авдеева и ее модификациям. «Надеемся, что предложенные идеи помогут читателям в разработке собственных шахматных игр: мат ладьей, ферзем, двумя слонами и даже — да простят нас профессионалы! — двумя конями», — так заканчивалась эта статья. И надежда администрации КЭИ оказалась вполне обоснованной. Не счесть программ, поступивших в редакцию и реализующих заданную проблематику. Свои варианты матов ладьей, ферзем, двумя слонами и даже двумя конями прислали, в частности, Р. Бадартдинов (Куйбышев), А. Бакши (Севастополь), Н. Гипский (Ростов-на-Дону), К. Зубов (Йошкар-Ола), В. Макурин (Стерлитамак Башкирской АССР), В. Рябов (Казань), Ю. Сахарчук (Кемерово), С. Иванов, В. Коренков, И. Оберенко, А. Титтманн (все — Москва) и многие другие активисты нашего клуба. Необходимо, правда, со всей откровенностью указать: наши корреспонденты далеко не в полной мере оценили предложение о мате двумя конями. В остальных-то играх ПМК обречен, а здесь при правильной игре (если заменить принцип «пиши пропало» какой-либо плодотворной стратегической идеей) получает шанс на ничью. Пока такой игры в нашем распоряжении нет. Зато есть уверенность — она будет.

Безоговорочно поддерживая все без исключения шахматные разработки наших читателей, администрация КЭИ, однако, отдала решительное предпочтение тем из них, в которых высокие иг-

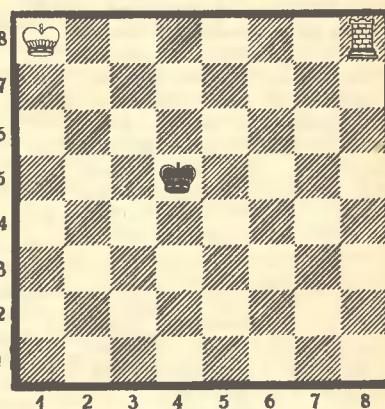
рающие стороны «поменялись воротами»: черным королем руководит человек, а ПМК, управляя действиями белых фигур, пытается поставить ему мат. И в ряде случаев небезуспешно. Таковы, например, программы Д. Зюлькова из Минска, М. Каляшникова и С. Крылова из Москвы.

ЛАДЕЙНЫЙ ЭНДШПИЛЬ

Очень хорошую программу этого типа прислал С. Белонос из Запорожья: белая «армия», состоящая из короля и ладьи, тонко координируя свои действия, отесняет короля черных к краю доски и одерживает впечатляющую победу. У программы в доработанном по совету нашей консультации варианте остался всего один недостаток, зато существенный: она предназначалась исключительно для МК-61, в ней использовались и дополнительный адресуемый регистр Е, и лишние семь шагов программы памяти, а также операции определения модуля и знака числа, отсутствующие в «арсенале» Б3-34 и МК-54. А этими ПМК вооружены очень многие наши читатели, и обижать их администрация КЭИ не намерена. Поэтому ей пришлося изрядно попотеть в попытках отредактировать и без того очень компактное произведение С. Белоноса. Лишь ценой больших усилий удалось адаптировать «Ладейный эндшпиль» к возможностям Б3-34 без каких-либо потерять, а обращение с программой даже упростилось. Алгоритм остался неизменным, система сигнализации — тоже.

```
00.ИП2 01.ИП4 02. — 03.2 04. — 05.П7
06.Fx<0 07.21 08.ИП8 09.КБП9 10.5
11.— 12.Kx<OB 13.8 14.ПО 15.ИП7
16.— 17.Fx≠0 18.ДО 19.ИП0 20.В/О
21.ИП5 22.ИП1 23.— 24.Fx2 25.ПО
26.FL0 27.80 28.ИП4 29.ИП6 30.П7
31.— 32.Kx==OC 33.ИП2 34.КППА
35.БП 36.63 37.+ 38.П3 39.БП 40.91
41.2 42.БП 43.ОЕ 44.Fx2 45.FV 46.П0
47.÷ 48.FL0 49.36 50.ИП5 51.П7
52.ИП1 53.КППА 54.П5 55.ИП6 56.БП
57.63 58.ИП5 59.— 60.Kx≠OC 61.КИП2
62.ИП2 63.КППД 64.КБП9 65.ИП1
66.ИП3 67.— 68.Fx=0 69.43 70.ИП2
71.КППД 72.FL02 73.КБП9 74.П6
75.ИП5 76.ИП4 77.Х 78.+ 79.В/О
80.ИП2 81.ИП6 82.— 83.П0 84.FL0
```

85.57 86.ИП7 87.Fx≠0 88.65 89.КИП4
90.ИП3 91.ИП4 92.ИП4 93.÷ 94.+ 95.С/П 96.П1 97.П2



На адресе 45 расположился квадратный корень. Не совсем обычные адреса переходов на участках 17—18 и 42—43 набираются тем не менее просто: в первом случае надо нажать Д и ноль, во втором — ноль и стрелку вверх. Владельцы МК-61 и МК-52 должны замкнуть программу командой 98.БП 99.01 (или БП 00, или В/О, а еще лучше им воспользоваться модификацией, о которой будет сказано ниже). Перед игрой надо ввести в регистры адреса переходов: 10 П1 (это число используется и как счетный коэффициент) 41 ПВ 50 ПС 74 ПД 95 П9. В регистр 8 вводится буква Г: Сх ÷ ВП ВП 8. Регистры 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 отведены соответственно под хранение горизонтальных и вертикальных координат черного короля, белого короля, белой ладьи. Нашей первой диаграмме соответствует 4 П1 5 П2 1 П3 8 П4 П5 П6.

Игра начинается командой В/О С/П. ПМК на каждом ходу выдает информацию одним из четырех способов. Двухзначное число на индикаторе означает номер поля, на которое пошла ладья (первая цифра — горизонтальная координата, вторая — вертикальная). Две цифры, разделенные точкой, — это номер поля, на которое пошел белый король. Показательная форма выдачи координат (слева на индикаторе единица,

справа — номер поля) употребляется при ходе ладьи с шахом. Наконец, появление буквы Г означает требование повернуть доску на 90° по часовой стрелке и ввести новые координаты фигур (программа С. Белоноса ставит мат на 8-й горизонтали, поэтому настаивает на такой начальной позиции, в которой белый король располагается «ниже» черного и их разделяет минимум одна горизонталь).

При нашем начальном расположении (первая диаграмма) на индикаторе после В/О С/П, естественно, загорается буква Г. Поворачиваем доску (вторая диаграмма) и вводим новые координаты: 5 П1 П2 8 П3 П4 П5 1 П6 В/О С/П. Вновь загорается Г: белый король все еще «выше» черного. Опять разворачиваем доску (третья диаграмма): 5 П1 4 П2 8 П3 1 П4 П5 П6 В/О С/П. Секунд через 20 на индикаторе загорается 13 — ладья пошла на поле а3, ограничивая подвижность нашего короля. При таком ходе, кстати, содержимое регистра 2 портится — уменьшается на единичку, но это нисколько не мешает игре.

Ход черных задается так: (горизонтальная координата) ПП (вертикальная координата) С/П. Допустим, мы решили пойти на d4:4 ПП 4 С/П. В ответ ПМК выдаст число 8,2 — белый король, спеша к месту событий, сходил на h2. Теперь снова наша очередь. Если отступим на 5-ю горизонталь, ПМК ответит La4, остальные ходы приведут к Kpg2.

Прежде чем перейти к детальной «экскурсии» по программе, рассмотрим ее основные «достопримечательности», сделавшие возможным переложение для БЗ-34. Операторы цикла на участках 26—27, 48—49, 84—85 выполняют функции команд условного перехода: если содержимое регистра О не равно единице, управление передается на нужный адрес, а если равно — то на следующий. Экономия три команды. С адреса 97 управление переходит на короткую побочную ветвь, адреса которой (98-В1) соответствуют начальным (00-13 для БЗ-34) адресам главной ветви. Команды переходов по адресам 06-07 и 09 возвращают управление на главную ветвь. На МК-61 эта побочная ветвь короче, ее окончание (В1) приходится на адрес 06, именно поэтому обладателям этой модели придется замыкать программу какой-либо командой возвращения на начало. Экономия — еще одна ячейка. Наконец, в «Ладейном эндишиле» использованы четыре кодово-адресные связи: на участках 17-18, 35-36, 42-43 и 56-57. В первом случае, если входное число равно нулю, управление передается на адрес ДО длиной побочной ветви, на котором продублирована команда 18.КИПО (так воспринимает ПМК код Г0), затем исполняются команды 19.ИП0 и 20.В/О, после чего управление возвращается на главную ветвь. Если же входное число отлично от нуля, исполняются 19.ИП0 и 20.В/О. Таким образом, в первом варианте из содержимого регистра 0 вычитается единичка, а во втором оно остается неизменным.

Остальные кодово-адресные связки организованы единообразно. Фрагменты 35-36 и 56-57 обеспечивают безусловный переход на 63.КППД, если же управление (с участков 48-49 и 84-85) поддается на вторую половину этих команд, она воспринимается как код команды ИП3 (вызов горизонтальной координаты белого короля). Фрагмент 42-43 дает переход на «тайный» адрес ОЕ (ему соответствует «явный» 14), а если управление с участка 68-69 попадает на 43.ОЕ, это число воспринимается как код команды «стрелка вверх». В общей сложности на кодово-адресных связках экономится четыре шага. Еще две команды сберегаются на использовании содержимого регистра А (10) одновременно как счетного коэффициента и адреса перехода. Но этот прием наличествовал и в первоначальном варианте С. Белоноса. Как и кодово-адресные связи, он требует довольно утомительной работы по распределению отдельных блоков в программной памяти.

Алгоритм С. Белоноса предусматривает девять вариантов реакций белых на возникшую ситуацию:

Г — требование поворота доски;

Л1 — ход ладьи вперед с шахом;

Л2 — увод ладьи по горизонтали на вторую (или восьмую) вертикаль, подальше от черного короля;

Л3 — перевод ладьи по горизонтали со второй на первую или с восьмой на седьмую, словом, на соседнюю удаленную вертикаль;

Л4 — увод ладьи по вертикали на вторую (или восьмую) горизонталь, подальше от черного короля;

Л5 — перевод ладьи по вертикали на соседнюю удаленную горизонталь;

Л6 — ход ладьи на горизонталь, призывающую «снизу» в позиции черного короля;

Кр1 — ход короля вперед;

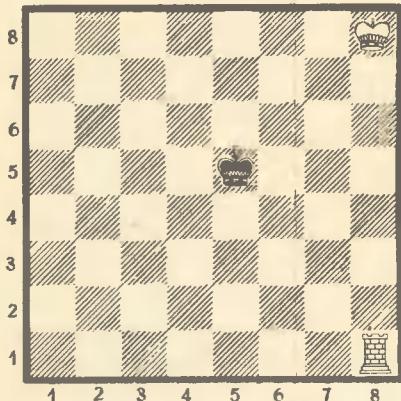
Кр2 — ход короля по горизонтали с приближением к королю противника.

Блок 00-09 вычисляет расстояние по вертикали от белого короля до черного, вычитает из него двойку и сравнивает с нулем. Если результат (а он записывается в регистр 7 для возможного использования в проверке 86-88) отрицателен, на индикатор вызывается буква Г. В принципе можно использовать вместо 09.КБП9 и 09.С/П, но первый вариант дает возможность повторить ввод, если буква Г появилась из-за некорректного хода игрока.



220

Если расположение фигур устраивает ПМК, проводится очередная проверка (21-27): не стоит ли ладья на соседней с черным королем вертикали. Если да, то ладью следует на всякий случай отвести подальше. Но куда — по вертикали или горизонтали? ПМК проверяет, не стоят ли белые фигуры на одной горизонтали (28-32; заодно горизонтальная координата ладьи записывается в рабочий регистр 7 для использования при проверке 15-18); если такое имеет место, то во избежание неприятностей ладья уходит по вертикали (реализуются варианты Л4 или Л5): командами 33-34 вызывается универсальная подпрограмма увода



лады КППА (она располагается на адресах 10-20 и 41-43). Подпрограмма определяет, на какой половине поля (верхней или нижней) находится черный король, в зависимости от результата намечает пойти на 8-ю или 2-ю горизонталь, проверяет, не стоит ли уже ладья на намеченном поле, и если да, то меняет 8 на 7 либо 2 на 1. По возвращении из ПП управление передается на участок 63-64, вызывается подпрограмма КППД (74-79), записывающая в регистр 6 новую вертикальную координату ладьи и формирующая число для показа на индикаторе, затем управление переходит на 95. С/П. Ход сделан. А если белые фигуры не стоят на одной горизонтали, ладья при помощи команд 32, 50-57, 63-64, 95 и подпрограмм КППА и КППД совершает аналогичный горизонтальный маневр Л2 или Л3.

Если черный король не мешает ладье, ПМК приступает к планомерной осаде. Нормальным, по его мнению, является положение, когда ладья занимает горизонталь, примыкающую «снизу» к позиции преследуемого, а белый король, в свою очередь, располагается на предыдущей горизонтали. Команда 26-27 передает управление на участок 80-85: проверяется первое из этих условий. Если оно не выполнено, положение необходимо исправить. Управление передается на фрагмент 57-60, производящий предварительную проверку: не стоят ли белые фигуры на одной вертикали, ведь

в этом случае ладье может помешать собственный король и ей приходится совершать уже рассмотренный горизонтальный маневр Л2-Л3 (команды 50-57, 63-64, 95). Если король не мешает, ладью выполняет ход Л6 (61-64, 95). Именно в этом случае, кстати, содержимое регистра 2 портится (так было и в варианте С. Белоносова); чтобы этого избежать, две команды 61-62 пришлось бы заменить тремя ИП2 1—. Обладатели МК-61 вполне могут это сделать, одновременно заменив фрагмент 44-45 операцией определения модуля, записав в регистр С число 49 и поменяв адрес перехода в команде 84-85 на 56.

Если ладья стоит на должной горизонтали, проверяется вертикальная координата белого короля (86-88; в регистре 7 на данный момент хранится число, записанное командой 05.П7). Если король отстал, он делает ход вперед Кр1 (89-95). В противном случае оказываемся на очередной проверке (65-69): при оппозиции королей ладья ходит вперед с шагом (70-73, 95). В отсутствие оппозиции выполняется последняя проверка: не стоят ли короли на смежных вертикалях (43-49). Если да, то ладья выполняет знакомый нам выжидательный горизонтальный маневр Л2 или Л3 (50-57, 63-64, 95). Иначе король делает ход Кр2 — по горизонтали, приближаясь к противнику (36-40, 91-95).

21.2 22.КБП8 23.ИП5 24.ИП1 25.— 26.Fx² 27.П0 28.ФЛ0 29.74 30.ИП4 31.ИП6 32.П7 33.— 34.Кх=ОС 35.ИП2 36.КППА 37.БП 38.63 39.↑ 40.ИП1 41.— 42.Фx≠0 43.62 44.↑ 45.Фx² 46.ФV 47.П0 48.ФL0 49.69 50.ИП5 51.П7 52.ИП1 53.КППА 54.П5 55.ИП6 56.БП 57.63 58.ИП5 59.— 60.Кх≠ОС 61.КИП2 62.ИП2 63.П6 64.ИП5 65.ИПА 66.Х 67.БП 68.88 69.÷ 70.— 71.П3 72.БП 73.85 74.ИП2 75.ИП6 76.— 77.П0 78.ФL0 79.57 80.ИП7 81.Фx≠0 82.38 83.КИП4 84.ИП3 85.ИП4 86.ИПA 87.÷ 88.+ 89.С/П 90.↑ 91.П0↑ 92.ВР 93.П2 94.— 95.ИПA 96.÷ 97.П1

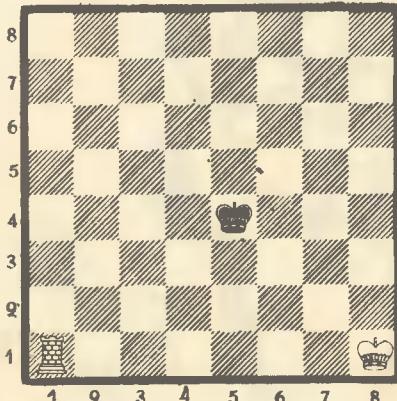
На адресах 39, 44, 90 записана стрелка вверх, на адресе 46 — извлечение корня. Перед игрой в регистры надо ввести следующие числа: 10 ПА 21 ПВ 50 ПС 89 П9 1 К — ВР П8 (буква Е; она используется как адрес перехода и сигнал о повороте доски). Индикация шаха нет. Ход черных: (двузначная координата) С/П. В остальном правила обращения с программой прежние. Если кто-нибудь предпочитает для поворота доски использовать букву Г, то можно записать ее в свободный регистр Д, команду 08.ИП8 заменить на 08.ИПД, а в регистр 8 вписать просто 14.

НЕПРИКОСНОВЕННЫЙ КОРОЛЬ

Требование ПМК о повороте доски, реализованное в программе С. Белоносова, может пригодиться и в других фигуровых шахматных эндишилях: когда на доске нет пешек, различие вертикалей от горизонталей чисто условно. Однако, если эту процедуру приходится проделывать достаточно часто (а в программе С. Белоносова, кстати говоря, Г может появиться только на первых ходах, пока ладья не заняла нужной горизонтали), она довольно утомительна. В отдельных случаях удастся поручить ее самой машинке.

Именно такова шахматная программа С. Вагина из Челябинска. Белое «воинство» состоит из ферзя и короля, но последний, полагая, очевидно, что не царское это дело — всяческая суэта, беготня, и тем более мат, не принимает активного участия в военных действиях: он располагается на поле с3 (33) и лишь наблюдает за маневрами своей немногочисленной армии. Ходит только ферзь; в начале игры он занимает позицию g7 (77), а черного короля можно ставить куда угодно.

Задача о «неприкосновенном короле» была известна еще в прошлом веке. «Многие шахматисты, в том числе гроссмейстеры, ошибочно полагали, что здание (поставить ферзем мат) — М. П.) невыполнимо. Математики А. Брудно и И. Ландау обратились за помощью к ЭВМ. Стоит отметить, что при решении этой задачи впервые был использован метод ранжирования. Разбив множество всех возможных позиций по рангам, машина установила, что мат дается не позднее 23-го хода при любом началь-



Дополнительные возможности МК-61 (52) позволяют усовершенствовать программу. Например, если записать на адрес 96 стрелку вверх, затем 97.П0 98.ВР 99.П2 А0.— А1.ИПА А2.÷ А3.П1 А4.КБПЕ и ввести в регистр Е нуль, то ввод упростится: теперь при ходе черного короля нужно набирать двузначную координату С/П. Аналогичное усовершенствование для Б3-34 тоже можно ввести, но пожертвовав, допустим, индикацией шаха. Вот соответствующий вариант:

```
00.ИП2 01.ИП4 02.— 03.2 04.— 05.  
П7 06.Фx<0 07.23 08.ИП8 09.КБП9  
10.5 !— 12.Кх<0В 13.8 14.П0 15.ИП7  
16.— 17.Фx≠0 18.Д0 19.ИП0 20.В/О
```

ном положении белого ферзя и черного короля, но только при неприкосновенном короле на поле с3 (виду симметрии годятся также поля с6, f6 и f3). Пожалуй, это был первый случай, когда ЭВМ решила шахматную задачу раньше человека. Справедливости ради надо отметить, что если квалифицированному шахматисту сообщают, что мат есть, то он его находит», — пишут А. Карпов и Е. Гин в книге «Шахматный калейдоскоп» (Библиотека «Квант», вып. 13).

Ну, компьютер есть компьютер. А что может ПМК? Хотя программа С. Вагнера с самого начала предназначалась для БЗ-34 и содержала немало остроумных алгоритмических решений, отдельные недостатки имели место. Короля в начале игры нельзя было ставить на поля 16 и 61; не разрешалось ходить на поле 55; в позиции Kр15 F38 (или Kр1 F83) ферзь ходил не по правилам; мат ставился только ходом F22 (в позиции Kр11, 21 или 12). Кроме того, не очень удобным был переход к новому варианту, а какая-либо сигнализация о мате отсутствовала. Короче говоря, администрации КЭИ пришлось помучиться и с этой программой. В результате появился такой вариант:

```

00.ИП2 01.БП 02.86 03.В/О 04.П4
05.ХУ 06.П2 07.КППА 08.ВП 09.1
10.+ 11.С/П 12.П5 13.— 14.Кх≠ОД
15.Кх≥ОС 16.2 17.3 18.ПА 19.2 20.ИП5
21.ФВx 22.КППА 23.П6 24.ХУ 25.П5
26.П3 27.В/О 28.БП 29.97 30.—
31.Кх<ОЕ 32.ИП1 33.Fx≠0 34.45
35.ИПВ 36.5 37.КППВ 38.÷ 39.2 40.FL3
41.48 42.ВП 43.ИП4 44.КППВ 45.КИП5
46.FL1 47.49 48.КИП2 49.F10* 50.П1
51.+ 52.Кх≥08 53.ИП1 54.× 55.Fx≠0
56.38 57.9 58.П3 59.КИП3 60.5
61.ИП3 62.ИП6 63.— 64.Fx² 65.—
66.Кх≥08 67.ФV 68.ИП5 69.+ 70.↑
71.ИП2 72.— 73.ИП4 74.ИП3 75.—
76.Кх≠09 77.Fx² 78.ХУ 79.Кх≠09
80.Fx² 81.— 82.Кх=08 83.— 84.Кх≠08
85.— 86.КППВ 87.— 88.FL3 89.46 90.4
91.— 92.Фx=0 93.29 94.ИП4 95.Фsin
96.Кх<ОЕ 97.2

```

На адресе 67 расположился квадратный корень (код 21), на адресе 70 — стрелка вверх (OE), на адресе 85 — десятичная точка (0—). Букве Е в командах по адресам 31 и 96 (код СЕ) соответствует на клавиатуре стрелка вверх. Владельцы МК-61 и 52 должны замкнуть программу командой БП 00. Перед началом работы нужно установить переключатель Р-Г в положение Р и вписать в регистры адреса переходов: 3 (или 23, а также 24, 25, 26, 27) ПА 4 ПВ 17 ПС 19 ПД 51 П7 59 П8 83 П9. В регистр 0 вводится ЗГГОГ, совмещающий функции условного сигнала и инструмента для перехода на адреса 28 и 57: 1 ВП 70 Fx² Fx² 57 × П0. Обладатели МК-61 и 52 должны записать это числовое чудовище в регистр Е либо разделить обязанности регистров: 57 ПЕ 1 ВП 70 Fx² Fx² П0.

Игра, а также переход к новому варианту, начинается командой Сх П1 7 П2 В/О С/П. ПМК в ответ устанавливает

ферзя на поле g7 (77). Установка черного короля на выбранное поле, а также каждый его ход, осуществляется как и в «Ладейном эндшпиле»: (горизонтальная координата) ПП (вертикальная координата) С/П. ПМК довольно быстро отвечает двузначным числом, первая цифра которого — горизонтальная координата, вторая — вертикальная. Если вы в процессе игры ошибетесь и перепутаете координаты, ПМК воспримет это с присущим всем ЭВМ чувством юмора и в своем ответе тоже поменяет их местами. Индикация ЗГГОГ означает, что черный король занимает позицию 11, 12 или 21 (это может произойти только в начале игры) и ПМК объявляет мат в два хода. При появлении ЗГГОГа надо нажать С/П. Обычно ферзь матует черного короля на полях 13 или 31, предварительно на индикаторе высказывает ЕГГОГ. Ответ на это сообщение — тоже С/П. ЕГГОГ появляется и в ситуации Кр14 (или 41) на первом ходу: ПМК сообщает, что намерен дать шах на первую вертикаль.

Программа «Неприкосновенный король» состоит из следующих основных частей: блок дебюта (00-02, 86), тактической игры на первой вертикали или горизонтали (87-97, 00-02, 28-56), стратегической игры на остальных полях (46-50, 57-89), а также подпрограмма ввода-вывода КППВ (03-27), с которой целесообразно и начать наш очередной маршрут.

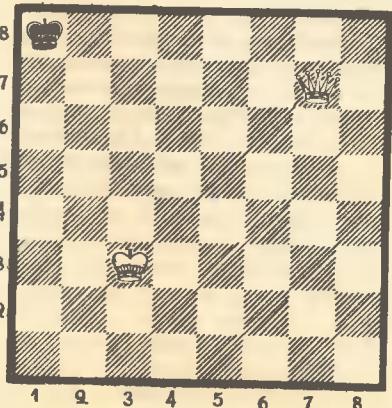
На ее вход поступают координаты ферзя, она записывает их в регистры 4 и 2 (адреса 04-06), затем вызывает вспомогательную (но очень важную) подпрограмму КППА (07). Та существует в двух «инстасиях», в зависимости от числа в регистре А: если там 3, то является «пустой» 03.В/О, если же 23, то вызывается концовка КППВ (23-27), «переворачивающая» координаты (попутно пронесите их запись в регистры 6, 5 и 3, но это ровным счетом ничего не меняет). Затем координаты ферзя подготавливаются к индикации, и происходит останов (08-11).

После ввода с пульта координат короля они вычитываются одна из другой (12-13; вертикальная смещается в ре-

ги斯特 X и результат сравнивается с нулем (14-15). Если король находится на диагонали 11-88, число в регистре A, определяющее вид КППА, не меняется (это важно при переходе через поле 55). Если король ниже диагонали, туда записывается 23, если выше, то 3 (16-18). Следующая команда запасает в стеке двойку для возможного использования в тактическом блоке. Координаты короля вновь вызываются в стек, подпрограмма КППА оставляет их в прежней позиции либо «переворачивает», затем они запоминаются (20-26). В результате всех этих манипуляций меньшая по величине координата оказывается в регистрах 5 и 3, большая — в регистре 6, и ПМК строит игру в предположении, что король находится выше диагонали, а при выводе координат ферзя располагает их нужным образом. При дальнейшем анализе мы тоже будем придерживаться этой точки зрения и считать, что горизонтальная координата короля хранится в регистре 5 (н 3), вертикальная — в регистре 6, а ферзя — соответственно в регистрах 2 и 4.

Блок дебюта (00-02) после Сх П1 7 П2 В/О С/П подает на вход КППВ (86) две семерки; на этом его функции исчерпываются. Ферзь независимо от вида КППА оказывается на поле 77. После ответа черных и возвращения из подпрограммы ввода-вывода из вертикальной координаты короля вычитается горизонтальная (87; эта разность нужна и в стратегическом, и в тактическом блоках). Затем производится проверка: не стоит ли король на первой вертикали (88-89). Если нет, то управление передается в стратегический блок. Подблок коррекции (46-50) нужен для правильного прохождения через поле 55: он записывает в регистр 1 какое-либо число от 10 до 10⁶, уничтожая тем самым условие первого хода П1=0. Если король располагается на поле 55, в регистр 1 записывается единичка (на входе подблока в этом случае имеем ноль). А вот если при входе в подблок содержимое регистра 1 равно единице (это бывает, только когда король ход назад стоял на 55), команда 48.КИП2 корректирует позицию ферзя — в противном случае подпрограмма ввода-вывода запускается с «переворачиванием» координат и ферзь в некоторых вариантах сделает «ход конем».

По выходе из подблока коррекции программа «вхолостую» проскакивает через один из участков тактического блока (51-56), и управление передается на начало основной части стратегического блока (57-86). Этот фрагмент программы перебирает поля справа от черного короля на расстоянии «хода конем», причем перебор возможных полей производится сверху вниз. Подблок проверок (70-84) пропускает ферзя на первое же такое поле, на которое он способен ступить. Нестандартная команда «точка» (85) замещает содержимое регистра X результатом операции 74.ИП3, а в регистре У к этому моменту оказывается результат сложения по адресу 69.



Это и есть новые координаты ферзя; вновь следует обращение к подпрограмме ввода-вывода.

А что будет, если король заберется на первую вертикаль? В этом случае, благополучно миновав проверку 88-89, мы оказываемся на начале тактического блока (90-93). Номер горизонтали (вертикальная координата) сравнивается с пятью; в позиции Кр15 ферзь может располагаться лишь на полях 77, 28, 38, 47 и 46. Во всех случаях, кроме последнего, программа играет обычным порядком — результатом будет Ф27. Но в позиции Кр15 Ф46 нормальная процедура даст Ф36 — пат. Чтобы этого избежать, проводится проверка вертикальной координаты ферзя (94-96): синус 7 или 8 радианов положителен, и управление передается в стратегический блок, а вот синус 6 радианов отрицателен, и программа посыпает ферзя на поле 24 с шагом (97, 00-02). Кстати, в первоначальном варианте Сергея исследовался знак косинуса произведения координат ферзя: в позиции Кр15 Ф27 (тоже угроза пата!) та же операция (97, 00—02) приводила к остроумному выжидательному маневру Ф22. К сожалению, такая про-

верка давала неверные результаты при Кр15 Ф38. А наш вариант допускает позицию Кр15 Ф27 только при ходе черных.

Если король не стоит на поле 15, управление передается на адрес 29. Число 97 воспринимается как код проверки $X \geq 0$ (адресно-кодовая связка!), различающей игру на полях 16-18 (адреса 30-50) и на полях 11-14 (адреса 51-56). В первом случае содержимое регистра Х вычитается из запасенной еще в КППВ двойки; если получается ноль или единица (король на поле 16 или 17), управление передается в стратегический блок — можно играть по обычному алгоритму. В позиции Кр18 (угроза пата и повторение ходов) производится проверка условия первого хода (32-34): если король забрел в угол после длительных странствий, ферзь делает шах на 45 (35—37). Если черные ответили Кр28, оператор (40-41) передает управление на адрес 48, положение ферзя в памяти ПМК меняется на Ф35 (это сделано, чтобы избежать хода на 47, ведущего к повторению позиции), «вхолостую» проходит участок 51-56, и ферзь в рамках нормальной процедуры делает ход на

36. А если король после шаха уйдет на 17, следует Ф25 (39-44; команды 38.÷ и 42.ВП в данном случае не несут никакой полезной нагрузки), а в ответ на вынужденное Кр18 ПМК смешает в своей памяти короля на поле 28 (команда 45.КИП5), «вхолостую» минутят блок 51-56 и по обычному алгоритму ставят ферзя на 47. Наконец, если черные оказались в углу на первом ходу, управление после проверки (32-34) сразу передается на адрес 45 с такими же последствиями. Во всех этих вариантах условие первого хода уничтожается: командой 50.П1 в регистр 1 записываются положительные числа, не равные нулю или единице.

Осталось рассмотреть последнюю ветвь программы: тактическую игру на полях 11-14. После проверки по адресу 29 управление передается на тот самый злополучный участок 51-56, который мы уже столько раз проскаакивали «своим ходом», добираясь до адреса 57 без дополнительной команды безусловного перехода (для нее в программе просто не осталось места). Команда 51.+ складывает входное число с запасенной в КППВ двойкой; в результате при распо-

ВАРИАЦИИ НА ТЕМУ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРА

Как бы ни были ограничены вычислительные возможности программируемых микрокалькуляторов, во многих случаях они позволяют провести довольно сложные расчеты. Выпущенные сотнями тысяч экземпляров, карманные ЭВМ стали важным подспорьем для людей весьма- ма различных специальностей. Помочь им в освоении этих машин — задача серьезная. Ее решению служат несколько книг, вышедших в прошлом году в издательствах страны. Каждая из них намечает свой путь к решению.

Ю. В. Пухначев и И. Д. Данилов, авторы книги «Микрокалькуляторы для всех» (М., «Знание», 1986), считают необходимым сначала провести с читателем подробный курс занятий. «Знакомство с микрокалькулятором», «Этапы решения задач на ЭВМ», «Погрешности вычислений», «Культура и искусство программирования» — вот важнейшие этапы этого курса, образующего первую часть книги. Часть вторая — собрание практических задач из разнообразных сфер деятельности. Для каждой задачи прослеживается весь путь от ее постановки до получения

результата, причем каждая программа снабжена комментарием, где разбираются примененные при ее составлении специфические приемы программирования.

«Секреты программируемого микрокалькулятора» — так назвал свою книгу, вышедшую в серии «Библиотечка «Квант» (выпуск 55. М., «Наука», 1986), И. Д. Данилов. Ярок и интересен ее стиль: автор вовлекает читателя в живой разговор о «маленькой, но удаленькой» машинке, приглашает вместе разобраться в особенностях ее работы, ее «секретах».

Если брать в союзники занимательность изложения, то приемы работы на программируемом микрокалькуляторе можно иллюстрировать не только задачами, но и играми, — полагают авторы третьей книги, вышедшей в серии «Кибернетика. Неограниченные возможности и возможные ограничения». Она так и озаглавлена: «Микрокалькуляторы в играх и задачах» (руководитель авторского коллектива Ю. В. Пухначев. М., «Наука», 1986). От простейших развлечений, которые можно предложить даже первокласснику, до некоторых основных положений теории игр — таков восходящий путь, предлагаемый читателю этого сборника. О том, как авторы спрашиваются с ролью гидов, позволяет судить фраза из предисловия, написанного академиком А. П. Ершовым: «После знакомства с книгой

остается ощущение интеллектуального напряжения и безграничного энтузиазма».

Разные главы сборника привлекают к себе людей не только разных возрастов, но и разных вкусов. Четвертая глава «Разбираем игровые задачи» придется по нраву человеку с аналитическим складом ума, пятая глава «Составляем игровые программы» — с конструктивным, причем ее стиль, подчеркнуто беллетристизированный, проникнутый юмором, способен увлечь читателя с гуманистическими склонностями.

«Игры с микроЭВМ» — заголовок книги Я. К. Трохименко (Киев, «Техника», 1986) побуждает предположить, что и тут игры привлечены к делу исключительно в целях занимательности. Однако это предположение неверно. Автор уже в предисловии подчеркивает, как мало внимания уделяется в литературе решению логических задач с помощью ЭВМ. И продолжает: «Навыки в решении подобных задач проще всего (в особенности для пользователей, работа которых не связана с вычислениями) приобрести на примерах решения занимательных игровых задач».

Шестьдесят игровых программ предлагает Я. К. Трохименко своему читателю. Здесь и разнообразные соревнования, и гонки, и посадка на Луну... Есть чем занять досуг! А в заголовках, комментариях — научный фон, на который нетрудно спро-

ложении короля на полях 11 или 12 содержимое регистра Х отрицательно, на поле 14 — положительно, на 13 — равно нулю. В первом случае проверка (52) переправляет управление на команду 59.КИП3, а в регистре З у нас единица, поэтому на индикатор вызывается число из нулевого регистра — ЗГГОГ! «Сверхчисло» останавливает вычисления и передает управление на команду 28.БП 29.97. После С/П с пульта исполняется уже известный фрагмент (97, 00-02), в результате ферзь ходит на 27, если он стоял на 77 (первый ход), либо на 22 (мат!) на втором ходу.

Если король занимает позицию 13 или 14, проводится последняя проверка (53-56). Нормальная процедура выполняется только в ситуации Кр14 не на первом ходу. В остальных случаях управление передается на адрес 38, деление на ноль дает предупредительный ЕГГОГ, а после С/П с пульта команда 42.ВП превращает ноль в единицу, и ферзь делает шах на первую вертикаль (43-44). Если король стоял на 13, дело на этом заканчивается (мат), если же в начале партии вы установили его на 14, игра продолжается.

Обе приведенные в этом выпуске игровые программы обладают общим замечательным качеством: они одинаково успешно побеждают как начинающих шахматистов, так и мастеров, не говоря уже о гроссмейстерах. Да что там рядовые гроссмейстеры — даже чемпион мира Г. Каспаров был бы вынужден спустя короткое время признать ПМК победителем! Во всяком случае, есть такое теоретическое предположение, проверить которое экспериментально, к сожалению, не удалось, поскольку все знакомые администрации профессиональные шахматисты разыгрывали изображенные на наших диаграммах позиции категорически отказались, хотя и не разбирались в достоинствах, скажем, тактического блока программы «Неприкованный король».

Что делать — гроссмейстеры играют не во всех позициях. В некоторых они сразу сдаются. Даже если их партнером выступает скромный ПМК, в распоряжении которого имеется всего-навсего 98 шагов программной памяти. В которую, правда, вложены кое-какие мысли.

Михаил ПУХОВ

цировать игровые перипетии: четвертая глава — «Игры с полной информацией», пятая — «Игры с неполной информацией»... Автор книги, посвятивший немало лет пропаганде вычислительной техники индивидуального пользования, и на сей раз верен своему методическому мастерству: на протяжении первой главы «Игры и кибернетика» успевает познакомить читателя с приемами алгоритмизации задач, в продолжение третьей главы «Решение логических задач» — описать моделирование эвристического мышления на ЭВМ.

Итак, четыре книги. Четыре тропинки в мир современных ЭВМ, на уровень компьютерной грамотности.

С. П. КУРДЮМОВ,
член-корреспондент АН СССР

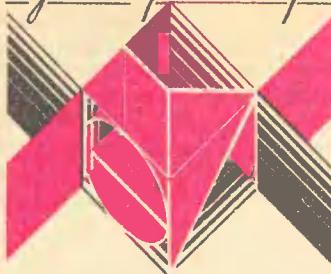
тором повсюду (ориентировано в 1 квартале). Издательство «Финансы и статистика»: Епанечников В. А., Цветков А. Н. Справочник по прикладным программам для микрокалькуляторов (III кв.); Данилов И. Д., Славин Г. В. Пять вечеров с микрокалькулятором (II кв.). Издательство «Недра»: Обработка геологической информации на микрокалькуляторах. Под ред. Бабенко В. В. и др. (IV кв.). Издательство «Машиностроение»: Чапка А. М. Расчетно-проектировочные работы на программируемых микрокалькуляторах. Издательство «Радио и связь»: Трохименко Я. К., Любич Ф. Д. Радиотехнические расчеты на программируемых микрокалькуляторах (I кв.); Цимеринг Ш. Г. Специальные функции и определенные интегралы. Алгоритмы и программы для микрокалькуляторов (III кв.). Кроме того, издательствами «Мир», «Финансы и статистика», «Радио и связь», «Высшая школа» будут выпущены интересные книги, учебники, учебные пособия и справочники по программированию на языках высокого уровня: Бейсик, Фортран, Паскаль и другим. Получить соответствующую информацию можно у товаро-ведов книжных магазинов.

Вячеслав АЛЕКСЕЕВ,
инженер,
дежурный консультант КЭИ

ЧТО ГОД ГРЯДУЩИЙ НАМ ГОТОВИТ

Отвечая на многочисленные вопросы, сообщаем, что в наступающем 1988 году будет продолжен выпуск литературы по программируемым калькуляторам. Издательство «Мир»: Гильде В., Альтрихтер З. С микрокалькуля-

клуб электронных игр



После публикации в прошлом выпуске шахматных программ, в которых активной (матующей) стороной является сам микрокалькулятор, заветная мечта многих наших читателей — устроить поединок двух ПМК и посмотреть, что из этого выйдет, — перешла из разряда несбыточных желаний в категорию тривиального. Так, Владимир Рябов из Казани, ничего не зная о разработке Сергея Вагина, предложил свой вариант игры «Неприкосновенный король». Белым ферзем здесь руководит человек, а движениями черного короля управляет наш электронный помощник. Вот соответствующая программа:

00.ИП4	16.ИП1	32.↑	48.ИПВ	64.х	80.Fx=о
01.П7	17.ИП3	33.3	49.ИПД	65.х	81.00
02.ИПД	18.—	34.ИПД	50.—	66.ИПС	82.ИП5
03.П9	19.ИП9	35.—	51.Fx ²	67.х	83.П7
04.ИПС	20.+	36.Fx ²	52.FBx	68.ИПД	84.FL0
05.П8	21.ПД	37.+	53.Fо	69.х	85.22
06.FL2	22.ИП0	38.↑	54.—	70.Fx=о	86.3
07.09	23.ИП3	39.3	55.х	71.84	87.П0
08.ИП6	24.—	40.—	56.х	72.ИП8	88.FL1
09.%/n	25.ИП8	41.Fx=о	57.ИПС	73.ИПС	89.16
10.ПА	26.+	42.84	58.↑	74.—	90.ИП7
11.С/п	27.ПС	43.ИПА	59.9	75.Fx=о	91.С/п
12.ПВ	28.3	44.ИПС	60.—	76.00	
13.3	29.ИП5	45.—	61.FBx	77.ИП9	
14.П0	30.—	46.↑	62.ИПД	78.ИПД	
15.ПИ	31.Fx ²	47.Fx ²	63.—	79.—	

Перед началом игры надо записать в регистры 3—6 числовые константы: 2 П3 555 П4 333 П5 111 П6, ввести в регистр 2 количество ходов, отпущеных на игру (например, 25), в регистры С и Д — соответственно горизонтальную и вертикальную координаты черного короля, после чего скомандовать В/О С/П. Секунду спустя на индикаторе появится горизонтальная координата короля, а вертикальная хранится в регистре Y, она вызывается командой XY (точно так же

ПМК ПРОТИВ ПМК — ПОБЕДИТ ДРУЖБА!

ПМК сообщает противнику и о результатах каждого последующего хода). Теперь нужно пойти белым ферзем (а король неподвижен, он стоит на поле 33). Ход задается так: (горизонтальная координата) С/П (вертикальная координата) С/П. Теперь ждем ответа черных — в среднем на «раздумья» машинка тратит около одной минуты. По окончании игры ПМК ставит «отметку»: 555 в случае маты или 333 при пате. Если за отведенное количество ходов мат поставить не удалось, на индикаторе появляется 111.

В программе В. Рябова довольно много неиспользованных резервов. За их счет нетрудно, например, повысить сервисность: выводить в регистр X двузначную координату черного короля, как принято в других наших играх на шахматной доске. Предоставляем сделать это самим читателям раздела. А потом можно устроить и «матч века»: ввести в один калькулятор программу из предыдущего выпуска,

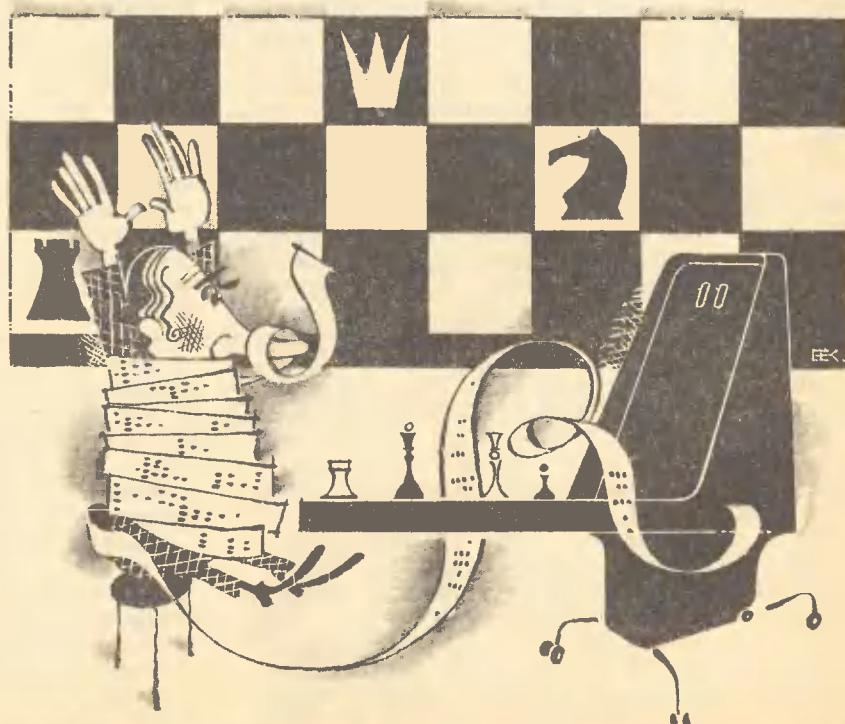
во второй — разработку В. Рябова, расставить фигуры — и начинать.

А если вдобавок ввести в третий ПМК программу В. Алексеева «Шахматные часы» (см. «ТМ» № 6 с. г.), то на долю человека, пожалуй, вообще ничего не останется.

А теперь представляем вашему вниманию новую игру на шахматной доске. Ее разработал студент Киевского политехнического института А. Павлюк. К сожалению, при сланная программа подходит только для МК-61 и МК-52: в ней используется логическая операция «исключающее ИЛИ».

ПОЙМАТЬ МУСТАНГА

Суть игры: на игровом поле 8×7 передвигаются конь (за него играет машина) и охотники. Цель игры: управляя перемещениями охотников (а они ходят по диагонали),



сделать так, чтобы коню некуда было пойти (он передвигается, как соответствующая шахматная фигура). Количество охотников произвольно и задается в начале игры. Чем меньше охотников, тем труднее поймать коня. Вот программа «Мустанг»:

00.1	19.КППС	38.1	57.Кх=Ф	76.-	95.÷
01.0	20.3	39.+	58.Кх=Ф	77.Фх	96.К{}
02.ПД	21.5	40.КППВ	59.ИПЕ	78.80	97.Фx=о
03.ИПА	22.ПД	41.КППС	60.1	79.%	98.82
04.ИПО	23.ИПА	42.Сх	61.0	80.ИПЕ	99.ИПЕ
05.3	24.ИПО	43.ПД	62.÷	81.ПА	100.КППВ
06.×	25.-/	44.Кх=Ф	63.†	82.%	101.КПД
07.+	26.ПО	45.†	64.ПД	83.п9	102.ИП9
08.КППВ	27.5	46.ПЕ	65.ВЛ	84.ПЕ	103.КППВ
09.КППС	28.×	47.ВЛ	66.1	85.-	104.КПД
10.2	29.+	48.Кх=Ф	67.†	86.ПД	
11.0	30.П9	49.Кх=Ф	68.-/	87.9	
12.ПД	31.1	50.-	69.Ф10*	88.÷	
13.ИПА	32.-	51.Фх	70.8	89.К{}	
14.ИПО	33.КППВ	52.8	71.+	90.Фx=о	
15.2	34.КППС	53.-	72.КИПД	91.99	
16.×	35.Сх	54.Кх=Ф	73.КФ	92.ИПД	
17.+	36.ПД	55.‡	74.%	93.1	
18.КППВ	37.ИП9	56.Фcos	75.КИПД	94.1	

После ее ввода нужно установить переключатель Р—Г в положение Г и ввести исходные данные: 44 ПВ 75 ПС 4 ПО. В регистрах 1—8 хранится изображение игрового поля с охотниками: регистр 1 — это первая горизонталь, регистр 2 — вторая и так далее. Единички в дробной части изображают охотников, нолики — незанятые клетки, а восьмерка слева никакой роли не играет, это просто признак выполнения логической операции. Если, скажем, в начале игры охотников девять, причем они занимают все поля на первой горизонтали и крайние поля на второй, ситуация изображается так: 8.1111111 П1 8.1000001 П2 8 П3 8 П4 8 П5 8 П6 8 П7 8. В регистре А вводится двузначная координата мустанга, допустим, 54 ПА. Первая цифра — номер клетки по вертикали, вторая — по горизонтали. В начале игры нужно отдать дополнительную команду БП 83. Ход задается так: (координата охотника, который ходит) ПП, (координата поля, куда он ходит) С/П. Допустим, 12 ПП 34 С/П. В ответ ПМК выдает на индикатор двузначную координату мустанга. Проконтролировать положение охотников можно, просмотрев регистры 1—8. Если мустанг пойман, ПМК зацикливается. Охотники

могут ходить только по диагонали, в противном случае на экранчик выводится дробное число и надо повторить ввод. Привожу пример игры с заданным выше комплектом исходных данных (запись 11/55=66 означает, что охотник, стоявший на поле 11, сходил на 55, а ПМК ответил 66):

11/55=66; 21/43=74; 17/53=86;
15/33=65; 33/44=57; 27/45=76;
45/56=84; 13/31=63; 31/42=51;
14/32=72; 55/64=84; 56/65=63;
64/55=51; 12/45=72; 45/63=84;
53/64=72; 44/53=84; 42/51=72;
55/66=84; 66/75=72; 75/84=
мустанг пойман, ПМК зациклился.

НОВОСТИ ЕГГОЛОГИИ

«Здравствуй, дорогая редакция, — пишет нам учащийся СПТУ-114 из Гомеля С. Володько. — Вот опять у меня собралось несколько открытых, и я спешу сообщить вам о них.

1. Вы составили уже несколько программ, где использован нестандартный оператор «точка». Он вызывает в регистр X число из особого регистра памяти — назовем его X_2 . Чтобы записать туда число, можно воспользоваться командами FBx, «стрелка вверх» и так далее. Но во всех случаях при записи числа в регистр X_2 содержимое стека меняется. А как быть, если это нежелательно? Вот здесь и пригодятся команды, коды которых начинаются на «пусто» и о которых вы неоднократно писали. Кстати, в шестнадцатиричной системе счисления после Е идет буква F, которая на наших ПМК обозначается как «пусто». И поэтому, раз все остальные символы имеют буквенные обозначения, то почему бы не называть символ «пусто» буквой F? Так вот, все команды, коды которых начинаются с «пусто», заносят число в регистр X_2 , не меняя содержимого стека. Воспользуемся, к примеру, программой:

39.Fx² 40. FABT B/O КППА FПРГ 41.Fx² 42.ПО 43.. 44.С/П. По адресу 40 дана последовательность команд для получения кода FA («пусто — минус»). Скомандуем теперь FABT 3 БП 39 С/П. На

индикаторе 9 (три в квадрате), а в регистре 0—81 (три в четвертой степени). Если бы в верхних регистрах стека находились какие-нибудь числа, с ними бы ничего не случилось.

2. Теперь расскажу об удивительном свойстве команды В/О. Вот программа:

00.1 01.ВП 02.5 03.0 04.Fx² 05.В/О. Переходим в режим АВТ и скомандуем В/О С/П. На индикаторе ЕГГОГ. Команды С/П не было, а вычисления остановились, следовательно, команда В/О служит остановом, если в регистре X находится «сверхчисло». А куда передалось управление? FПРГ. Оказывается, на адрес 01, так как стек возврата из подпрограмм был очищен. Вернемся в режим АВТ и наберем 1 ВП 50 Fx² Fx² 1234X. Мы записали в стек возврата число 301234. В/О С/П FПРГ. На сей раз управление передалось на адрес 31. Продолжим: FABT B/O С/П FПРГ. Теперь мы попали на адрес 13. Отсюда вывод: если в регистре X находится «сверхчисло», то команда В/О передает управление на адрес, записанный в стеке возврата, после чего программа останавливается.

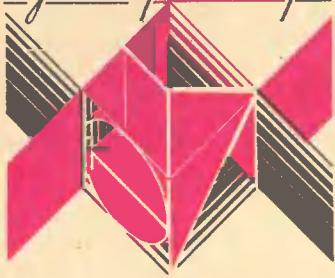
3. В инструкции к ПМК написано, что аргумент тригонометрических функций не может быть больше 10^{10} . Установим переключатель Р—Г в положение Г, наберем 1 ВП 10 и возьмем от этого числа синус. На индикаторе ЕГГОГ, все правильно. Теперь наберем 1 ВП 50 Fx² и возьмем синус от «сверхчисла». ПМК выдает ответ $/-9,8480774 \cdot 10^{-1}$. Правилен ли он? Возьмем синус от 1 ВП 5, 1 ВП 6, 1 ВП 9. Во всех случаях горит этот же результат. Следовательно, ответ правильный. Верный результат будет получаться для чисел вплоть до $9,999999 \cdot 10^{100}$. А дальше начнется то, что немножко напоминает «числовой океан», о котором вы писали.

Одна голова — хорошо, а больше — лучше. Я предлагаю всем вместе разобраться в моем открытии, причем не только для синуса, но и для косинуса, и для тангенса.

Ну что ж, проблема поднята интересная. Действительно, каким образом вычисляет ПМК тригонометрические функции «сверхчисел»? В каких случаях машинка выдает правильный результат и от чего это зависит? Ждем ваших соображений.

клуб электронных игр

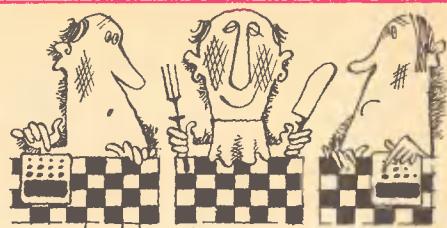
клуб электронных игр



В уходящем году по количеству писем читателей КЭИ далеко обогнал остальные разделы «ТМ». Нам прсылают новые игровые программы и модификации старых, ответы на предлагаемые задания, оригинальные исследования в области нестандартных приемов и так далее. Немало и соображений по дальнейшей работе клуба. Многие задают вопрос: почему не было выпусков КЭИ в апрельском и октябрьском номерах — неужели не хватает материалов? Отвечаем: материалов хватает, а вот места в журнале — не всегда. Но положение может измениться, если начнет

выходить специализированное приложение к «ТМ» по программированию и вычислительной технике (а планы такие есть). На его страницах найдется место и для уроков программирования на различных языках, и для игр, и для информации, и для советов компьютерным самодельщикам. Ждем ваших предложений и рекомендаций по структуре и содержанию этого издания, каким оно должно быть.

Рекордное число откликов пришло на выпуск КЭИ, посвященный динамическим играм (№ 6). Читатели с завидным единодушием хвалили программу «Лунолет-Д» и с не меньшим единодушием критиковали программу «Автомобиль» — играть с нею не очень-то интересно. Приносим свои извинения: из текста статьи по недосмотру администрации КЭИ исчезло упоминание о том, что предлагается не полноценная игра, а просто идея игры с нестандартным видеоблоком, а все остальное каждый может оборудовать по своему вкусу. Так, кстати, и сделали практически все, критиковавшие программу, поэтому первоначальный замысел можно считать осу-

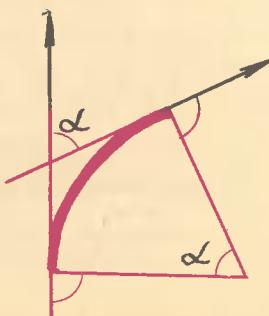


ществленным, а инцидент — исчерпанным.

Явственно обозначившийся в откликах читателей интерес к динамическим программам мы постараемся удовлетворить в следующем выпуске (готовится к публикации игра киевлян Владимира Талалаева и Владимира Шило «Бесконечная история», в сценарии которой присутствует смелый воин, сражающийся с силами зла в сказочной стране Фантазии). Но те же отклики наглядно продемонстрировали и повышенный спрос на игры с автомобильной тематикой, которые прежде на страницах КЭИ не появлялись. Именно такие игры разрабатывает, например, московский студент Феликс Андропов. Предлагаем вашему вниманию один из них.

РАЛЛИ

Программа моделирует равнопеременное движение автомобиля по дуге произвольной длины с произвольным центральным углом α . Он (см. рисунок) равен углу между векторами, касательными к дуге в ее конечных точках и направленными по движению автомобиля. Если угол равен π , то на указанном отрезке пути автомобиль делает разворот на 180° ; если 2π , то замкнутый круг указанной длины. И так далее. Таким образом, можно задать произвольную траекторию движения.



Вместо сравнения возникающей центростремительной силы с силой сцепления колес с дорогой программа сравнивает соответствующие ускорения и определяет, следует ли автомобиль по заданной траектории или сошел с нее. Недородность дорожного покрытия моделируется псевдослучайным коэффициентом сцепления колес с дорогой.

Поскольку в данной игре не накладывается ограничений на мощность мотора, то сила тяги определяется лишь силой сцепления колес с дорогой. Поэтому предельное ускорение вычисляется как произведение коэффициента сцепления на ускорение свободного падения.

Перед набором основной программы необходимо сформировать видеосигнал ИГ, а также получить ЗГГОГ второго порядка из этажа ОС-оборотней. Для этого надо набрать вспомогательную программу: 00.↑ 01.1 02.ВП 03.5 04.0 05.Fx² 06.Fx² 07. Fx² 08.× 09.ПА 10.Cx 11. С/П, выйти из режима ПРГ и набрать 1 ВП 20 В/О С/П. По окончании счета скомандовать КИПА ИПА ИПС FABT точка FABT ВП /—/59КНОПВП1КНОПП1КИП1 ИП1 П8. Теперь сигнал ИГ находится

в регистре 8. Чтобы получить указанный ЗГГОГ, следует изменить в программе команду ПА по адресу 09 на П4, выйти из режима ПРГ и отдать команду 1 ВП 42 В/О С/П. Затем нажать В/О ФПРГ и набрать основную программу. Вот она:

00.%	17.ПП	34.36	51.7	68. Fx ²	85.%
01.ИП6	18.95	35.Cx	52.÷	69.ИПА	86.П2
02.ИП5	19.—	36.ПС	53.07	70.×	87.ФО
03.ИП5	20.Kx>08	37. Fx ²	54.ПП	71.2	88.ПД
04.×	21.FBx	38.ИПД	55.96	72.÷	89.ИП3
05.%n	22.ПА	39.÷	56.—	73.—	90.0
06.ПА	23.+	40.ИП2	57.П9	74.Fx>0	91.ФО
07.Fx>0	24.ФО	41.×	58.Fx>0	75.00	92.+
08.47	25.ИП1	42.ПП	59.64	76.ИП6	93.П3
09.ПП	26.+	43.95	60.КИП4	77.+	94.КБП8
10.95	27.П1	44.П7	61.ИП4	78.П6	95.ИП7
11.+	28.ФО	45.КИП7	62.ИПС	79.ИПД	96.ИП0
12.Kx>08	29.ИПА	46.ФО	63.%o	80.—	97.×
13.FBx	30.×	47.ИП7	64.ФО	81.Fx>0	98.%o
14.~/—	31.ИПС	48.—	65.ИПС	82.00	
15.ПА	32.+	49.4	66.×	83.П6	
16.КБП8	33.Fx>0	50.+	67.кx	84.ИП8	

В адресуемых регистрах во время игры находятся следующие величины: 0 — ускорение свободного падения 9,81 (изменив эту величи-

ну, получим возможность организовывать ралли на других планетах); 1 — общее время в с; 2 — угол поворота в радианах; 3 — общий пройденный путь в м; 4 — аварийный сигнал ЗГГОГ; 5 — константа 3,6; 6 — пройденный путь в м; 7 — коэффициент сцепления; 8 — сигнал 1Г; 9 — разность между центростремительным ускорением и предельно возможным; А — ускорение автомобиля в $\text{м}/\text{с}^2$; С — скорость автомобиля в $\text{м}/\text{с}$; Д — длина участка в м.

Перед началом игры вводим 3,6 П5 9,81 ПО 0,6 П7 (протяженность первого участка трассы, м) ПД П3 (угол поворота первого участка, рад) П2 О ПА ПС П6 П1. Теперь В/О С/П.

На индикаторе начальная скорость в $\text{км}/\text{ч}$, в регистре У — пройденный путь, отсчитываемый от начала участка, в м (сейчас, естественно, 0). Набираем время в с, нажимаем стрелку вверх, затем ускорение в $\text{м}/\text{с}^2$ и С/П. Примерно через 20 с на индикаторе появляется текущая скорость, в регистре У — пройденный путь. Задаем следующий маневр аналогичным образом.

В процессе игры полезно заглядывать в регистр 9 — если его содержимое близко к нулю, значит, автомобиль вот-вот полетит в кювет.

Если на индикаторе появляется сигнал 1Г, значит, заданный участок трассы пройден. После этого отдаём команду: (протяженность следующего участка трассы) стрелка вверх (угол поворота в рад) С/П. Угол удобно набирать в целых долях π. Спустя приблизительно 20 с на индикаторе вновь текущая скорость, в регистре У — пройденный на новом участке путь.

При аварии (центробежная сила срывает машину с дороги) на индикаторе появляется «длинный

монстр», в которого преобразовался наш ЗГГОГ. После первой аварии непосредственно перед ЕЕ появляется 101, после второй — 102 и так далее. Чтобы вернуть автомобиль на трассу, надо отдать команды: FABT FABT (точка исчезает) Сх (ЕГГОГ) Сх 1 ВП 50 Fx² Fx² (ЗГГОГ) Сх (0) ПС В/О ПП В/О ПП В/О ПП В/О С/П. Теперь, как и раньше, на индикаторе текущая скорость (после аварии 0), в регистре У — пройденный на участке путь. Можно продолжить движение обычным порядком.

Игру можно считать оконченной после прохождения любого очередного участка. Общее время находится в регистре 1, общий пройденный путь — в регистре 3.

Чтобы начать игру сначала, необходимо вновь набрать вспомогательную программу и получить ЗГГОГ второго порядка (1Г у нас есть). Регистры 1, 2, 3, 6, А, С, Д заполнить согласно инструкции, содержимое остальных можно оставить прежним.

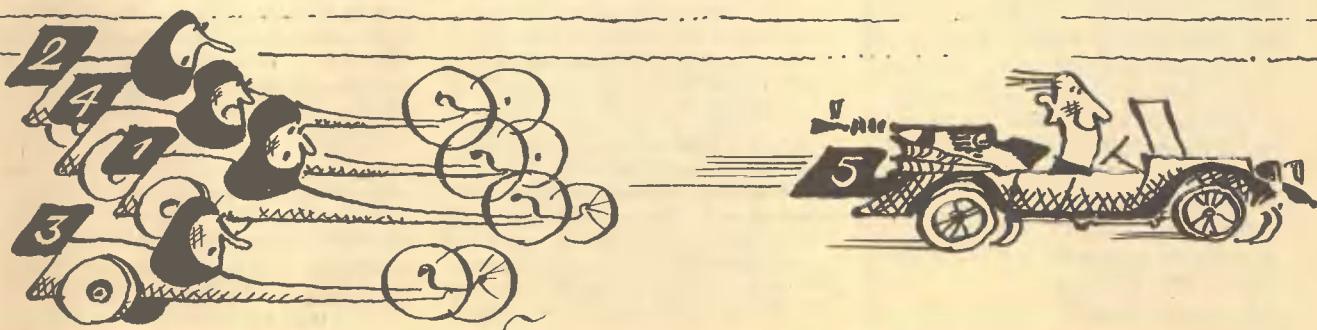
По адресам 01—05 расположены блок вывода пройденного пути и текущей скорости. Задаваемое ускорение записывается в регистр А (адрес 06); время маневра остается в стеке, при обращении к ПП (адреса 09—10 или 17—18) поднимается до регистра Т и «цепляется» за конец стека. По адресам 07—22 расположены блоки контроля абсолютной величины ускорения. В нем в зависимости от знака заданное ускорение сравнивается с предельным либо по одной (09—16), либо по другой (17—22) ветви, и если заданное ускорение превышает по модулю предельное, то оно заменяется на предельное. Плюс по адресу 23 сдвигает содержащуюся в стеке информацию вниз. Команды по адресам 24—27 прибавляют время маневра к обще-

му времени движения; по адресам 28—36 вычисляется текущая скорость; если она оказывается отрицательной, то считается нулевой (автомобиль не имеет заднего хода). По адресам 37—41 вычисляется центростремительное ускорение. Далее, по адресам 42—52 вычисляется псевдослучайный коэффициент сцепления, колеблющийся в пределах от 4/7 до 5/7. Его значение умножается на 9,81 (адреса 54—55), и полученная величина вычитается из находящейся в стеке величины центростремительного ускорения. Разность заносится в регистр 9 (адрес 57). Если действующее на автомобиль центростремительное ускорение превышает предельное (разность положительна), то ОС-оборотень в регистре 4 модифицируется (адрес 60) и вызывается в регистр Х, после чего командами по адресам 62—63 и 01—02 на индикатор вызывается его «хвост». В противном случае осуществляется переход на адреса 64—73, по которым вычисляется приращение пройденного пути. Далее с учетом этого приращения пройденный путь сравнивается с длиной текущего участка (адреса 74—82). Если участок не пройден до конца, то управление передается на блок вывода, в противном случае выводится сигнал 1Г. Затем в память заносится угол поворота и длина следующего участка (адреса 86—88), последняя прибавляется к общему пройденному пути, и одновременно в стек заносится ноль (адреса 89—93). И осуществляется переход на адрес 23.

Трассу удобно описывать легендой, представляющей собой таблицу, в одну колонку которой заносится протяженность каждого из участков трассы, а в другую — соответствующие углы поворота.

Феликс АНДРОПОВ

клуб электронных игр



НОВОСТИ ЕГГОЛОГИИ

Как известно, коды некоторых нестандартных команд, включающие «пусто», можно получать лишь на строго определенных адресах программной памяти. В связи с этим представляет интерес сообщение Сергея Федотова из города Реутова Московской области:

«Можно сдвинуть записанную программу в микрокалькуляторе МК-54 и изменить содержимое регистров памяти по следующему алгоритму. Команды смещаются на 35 ходов вперед, например, команда, записанная по адресу 00, перепишется на адрес 35 и т. д. Содержимое регистров перемещается следующим образом (первая цифра — старый номер, вторая — новый): 0—5, 1—6, 2—7... 5—А, 6—В, 7—С, 8—Д, 9—0, А—1, В—2, С—3, Д—4.

Вот последовательность нажатия клавиш для осуществления указанных перемещений:

Сx К— ВП П9 стрелка (2 раза) ИП8 стрелка (три раза) ИП9 ХУ ХУ ИП9 стрелка (три раза). Для повторения сдвига меняется начало: ИПО П9 стрелка (2 раза), далее как прежде. К сожалению, содержимое регистра 9 теряется, а при многократном прохождении и содержимое некоторых других, согласно алгоритму. При повторении операции несколько раз надо следить, чтобы «точка» не попала в регистр С. В этом случае калькулятор выходит из повиновения».

Еще один ЕГГОГ. Администрация КЭИ извещает всех любителей программирования, что автором игры «Ладейный эндшпиль» (№ 9) является не С. Белонос из города Запорожье, а Станислав Антонович Сухонос из города Тальное Черкасской области. Ошибка, по-видимому, объясняется тем, что доработку программы администрация производила в отпуске, в отрыве от архивов КЭИ, полагаясь исключительно на свою память. А человеческая память, увы, пока еще отстает по своей надежности даже от памяти ПМК.

Приносим С. А. Сухоносу свои извинения. Желаем ему и всем остальным активистам КЭИ новых творческих успехов.

С Новым годом!



БЕСКОНЕЧНАЯ ИСТОРИЯ

Пустоте смертельны — кое-где Тьму заменяет ЕГГОГ.

Что известно игроку?

1. Южный Оракул находится где-то на юге.

2. Подступы к нему охраняет Сфинкс.

3. Напрямую через Сфинкса вам не прорваться.

4. Если идти на север, то при удаче можно встретить Фалькора, который перенесет вас на широту Южного Оракула, минуя Сфинкса.

5. Но на севере вас поджидает Гморг, который способен сожрать вас.

6. Тьма-Пустота иногда ставит ловушки, из которых нельзя выбраться.

7. Если не успеть к Оракулу — Пустота сомнется.

8. Если вы достигли Оракула, программа остановится: вы спасли страну Фантазию.

Имея эти данные, остается только научиться управлять движением. Делается это, конечно же, с помощью переключателя углов.

Положение Г. За один ход осуществляется поворот на 90° по часовой стрелке и перемещение на шаг в новом направлении.

Положение Р. За один ход осуществляется поворот на 90° против часовой стрелки и перемещение на шаг в новом направлении.



Все более широкое распространение получают сейчас компьютерные фильмы, в которых зритель может по ходу дела вмешиваться в развитие сюжета, либо сделанные с помощью ЭВМ. Предлагаемые программы для ПМК разработаны нами с Володей Шило по мотивам одногого из них.

Страшная, всесокрушающая Пустота шаг за шагом поглощает страну Фантазию. Жители страны надеялись, что им поможет Принцесса. Но она тяжело больна, и причина болезни — все та же надвигающаяся Пустота.

И один храбрый воин (совсем еще мальчишка!) отправляется на поиски лекарства, которое излечит Принцессу.

В конце концов выясняется, что о таком средстве знает Южный Оракул. Но как к нему добраться? Отважному воину помогает Фалькор — Дракон, Приносящий Удачу. Он переносит его к самым воротам, ведущим к Южному Оракулу, заодно спасая от Гморга — чудовища, порожденного Пустотой.

Но вход к Южному Оракулу охраняет Сфинкс, который пропустит только чистого душою и смелого человека, остальных же — испепелит.

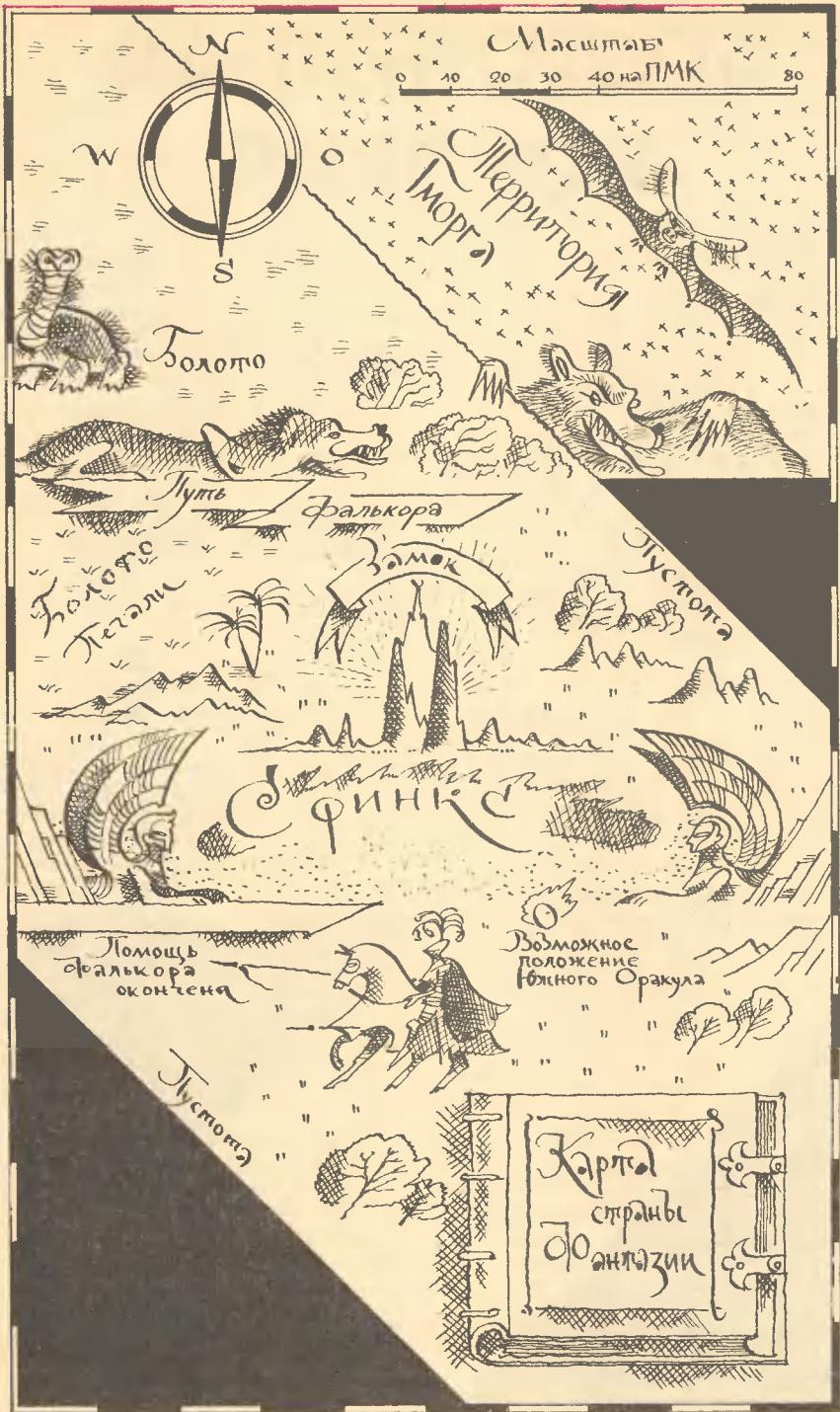
И вот Южный Оракул говорит, что нужно делать...

На этом мы пока и остановимся, ибо для программы вполне достаточно. Впрочем, добавим, что если бы Пустота сумела поглотить дворец Принцессы — то вся страна Фантазия погибла бы.

Замечу, что получившаяся у нас с Володей программа относится к так называемым маршевым: с одной стороны, это динамическая игра в масштабе времени, с другой стороны, в ней имеются «усыпляющие» своей монотонностью вашу бдительность счетные блоки-фрагменты.

В чем суть программы? Вы находитесь в самом центре страны Фантазии (во дворце Принцессы) и отправляетесь оттуда в опасное путешествие, чтобы найти средство для ее исцеления.

Вам нужно найти Южного Оракула. За каждый ход вы можете продвинуться только на одну позицию. Что же происходит вокруг? А вокруг наступает Пустота (ее роль прекрасно сыграет столь популярная нынче Тьма (команда «точка», или, как ее еще называют, «пустышка»). Впрочем, не все места в



Положение ГРД (промежуточное). За один ход осуществляется перемещение на шаг в прежнем направлении.

Ваши текущие координаты выдаются в режиме мерцания: сперва мерцают координата по оси X (долгота); положительные числа соответствуют отклонению к востоку, отрицательные —

к западу. Затем выдается координата по оси Y (широта); «минус» дает отклонение к югу, «плюс» — к северу.

После этого программа идет на следующий цикл.

Если вы попали в зону, захваченную Гморгом, или в область, простираемую Сфинксом, или же Пустота

сомкнулась, поглотив дворец Принцессы, — на экран выводится Тьма.

Если вы оказались на других участках, захваченных Пустотой, на индикаторе вспыхнет ЕГГОГ. В этом случае надо:

- Подумав, установить переключатель углов в новое положение.
- Нажать В/О С/П.

Если не удалось за пять ходов выбраться из «болота ЕГГОГов», значит, вы угодили в ловушку Пустоты и проиграли. В противном случае возобновляется прежний режим индикации. Во время блужданий по «болоту ЕГГОГов» текущие координаты не выводятся, и вы не знаете своего местоположения, как и в настоящей Пустоте, где нет понятий «вперед», «назад», «вправо», «влево»...

При выходе к Южному Оракулу программа останавливается, в регистрах X и Y — нули. Это можно трактовать, как благополучное возвращение в замок Принцессы с победой (вспомните ваши начальные координаты).

Минимальное время работы программы до выигрышного финала — 15—20 минут. Максимальное — до полной победы Пустоты над страной — около двух часов.

Теперь рассмотрим текст программы для МК-52:

00.6	18.ИП4	36.С/п	54.Фх=0	72.ИП4	90.5
01.ИП4	19.ИП3	57.ИП4	55.64	73.—	91.ИП4
02.Фcos	20.Фx=0	38.ИП9	56.ИП5	74.Фx=0	92.—
03.Фx<0	21.27	39.×	57.Фbx	75.78	93.Фx=0
04.18	22.ИП2	40.ПС	58.—	76.ИПВ	94.96
05.ИП3	23.П3	41.П0	59.Фx>0	77.П5	95.С/п
06.Фx=0	24.0	42.ИП4	60.63	78.ИП5	96.ИП4
07.14	25.П2	43.ИП2	61.ИПД	79.ИПЕ	97.КПП8
08.ИП2	26.КБП7	44.+	62.С/п	80.—	98.ИП5
09.1/-	27.1/-	45.П4	63.К-	81.Фx=0	99.†
10.П3	28.П2	46.ИП5	64.ИП5	82.85	A0.†
11.0	29.0	47.ИП3	65.Фbx	83.ИПД	A1.†
12.П2	30.П3	48.+	66.1	84.С/п	A2.†
13.КБП7	31.ФL0	49.П5	67.—	85.ИПВ	A3.†
14.П2	32.42	50.+	68.—	86.ИП5	A4.†
15.0	33.ФL1	51.Ких1	69.Фx=0	87.—	A5.В/о
16.П3	34.37	52.ИПС	70.78	88.Фx=0	
17.КБП7	35.ИПД	53.—	71.ИП6	89.96	

Распределим регистры памяти. 7 и 8 — адреса переходов, 9 — необходимая константа, А — число для управления движением. В регистрах 4 и 5 хранятся ваши текущие координаты X и Y, регистры 2 и 3 задают направление перемещения, поэтому в одном из них в начальном положении должен быть нуль, в другом — единица. Регистры 0 и 1 управляют движением Тьмы (Пустоты), сама же она спрятана в регистре D. Долгота границы зоны, патрулируемой Фалькором, хранится в регистре 6, широта Южного Оракула — в регистре B, широта Сфинкса (она на единицу большее широты Оракула) — в регистре E.

Вот комплект исходных данных:
31 П7 99 П8 10 П9 П1 1 П3 100 П0 ПА
ПС 7 /—/ П6 40 /—/ ПВ 39 /—/ ПЕ
Сх П4 П5 П2 ÷ ВП ПД. Теперь нужно прочистить стек (нажать 0 и семь раз стрелку вверх), затем В/О С/П.

Рассмотрим назначение каждого блока.

00—30 — управление поворотами при движении;

31—41 — управление движением Пустоты;

42—49 — управление вашим движением по территории страны;

50—63 — проверка на попадание в Пустоту и к Гморгу;

64—77 — проверка на попадание в зону, патрулируемую Фалькором;

78—84 — проверка на попадание в зону, простираемую Сфинксом;

85—95 — проверка на попадание к Южному Оракулу;

96—A5 — индикация ваших текущих координат и возврат на начало программы.

Надеемся, что существенную помощь в странствиях вам окажут разработанные Володей Шило карты страны Фантазии.

В первоначальном варианте программы для Б3-34 Сфинкс отсутствовал, для соответствующего блока в памяти не хватило места. Однако, просмотривая перед отправкой в редакцию тексты программ, мы заметили, что за счет более рациональной организации блока (00—30) нетрудно их сократить на шесть команд. В результате и здесь появился Сфинкс, который «простреливает» широту на единичку выше Южного Оракула. Вот этот вариант:

00.%	17.П3	34.ПС	51.ИП5	68.—	85.+
01.ИПА	18.0	35.П0	52.ФБХ	69.ФХ>0	86.ФХ=0
02.Фcos	19.П2	36.ИП4	53.—	70.73	87.90
03.ФХ<0	20.КБП7	37.ИП2	54.ФХ>0	71.ИПВ	88.ИПД,
04.12	21./—/	38.+	55.58	72.П5	89.С/Н
05.ИП3	22.П2	39.П4	56.ИП5	73.ИПВ	90.ИП4
06.ФХ=0	23.0	40.ИП5	57.С/Н	74.ИП5	91.КПП8
07.22	24.П3	41.ИП3	58.К—	75.—	92.ИП5
08.ИП2	25.ФЛ0	42.+	59.ИП5	76.ФХ=0	93.†
09./—/	26.36	43.ИП5	60.ФВ	77.84	94.†
10.БП	27.ФЛ1	44.+	61.1	78.5	95.†
11.17	28.31	45.ФХ ²	62.—	79.ИП4	96.†
12.КХ<07	29.ИПД	46.ФГ	63.—	80.—	97.†
13.ИП3	30.С/Н	47.ИПС	64.ФХ>0	81.ФХ=0	98.%
14.ФХ=0	31.ИП	48.—	65.73	82.90	
15.21	32.ИП9	49.ФХ>0	66.ИП6	83.С/Н	
16.ИП2	33.Х	50.59	67.ИП4	84.1	

Все исходные данные прежние, кроме содержимого регистров 7 и 8 : 25 П7 93 П8. Регистр Е, естественно, не задействован — широта Сфинкса задается программно. Правила игры тоже изменяются. Аналогичное сокращение можно сделать и на МК-52, разместив в освободившихся ячейках какой-нибудь новый блок. Сконструировать его вам поможет ваша фантазия.

Владимир ТАЛАЛАЕВ
Киев

КАК СОКРАТИТЬ ПРОГРАММУ?

По мнению администрации КЭИ, игра В. Талалаева и В. Шило заслуживает самой высокой оценки. Однако не будем забывать нигде до сих пор четко не сформулированный девиз нашего клуба: «Развлекая — обучаться». Рекомендуем самостоятельно разобраться в том, каким образом авторам удалось высвободить шесть шагов программной памяти (а это очень много!) в начале программы. Освобождающиеся ячейки в игровых программах, как правило, удается использовать либо для улучшения игровых качеств, либо для повышения сервиса. Прежде чем продемонстрировать некоторые, в общем-то, стандартные приемы, с помощью которых можно подвернуть произведение молодых киевлян дальнейшему сокращению (а это позволит обогатить фауну сказочной страны еще какими-нибудь чудовищами), обратим внимание, что возврат на начало осуществляется здесь командой В/О. При таком использовании, как мы знаем, стек подпрограмм должен быть пуст. А как быть, если он (скажем, в результате работы с предыдущей программой) заполнен какими-нибудь адресами? В свое время (№ 3 за 1987 год) на страницах КЭИ приводился довольно громоздкий метод очистки стека подпрограмм. Но жизнь не стоит на месте. Вот какую процедуру придумал наш постоянный корреспондент Владимир Иванов из Москвы: нажать Сх, стрелку вверх, затем ÷ ВП ФХ² Сх ХУ Сх. Суть способа — создание и последующий сброс ЗГГОГа с иулевой мантиссой (если перед сбросом заслать его в какой-нибудь регистр и затем расшифровать, убедимся, что мантисса действительно равна иулю). Легко видеть, что по сравнению с ранее опубликованным способом В. Иванова дает экономию минимум в четыре нажатия клавиш.

А теперь займемся программой В. Талалаева и В. Шило. Надо сказать, что, как правило, кое-какие последовательности команд без всякого ущерба можно записывать по-разному. Полезно бывает перепробовать все мыслимые варианты. Нетрудно заметить, что в уже сокращенной авторами для Б3-34 фрагменты (12—15) и (16—20) можно безболезненно переставить, сменив одновременно адреса переходов. В результате

такой фрагмент (03—20) примет вид:

03. Fx<0.04.17 ... 10. БП 11.13 12.ИП2
13.П3 14.0 15.П2 16.КБП7 17.КХ≠07 18.
ИП3 19.ФХ≠0 20.12

Остальные команды, в том числе и пропущенные, остаются прежними. Посмотрим внимательнее на фрагмент (16—17). Что будет, если вместо 16.КБП7 ввести пустую команду 16.КНОП? Очевидно, программа будет работать по-прежнему: ведь при нуле в регистре Х (а он введен туда командой 14.0), команда 17.КХ≠07 передаст управление на адрес 25, хранящийся в регистре 7, то есть исполнит функцию пропущенной КБП7. Теперь можно «подтянуть» всю остальную программу, и мы поступим по-другому: заменим (16—17) на 16.ФХ≠0 17.25 и одновременно впишем новый адрес в команду условного перехода (03—04) — 04.16. Итак, лишь за счет более рациональной организации свободы регистров 7, он нам пригодится в дальнейшем. Переходим к фрагменту (32—33). Здесь выполняется умножение на 10 — именно это число хранится в регистре 9, а больше он нигде не используется. Естественно решение — записать 32.ВП 33.1. Еще один регистр к нашим услугам.

Обратим внимание на одиотипные блоки (54—57) и (86—89). В обоих случаях при выполнении условия исполнения ИПД С/П, а при невыполнении управление передается на следующую по порядку команду (58.К — либо 90.ИП4). Но вызов «пустышки» при проигрыше производится и по адресам 29—30. Записав 29 в освобожденный регистр 9, получаем возможность заменить первый из указанных фрагментов командой КХ<09, а второй — КХ≠09. «Единым махом» программа сокращена на 6 команд. Заменив же прямые операторы условных переходов на старых адресах 64—65 и 69—70 косвенными (с использованием регистра 7), экономим еще две, итого восемь. Далее, легко исключить одну-две команды, записывая в регистр Д вместо «пустышки» настоящую Тьюму или, допустим, ЗГГОГа (в этом случае пропадет нужда в С/П, кроме того, можно использовать «сверхчисло» и для косвенного перехода, как неоднократно делалось в КЭИ)...

Словом, идея понятна. А теперь попытайтесь сами улучшить «Бесконечную историю» за счет введения каких-нибудь новых игровых эффектов. Желаем вам в этом успеха!

клуб электронных игр

«И БЫСТЬ СЕЧА ТУ ВЕЛИКА...»

«Монгольские орды еще опустошали Русь, когда в ее пределы с запада вторглись немецко-датские рыцари, поддержанные вдохновителем крестового похода папой римским», — так описывают историки трудный период развития средневековой Руси.

Надо сказать, что идея моделирования исторических битв появилась в КЭИ, еще когда отмечалось 600-летие Куликовской битвы. Однако работа заслопорилась из-за трудного поиска алгоритма такой игры. Тогда мы обратились за помощью к своим постоянным корреспондентам. Предлагалось подумать и над другими темами: экологическими, социально-психологическими...

Первым откликнулся Юрий Пшеник из города Молодечно Минской области, до этого разрабатывавший преимущественно инженерно-физические игры («Термодиражабль», «Подводные аппараты» и др.); теперь он приспал свои варианты экологической и исторической программ. К сожалению, обе не вполне дотягивали до принятого в КЭИ «стандарта» и были возвращены автору на доработку; впрочем, так случается почти с каждой новой игрой. Тем не менее уже первый вариант «Битвы» Ю. Пшеника помог более четко определить критерии моделирования средневекового боя, о чем мы тут же сообщили ему, одновременно начав самостоятельную разработку этой темы.

Что же было выбрано за основу? От моделирования реально происходивших сражений пришлось отказаться сразу — их исход уже известен, что было, то было. От использования ПМК в качестве простого счетчика событий или суды для двух игроков мы тоже отказались. В конце концов, двое могут сыграть между собой и без электронного «рефери». Тут важно понять, чего мы ждем. Полководец во все времена ценился по силе не столько рук, сколько ума. Его таланты определяются прежде всего в умелом управлении войсками: получая информацию о разворачивающихся на поле боя событиях, он должен отдавать приказы о перераспределении сил, вводе подкреплений, определяя направление и момент главного удара... Решено было ограничиться наиболее часто встречавшимся в средневековье типом сражения.

Упомянутый рыцарский орден располагал крупными силами тяжелой конницы. Ее преимущества проявлялись при построении войска клином или «свиньей» — более легкая и сравнительно слабо защищенная пехота пряталась

в середине клина и вступала в бой лишь после того, как «острие» протаранит заградительные заслоны защищающихся войск. А если принять во внимание, что тактика «свиньи» не предусматривает каких-либо обходных или боковых маневров, то с обязанностями предводителя такого воинства легко справится ПМК. У защищающейся стороны гораздо больше возможностей в проведении различных тактических приемов, здесь и засады, и фланговые удары, и примененные Александром Невским «клещи».

Итак, игровая ситуация выбрана: клин тяжелой конницы «электронных рыцарей» врезается в передовой полк нашего читателя, у которого, помимо основного заградительного, имеются еще полки правой и левой руки, а также резерв. Как управлять боем? Необходима информация на каждый период времени — какова потеря в том или ином полку и какова численность нападающих. Конечно, для настоящего сражения столь скромных сведений недостаточно, но для игры хватит. На этом принципе и основан алгоритм программы «Битва»: у ПМК численность войск побольше, защищенность рыцарей тоже, поэтому и потери на каждый час сражения поменьше, зато игрок может внезапно ударить с флангов или из засады. Неожиданность в некоторых случаях помогает лучше, чем броня, поэтому поражающий фактор резко увеличивается, хотя и ненадолго. Если же ПМК успеет «опомниться» и перегруппирует свои силы (а резерва-то у нас уже нет!), исход будет предрешен.

А теперь два варианта программы «Битва». Первый принадлежит Ю. Пшенику. Мы не перерабатывали эту программу, а только слегка «почистили» ее, сократив на десяток команд:

00.ИП1	15.1	30.52	45.ИП5	60.ИП8	75.23
01.ИП4	16.+	31.2	46.%	61.ИП4	76.ИП1
02.ИПД	17.÷	32.П1	47.Ф×>0	62.×	77.+
03.Фsin	18.П0	33.ИП1	48.67	63.+	78.П1
04.1	19.1	34.ИП5	49.ПВ	64.П8	79.ИП2
05.+	20.-	35.ИП9	50.ИП7	65.БП	80.ИП4
06.×	21.Ф×>0	36.ИП0	51.ИП8	66.10	81.×
07.П2	22.73	37.×	52.-	67.ИП6	82.+
08.-	23.ИП1	38.-	53.Ф×>0	68.ПВ	83.П5
09.П1	24.П3	39.Ф×>0	54.46	69.0	84.0
10.ИП4	25.ИП4	40.42	55.П7	70.П6	85.П2
11.ИП3	26.ИП0	41.Сх	56.ИП5	71.БП	86.БП
12.1	27.÷	42.П5	57.ИП8	72.56	87.11
13.+	28.-	43.ИП5	58.+	73.ИП2	
14.ИП8	29.Ф×>0	44.ИП1	59.П5	74.Ф×>0	



Распределение данных по регистрам: Р0 — коэффициент потерь; Р1 — суммарная численность войск ПМК (9000 П1), Р2 и Р3 — их резервная и эквивалентная (по поражающей способности) численность, эти величины ПМК определят самостоятельно, но в начале игры Р3 нужно обнулить (Сх П3); Р4 — время битвы (Сх П4); Р5 — численность основного заградительного полка, а потом общее количество наших воинов, участвующих в сражении (5000 П5); Р6 — общая численность фланговых полков игрока (3000 П6), если же игрок хочет противопоставить клину клин, то Сх П6, в этом случае 3000 воинов можно приплосовать к основному или резервному полкам; Р7 — резерв игрока (1000 П7); Р8 — эквивалентная численность участвующих в битве войск игрока (Сх П8); Р9 — потери за один час боя игроком (600 П9); РА — потери в войсках ПМК (500 ПА); РВ и РС — оперативные регистры; РД — случайное четырех-пятизначное число. Поскольку числовые величины в программе Ю. Пшеника не задействованы для косвенных переходов, то их можно задавать и другими.

Игра начинается с В/О С/П, на индикаторе остаток войск игрока, участвующих в боевых действиях через час битвы, в регистре У — остаток войск ПМК без резерва. Если свежие силы в этот момент не вводим, то нажимаем Сх С/П — пусть сражаются дальше, если же численность передового полка маловата, то даем подкрепление, например, 500 С/П. Ввод свежих сил как с той, так и с другой стороны на некоторое время повышает их эквивалентную численность, то есть один воин резерва способен поразить сразу иесколько уставших противников. Кроме того, малая численность одной стороны повышает «воодушевление» другой. Сигналом для начала фланговых ударов является ввод любого отрицательного числа: 1 /—/ С/П. Ввод подкрепления при отсутствии резерва или с превышением имеющегося числа воинов блокируется — на индикаторе появляется отрицательное число, в этом случае нужно ввести правильную «заявку» на воинов или ноль. Игра идет до тех пор, пока от одной из армий не останется единственный человек — полководец.

А теперь вариант, рожденный в Клубе:

00.КИП6	17.÷	34. ПА	51.ИПД	68. F _{x>0}	85. K _{x>0} 0
01.ИП1	18.П3	35.ИП1	52.ИП2	69.72	86.ИП9
02.ИП6	19.ИП6	36. FBx	53. F _{1/2}	70. Сх	87. ИП3
03. F _{sin}	20. Fcos	57.ИП6	54. КПП9	71. П2	88.×
04. F ₁₀ X	21.1	58.×	55. ПД	72. ПА	89. -
05.7	22.+	39. БП	56.3	75. КИП8	90. F _{x>0}
06. Fe ^X	23.×	40.10	57. ПО	74. ИП2	91.42
07. x	24.-	41. F _{x>0}	58. ИП0	75. +	92. П8
08.КПП7	25.КПП7	42.3ВП	59. /-	76. КП8	93. КИП8
09.П3	26.БП	43. ПВ	60.П8	77. F _{<0}	94. F ₀
10.-	27.41	44.ИП6	61.КИП8	78.58	95. F ₀
11.П1	28. Сх	45.+	62.ИП0	79.ИПД	96. ИП8
12. F _{x>0}	29.ИП8	46.ИПД	63. C/П	80.ИПС	97. В/о
13.86	30.ИП8	47.÷	64. П2.	81. +	
14.ИП8	31.+	48. П2.	65.ИП8	82. +	
15.ИП3	32.ПВ	49.КПП9	66.ИП2	83.ИП1	
16.3	33.Сх	50.ПС	67.-	84.-	

Распределение регистров: Р0, Р2 и Р8 — оперативные; Р1 — численность войск ПМК (10 000 П1); Р3 — потери с той и другой стороны, определяются ПМК; Р4 и Р5 — не используются; Р6 — время (Сх Р6); Р7 — адрес начала подпрограммы (92 П7); Р9 — ЗГГОГ, индикация победы над ПМК, одновременно служит для переходов на два адреса, поэтому применять другие видеосообщения нельзя (1 ВП 70 F₂ F_x² 87 X П9); РА — резерв игрока, РВ — численность центрального полка, РС и РД — левого и правого полков. Мы использовали такие величины: 1000 ПА 3700 ПВ 1800 ПС ПД — и в некоторых случаях выигрывали.

Битва начинается с В/О С/П, переключатель Р — Г должен стоять в положении Г. После остановки на индикаторе цифра 3 — третий (правый) полк, в регистре У — его численность на данный момент (в нашем варианте фланговые полки вступают в бой сразу после начала боевых действий). Набираем величину пополнения или Сх, если полк обойдется своими сила-

ми, и С/П. Точно так же появляются доклады о втором (левом) и первом (центральном) полках. Перед отдачей очередного приказа (пополнение С/П или Сх С/П) можно посмотреть, как обстоят дела у противника (ИП1) и какова численность резерва (ИП6). Приказ о вводе пополнения с превышением имеющейся численности резерва, хотя и принимается (с полководцем не спорят), но не выполняется (действительно, откуда взять воинов?). После получения последнего приказа относительно центрального полка начинается очередной час битвы, в конце которого все повторяется.

Чтобы отдать приказ остаткам резерва кинуться в самостоятельный рейд по тылам противника, нужно вызвать ЗГГОГ (ИП9 С/П). Следует иметь в виду, что самостоятельный удар резервного полка вызывает в рядах противника тем большую панику, чем позже он нанесен. Однако уже через час (то есть на следующем шаге) противник предпримет контмеры.

Если любой из трех основных полков потеряет полностью свой состав, то игра для вас окончена — рыцари устремляются в брешь и предъявляют свой ультиматум (ЕГГОГ). В регистрах А, В, С и Д можно посмотреть, сколько ваших воинов попало в плен. При появлении ЗГГОГа, наоборот, «свинья» разбита, а остатки войск из регистра 1 сдались на вашу милость.

Хотя в обеих программах использовались похожие алгоритмы, но устроены они по-разному, причем второй вариант требует дополнительных пояснений. Операция 00.КИП6 — счетчик времени; если битва затягивается до 9 часов, то ПМК самостоятельно отдаст резерву приказ иди в атаку — вызовет ЗГГОГа из регистра 9. Это следует иметь в виду при руководстве большими армиями, а в нашем примере развязка наступает через 5—6 часов. Участок 01—09 определяет коэффициент потерь на данный час битвы — с течением времени ее

накал растет. Желающим уменьшить или увеличить коэффициент потерь рекомендуем изменить число, вписанное в программу по адресу 05. Участок 10—13 определяет остаток войск ПМК, а 14—27 — центрального полка игрока. Фрагмент 28—40 проводит рейд резерва по тылам противника, работать он начинает только после появления на индикаторе ЗГГОГа, переводящего счет на адрес 28. Операция 36.FBx извлекает сброшенное содержимое регистра А, то есть численность резерва. Оператор 41—42 проверяет, есть ли еще кто-нибудь в центральном полку; если никого не осталось, то следует переход по коду 3С на адрес 42, в результате ПМК выдает ЕГГОГ (проигрыш). Операции 44—48 и 51—52 определяют, какой из боковых полков имеет меньшую численность, чтобы направить туда более сильный удар. Подпрограмма КПП9 рассчитывает остаточную численность левого и правого полков. Команды 58—60 позволяют с помощью цифр 3—2—1 косвенным способом работать с содежимым регистров Д, С и В (КИП8 и КП8). По адресам 61—78 расположен сервисный цикл, подготавливающий рапорты о личном составе и распределяющий пополнение. Заканчивается основная программа командой условного перехода на адрес 00, если численность противника больше (участок 79—85), а если неприятель разбит, то игру остановит ЗГГОГ: 86.ИП9. Обе программы годятся и для Б3-34, и для МК-61, но во втором варианте на новых ПМК операции по адресам 08, 25 и 92—96 целесообразно заменить командой выделения целой части для уменьшения времени счета.

В заключение хотелось бы добавить, что обе программы, разумеется, пока еще далеки от совершенства. Попробуйте самостоятельно разработать другие алгоритмы средневековой битвы, ведь сама-то игровая ситуация очень перспективна.

Вячеслав АЛЕКСЕЕВ,
инженер



ПОЛЕТ ШМЕЛЯ

00.Сх	18.-/—	36.+	54.ПД	72.К{х}	90.П4
01.П0	19.П0	37.П8	55.К{х}	73.Ф1/х	91.ИПД
02.ПЕ	20.БП	38.БП	56.Фх*о	74.7	92.ПА
03.ПБ	21.47	39.47	57.49	75.ИПЕ	93.КБП9
04.КП5	22.КП5	40.ИПВ	58.ИПЕ	76.—	94.ИП5
05.ИП4	23.Фх*о	41.Кинв	59.+	77.Фх*о	95.†
06.П8	24.48	42.ПВ	60.ПЕ	78.89	96.†
07.ИПА	25.Фх*о	43.ИП7	61.ИП0	79.ИП6	97.†
08.+	26.40	44.%п	62.ИП6	80.ИПЕ	98.†
09.ПП	27.КИП8	45.1	63.+	81.Ф10*	99.†
10.95	28.Кинв	46.ПЕ	64.П6	82.÷	A0.†
11.Фх*о	29.КП8	47.ИПА	65.Ф10*	83.ИПВ	A1.ИП9
12.22	30.ИП7	48.ПД	66.÷	84.+	A2.Фcos
13.Фх*о	31.%п	49.КИП6	67.ПД	85.ИПВ	A3.Ки
14.32	32.КП5	50.ИПД	68.ИП8	86.КЛ	A4.В/о
15.КП5	33.Фх*о	51.ИП9	69.+	87.К{х}	
16.Фх*о	34.45	52.ФУ	70.КИП8	88.Ф1/х	
17.46	35.ИП8	53.×	71.КЛ	89.ИП8	

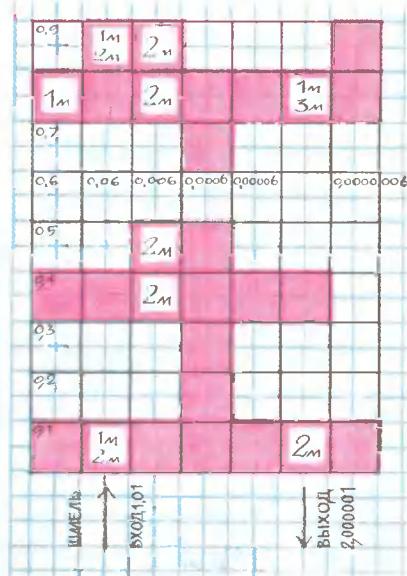
Предлагаемая программа «Шмель» представляет собой гибрид динамических и лабиринтных игр. Она моделирует полет шмеля, который через дверь на фасаде залетает в дом; в поисках выхода он должен облететь все комнаты и коридоры и вылететь в окно. Управление полетом шмеля ведется регулятором Р-ГРД-Г согласно таблице. При определении положения шмеля внутри дома и для кодирования запроектированной планировки комнат использованы логические операции. План дома

имеет форму прямоугольника 7×9 м, высота стен 3 м, уровень отверстий в стенах (двери, проемы или окна) указан на плане цифрами внутри стен. Этот план кодируется в четырех регистрах: продольные несущие стены высотой 3 м — в регистре В, сечения поперечных стен-перегородок на уровне 1 м — в регистре I, на уровне 2 м — в регистре 2, на уровне 3 м — в регистре 3. Все это изображено на рисунках; на одном из них для наглядности приведен весь дом в разрезе.

Положение шмеля в пространстве обозначается, например, числом 2.000003. При этом цифра 2 в целой части числа означает высоту полета в метрах. Дробная часть указывает координаты клетки плана, над которой пролетает шмель: цифра 3 в нашем случае — это номер горизонтального ряда, а ее позиция относительно точки (6) указывает номер вертикального ряда. Операция выделения дробной части дает более наглядную форму координат (3—06) — соответственно 3-я горизонталь, 6-я вертикаль. Индикация величин поддерживается в регистре Х несколькими стрелками вверх. На индикаторе последовательно мерцают два числа: сначала положение шмеля в полете (высота полета и координаты), затем число маневров, выполненных шмелем. Один маневр — это перелет из клетки в клетку или изменение высоты полета на 1 м.

Чтобы выполнить намеченную команду, регулятор надо переключать дважды: во время мерцания координат и затем во время мерцания количества выполненных маневров.

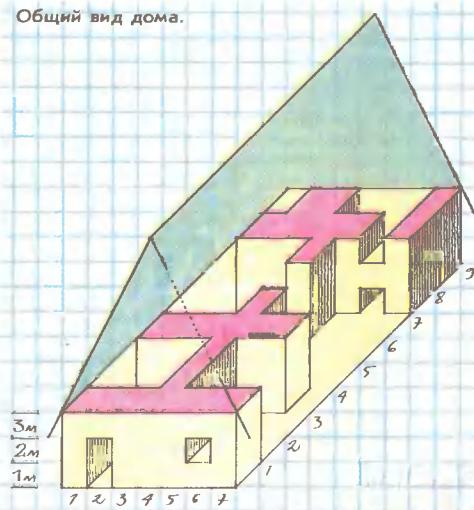
Направление полета	Мерцают высота и координаты	Мерцают количество маневров	Длительность действия команды
	Положение регулятора		
Вперед	ГРД	ГРД	До задней стены дома
Влево	Р	Р	До левой стены дома
Вправо	Г	Г	До правой стены дома
Назад	Р	Г	На одну клетку к фасаду дома
Вверх	ГРД	Р	На 1 м вверх
Вниз	ГРД	Г	На 1 м вниз
Проход сквозь продольную стену	Г	ГРД	На 1 клетку
Проход сквозь поперечную стену	Г	Р	На 1 клетку



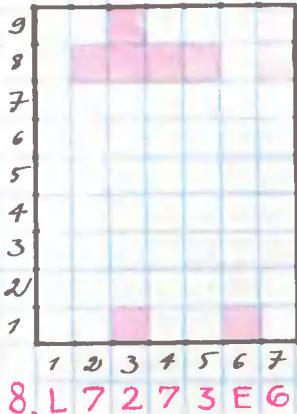
План дома.

Перед началом игры сначала проектируется дом: рисуется его общий план или общий вид, затем вычерчиваются сечения на уровнях 1, 2 и 3 м, а также расположение продольных стен высотой 3 м. Следует обратить внимание, что кодировка продольных стен проводится для плана, повернутого на 90° и зеркально обращенного относительно исходного чертежа. При этом номера горизонтальных и вертикальных рядов меняются местами. Использовать такой

Общий вид дома.



P1



8,L7273E6

P2



8,37E7336

P3



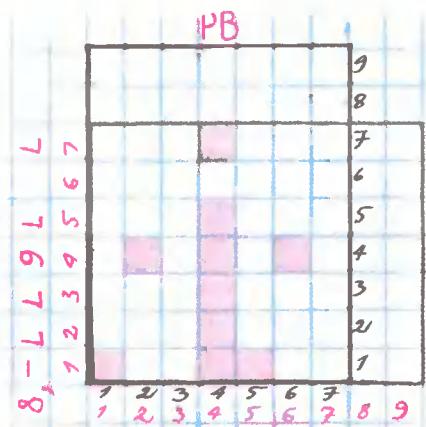
8,36273E6

Повернутый план можно с 1-го по 7-й ряд, что учтено в программе. Каждый вертикальный ряд сечений собирается из «стандартных строительных конструкций», кодировка которых поясняется рисунком. В процессе игры шмель залетает в дверь, его начальное положение 1,01. Затем он должен побывать во всех помещениях дома, пролетая через открытые двери или проемы, и подлететь к окну (к положению 2,000001).

Если шмель натыкается на любую стену, на индикаторе появляется ЕГГОГ и полет прекращается. После этого надо нажать В/О С/П. На индикаторе повторяется положение шмеля перед препятствием, надо менять направление полета. Высота равна 1, 2 или 3 м. Возможны разные варианты облета помещений. От искусства игрока зависит, чтобы число маневров (ИП5) было минимальным. Для успешного маневрирования можно притормозить мерцание данных клавиш ПП, а для продолжения мерцания отдать команду С/П.

Пример. Проектируем планировку дома, вычерчиваем планы внутренних стен, кодируем их и помещаем в регистры 1, 2, 3 и В. Для задания формы и кодов «строительных конструкций» пользуемся рисунком.

18889888 стрелка вверх 12330373 KV ПВ (8,-LL9L L). Для заполнения регистров 1, 2 и 3 аналогичные действия надо произвести соответственно с парами чисел 18727386 и 13000060 (получится 8,L7273E6), 13787336 и 10060000 (8,37E7336), 13627386 и 10000060 (8,36273E6). В регистр 7 засыпается служебное слово RECE55: для его получения надо проделать ту же операцию с числами 1888844 и 1564655, выделить дробную часть результата, нажать ВП 6 и взять модуль. Теперь ос galльные константы: 94 ПС 0,01 ПА 100 П9 Сх П5 1 П4. Таким образом, шмель влетает-



План расположения продольных стен высотой 3 м. Их кодировка проводится для плана, повернутого на 90° и зеркально обращенного относительно исходного чертежа. При этом номера горизонтальных и вертикальных рядов меняются местами.

ет в дверь на высоте 1 м, его начальные координаты 0,01.

Теперь нужно поставить регулятор в положение ГРД, нажать В/О С/П. Шмель летит вперед. На экране сначала мерцает число 1,01 (высота 1 м, координаты 0,1), затем 1 – количество маневров. Обозначим эти два мерцания через 1,01/1.

После этого мерцает 1,02/2; затем 1,03/3, а после этого появляется ЕГГОГ – шмель наткнулся на стену. Нажимаем В/О С/П – на экране снова 1,03/3. Надо было вовремя изменить направление полета, чтобы ЕГГОГ не появился.

Если форма коридоров сложна и шмель заблудился, он может сесть на стену и через щели (которые он всегда найдет) проникнуть в соседние комнаты. Для прохода сквозь поперечную

								Номера горизонталь- ных рядов.		
9	8	7	6	5	4	3	2	40	— Е Г Е Л	Код.
<small>ПРОБЕЛ</small>										
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0 8 8 8 8 8 8	Числа для получения кода.
0	0	0	0	0	0	0	0	0	7 2 6 5 4 3	

клуб электронных игр

ОТЛИЧИЯ ЧИСТО ВНЕШНИЕ

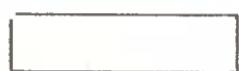
стену шмель подлетает к ней вплотную, и выполняется команда Г—Р. На экране появляется сообщение ГЕСЕ55 — перерыв в полете. Затем нажимаем В/О С/П, на индикаторе мерцает прежнее положение шмеля перед стеной. Во время мерцания надо направить шмеля прямо в стену — в результате начнет мерцать его положение внутри стены. Снова отдаём команду Г—Р и, получив ответ ГЕСЕ55, нажимаем В/О С/П и повторяем команду выхода шмеля из стены. Следует обратить внимание, что команда Г—Р (как и Г—ГРД) является двойной — она обязательно должна выполняться дважды: при входе в стену и внутри стены, перед выходом. Поперечные и продольные стены путать нельзя. Игра дает возможность самостоятельно довольно быстро проектировать дома разнообразной планировки, развивает пространственное воображение, сообразительность, быстроту реакции.

В. РЯБЕНЬКИЙ,
г. Грозный

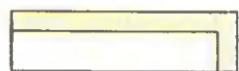
00.ПО 01.ФО 02.ПЗ 03.ФО 04.П2 05.ПН 06.38 07.П1
08.ИП3 09.ИП2 10.- 11.ИП0 12.- 13.ФХ>=0 14.-36
15.ИП2 16.ИП3 17.+ 18.2 19.: 20.П4
21.С/П 22.ПЛ 23.38
28.ИП4 29.П2 30.БП 31.34 32.ИП4 33.73
34.БП 35.08
36.ИП4 37.С/П
38.ФХ^2 39.3 40.- 41.В/О

0 INPUT A,B,E:X=A:GOSUB 38:Y1=Y
8 IF B-A<E GOTO 36
15 X=(A+B)/2:PRINT X:GOSUB 38
28 B=X:GOTO 34
32 A=X
34 GOTO 8
36 PRINT X:STOP
38 Y=X^2-3:RETURN

PROGRAM КОРЕНЬ(INPUT,OUTPUT);
VAR A,B,E,X,Y,Y1:REAL;
PROCEDURE Y;BEGIN Y:=SQR(X)-3 END;
BEGIN READLN(A,B,E);X:=A;Y:=Y1:=Y;
WHILE B-A>=E DO BEGIN
X:=(A+B)/2:WRITELN(X);Y;
IF Y=Y1 THEN A:=X ELSE B:=X
END;
WRITELN(X) END.



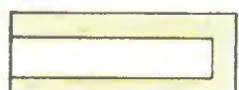
Функциональный блок
begin ... end



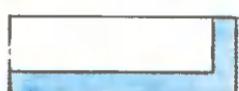
Цикл "пока" (итерация с предпроверкой)
while ... do begin ... end



Альтернатива
if ... then ... else ...



Цикл с параметром
for ... to ... do begin ... end



Цикл "до" (итерация с постпроверкой)
repeat ... until ...



Множественное ветвление
case

Программы для программируемых микрокалькуляторов (ПМК) и персональных компьютеров (ПК) отличаются друг от друга примерно так, как сам ПМК отличается от ПК. Но отличия эти чисто внешние. Подтверждение тому микрокалькулятор МК-85 с языком Бейсик и трилингва — программа поиска корня алгебраического уравнения на отрезке АВ методом половинного деления, написанная на языке ПМК, Бейсике и Паскале.

Алгоритм решения задачи ясно просматривается во всех трех программах благодаря рамкам структурной диаграммы, выделяющей управляющие конструкции: циклы «пока» (желтый цвет) и альтернативу (зеленый). Участки программ, ограниченные прямоугольными рамками (функциональные блоки), содержат операторы, выполняющиеся в естественной последовательности: слева направо и сверху вниз. Комбинируя и вкладывая друг в друга функциональный блок, цикл «пока» и альтернативу, можно реализовать алгоритм любой сложности. Но в структурном программировании выделяют еще три вспомогательные управляющие конструкции: цикл с параметром, цикл «до» и множественное ветвление.

Наложение сетки структурной диаграммы на программу, написанную на любом языке, позволяет, как уже было отмечено, выделить заложенный алгоритм и освоить законы структурного программирования. При работе с ПМК такому стилю программирования мешает только ограниченный объем памяти, толкающий на создание программных «спагетти».

В. ПТИЦЫН,
Москва



БЕЛЫЕ НАЧИНАЮТ... И ПРОИГРЫВАЮТ

«С большим интересом познакомился с шахматными программами, но вот что меня возмутило: в № 9 за 1987 год вы напечатали несколько программ для ПМК, но все они беспроигрышны! То есть ПМК выигрывает в любом случае! Это уже никуда не годится! Такие игры интересны, наверное, только их создателям, а другим, по-моему, нет!» — так написал в КЭИ Владимир Сальников из Воронежа.

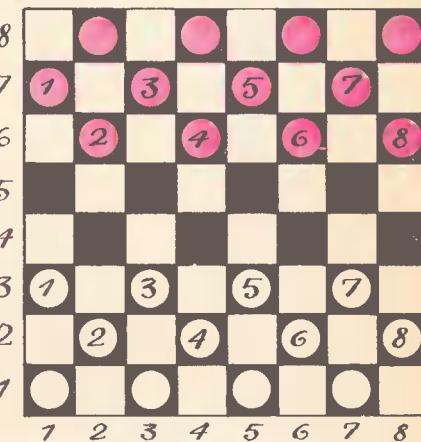
Действительно, в серии игр на шахматной доске («ТМ» № 8, 11, 12 за 1986 год и № 6, 7, 9, 11 за 1987 год) проигрыш микрокалькулятора рассматривался как недоработка программиста, поэтому авторы по возможности перекрывали все попытки читателей выиграть у ПМК. В ряде программ это удавалось. И все же именно шахматные игры кажутся незавершенными, ведь в полноценном сражении участвуют 32 фигуры, а программа должна объединять как минимум 6 алгоритмов ходов различных фигур. Если добавить сюда необходимость расчета хотя бы на 2—3 хода вперед, то общая длина программы во много раз перекроет скромные возможности ПМК. Поэтому программисты ограничиваются эндшпилиями с минимумом фигур. Вот если бы еще нашелся эндшпиль с непредсказуемым исходом!

А что, если обратиться к шашкам? Вариантов хода только два: вперед-вправо или вперед-влево. Надо, правда, предусмотреть в программе бой по ломаной линии, расчет на те же 2—3 хода вперед... Да и координат шашек, которые необходимо помнить и «ежедневно» перебирать в памяти, не так уж мало. Словом, есть над чем потрудиться

Первую шашечную программу «Мини-шашки» прислал в редакцию Сергей Банников из Москвы. Игра проходила на доске 4×4, с каждой стороны в поединке участвовало по две шашки, исход, само собой, был предрешен. А через некоторое время КЭИ получил первую «полнометражную» шашечную программу Станислава Чегодаева из п. Лейпциг Мурманской области. Вот она в переложении для БЗ-34 (первоначальный вариант Станислава годился только для МК-61):

00.%	16.КППВ	32.ИПА	48.7	64.ИПА	80.КХ=09
01.†	47.КХ=09	53.ИП9	49.ПВ	65.2	81.4
02.ПА	48.КИП†	34.÷	50.8	66.0	82.0
03.ВП	19.ПП	35.+	54.ПД	67.+	83.+
04.КХ=09	20.89	36.КПД	52.КИПД	68.ПП	84.КХ=09
05.—	21.—	37.ИПА	53.ПП	69.01	85.6
06.Fcos	22.ИП9	38.ИПД	54.89	70.ИПД	86.0
07.КХ=09	25.×	39.%	55.—	71.4	87.—
08.8	24.ИПА	40.ПО	56.ИП9	72.—	88.%
09.ПО	25.—	41.КИП†	57.×	73.ФХ=0	89.ПС
10.КИП†	26.КХ=09	42.ПП	58.ФХ=0	74.51	90.КИПС
11.ПП	27.ФЛО	43.89	59.70	75.БП	91.ФО
12.89	28.40	44.—	60.9	76.49	92.ИПС
13.ИПА	29.КИПД	45.+	61.—	77.4	93.%
14.—	30.ПП	46.КИП†	62.ПП	78.4	
15.КХ=09	34.89	47.7	63.01	79.—	

Главный недостаток программы — очень долгое время счета (около 10 мин на каждый ход). Стратегия — простейшая, однако не будем забывать, что это первая попытка запрограммировать игру в шашки. Белыми командует ПМК, черными — человек. Восемь «передовых» шашек с каждой из сторон нумеруются, и их координаты вводятся в регистры. Остальные пока в игре не участвуют, это своеобразный резерв, они заменят «съеденных» в ходе игры. Координаты белой и черной шашек с одинаковыми номерами записываются в один регистр, первые (ПМК) — в виде дробной части числа, вторые (игрок) — в виде целой. Для исходной позиции, приведенной на рисунке, вводим: 17.13 П1 26.22 П2 37.33 П3 46.42 П4 57.53 П5 66.62 П6 77.73 П7 86.82 П8. В регистр 9 вводится счетный коэффициент, служащий одновременно адресом перехода: 100.П9. Переключатель Р — устанавливаем в положение Г. Игра начинается командой СхБП 47 С/П. Через 10 минут на индикаторе появится цифра 7 — ПМК решил пойти шашкой № 7. Нажав ХУ, узнаем, что она поставлена на поле 64. Теперь наша очередь. Нажимаем 2 (номер своей шашки) ПП 35 (ее новые координаты) С/П и ждем ответного хода. К сожалению, ПМК не отличает хода со «съедением» — игрок должен сам сниматьбитые шашки как с той, так и с другой стороны, убрать из соответствующих регистров их координаты, записывая на их место положение шашек из резерва, а при отсутствии последнего — ноль. Игра продолжается до полного уничтожения войска одной из сторон либо до появления дамок (играть дамками ПМК не обучен).



Опишем вкратце назначение отдельных участков программы. 01—07 — проверка выхода за границы доски, в случае такого нарушения операторы 04 или 07 передадут управление на другой ход (64.ИПД) или на изменение номера проверяемой шашки (70.ИПД). 10—15 — сопоставление координат черных шашек с предполагаемыми координатами белой. 16—17 — стратегический блок ПМК, продпрограмма КППВ (77—88) определяет, свободны ли «ключевые» точки доски, но этот же оператор в некоторых положениях «выключает» стратегию, переводя управление на 00.В/0. 18—28 — сопоставление новых предполагаемых координат с расположением своих (белых) шашек. Когда проверки заканчиваются, участок 29—39 перезаписывает новые координаты белой шашки и останавливает счет. Сервисный блок 40—46 перезаписывает координаты шашки игрока. Вспомогательный фрагмент 47—51 подготавливает регистры для очередных проверок и «вводит» стратегический блок. Ход шашки вперед-влево со всеми проверками осуществляется на участке 52—

63, вперед-вправо — на 64—69, если же ход невозможен, то фрагмент 70—76 начинает проверки сначала, но уже со следующей шашкой.

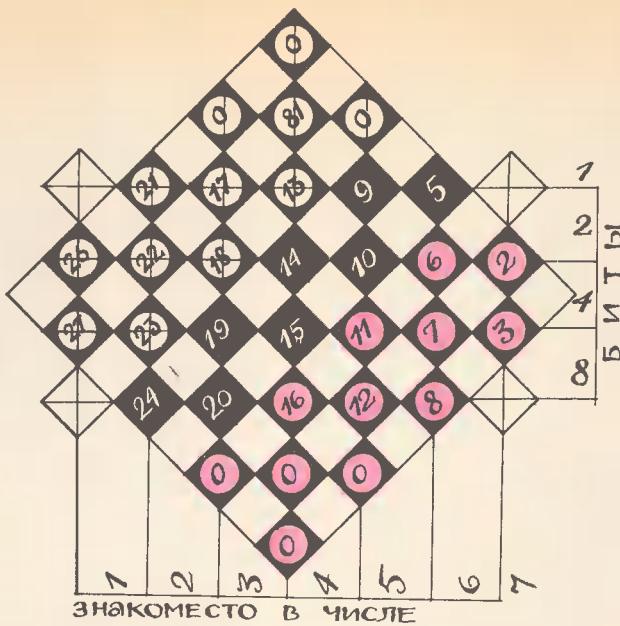
Больше всего времени ПМК тратит на сопоставление новых координат с расположением всех шашек — своих и чужих. Добавим сюда необходимость рассчитывать ходы и влево, и вправо, выделять то целую, то дробную части числа... Вот если бы можно было проверить координаты всех шашек сразу, одной проверкой!

Именно такой принцип (с применением логических операций) взял на вооружение ленинградец Олег Баран. В его программе каждой темной клетке доски соответствует один бит числа, находящегося в регистрах 0 и 1. Если оба бита не установлены — клетка пуста. Если бит установлен в числе из регистра 0, то соответствующее поле занято шашкой ПМК, а если в числе из регистра 1, то шашкой игрока. Способ кодирования изображен на рисунке.

Из схемы видно, что ПМК следует лишь за 28 клетками (в числе 7 информативных цифр, в каждой по четыре бита). Из них четыре находятся за пределами доски и в игре не участвуют, (правда, поля 1 и 28 считаются занятыми шашками игрока, поле 4 — ПМК), остаются 24. Остальные, как и в игре С. Чегодаева, находятся как бы в резерве. Каждая черная клетка имеет свой номер, они указаны на схеме. Вот программа О. Барана (слегка подредактированная в КЭИ):

00.ПА	48.ИП0	36.ИП0	54.ХУ	72.4	90.+
01.П3	49.ИП1	37.КППВ	55.КППС	73.0	91.%/0
02.КЫ	20.КФ	38.Фx=0	56.КИ15	74.×	92.1
03.П2	21.КИ16	39.66	57.ФО	75.%	93.+
04.ИП7	22.ИП6	40.ИП8	58.ИП7	76.ИП4	94.ПА
05.КППС	23.КППВ	41.ИП0	59.КППВ	77.КЛ	95.ИП9
06.ФL2	24.Фx*0	42.КППВ	60.Фx=0	78.2	96.Фsin
07.05	25.30	43.Кx=0E	61.54	79.÷	97.//-
08.КИ1A	26.П6	44.КППД	62.ИП5	80.%	98.К5н
09.ФL3	27.ИПС	45.ИПЕ	63.ИП3	81.К{X}	99.П3
10.13	28.//	46.ИП9	64.×	82.2	A0.КЛ
11.КУ	29.0/п	47.-	65.0/п	83.Х	A1.К{X}
12.КФ	30.ХУ	48.П9	66.КППД	84.†	A2.%/0
13.КФ	31.КПП9	49.ФL2	67.БП	85.П8	
14.КПА	32.ПА	50.18	68.51	86.ВП	
15.9%	33.ИП1	51.ИП7	69.ИПС	87.П8	
16.2	34.КЛ	52.0	70.КУ	88.—	
17.П2	35.КПП9	53.П5	71.К{X}	89.1	

В регистры заносятся счетные коэффициенты: ПППП КИНВ П4 1,0001 П6 5 ВП 8 // -/ П7 76 П9 (можно 69 П9) и 145 ПЕ 81 ПС 92 ПД. В регистр В записывается число — 0 (для косвенного перехода на адрес А0). Оно конструируется с помощью логических операций: можно, например, логически сложить 33 и 99 (или применить операцию «исключающее или» к числам 333 и 993), выделить дробную часть, затем ВП 2 ПВ. Теперь необходимо поставить переключатель Р — Г в положение Р и занести в регистры шифрограммы начальной позиции на доске: для белых шашек



8.6731008 П0, для черных 8.8008СЕ7 П1 (для получения последней комбинации надо логически сложить 8800888 и 80000467). Игра начинается командой СхБП 16 С/П, через две с половиной минуты на индикаторе появляется 13 — это значит, что ПМК желает пойти шашкой, стоящей на клетке № 13, причем вправо, на клетку № 9 (на это указывает знак: при ходе влево число на индикаторе отрицательно). Желание ПМК для нас закон — начинаем преобразовывать шифрограмму позиции. Сначала снимем шашку с клетки № 13: В/О ПП 13 // -/ С/П (0 — код шашек ПМК, оператор // — указывает, что поле освобождается). Через минуту на экране загорается шифрограмма позиции белых шашек с освободившейся клеткой (8.6730008). Продолжаем преобразование: ставим шашку на поле №9: В/О 0 ПП 9 С/П. Еще через минуту на экране появляется окончательная позиция белых (8.6730108). Теперь наша очередь (код черных шашек — единичка). Например, В/О 1 ПП 6 // -/ С/П (8.8008СС7) — снимаем шашку с поля 6 и ставим ее на поле 5: В/О 1 ПП 5 С/П (8.8008СГ7). Обе стороны сделали первый ход, можно продолжать партию: С/П. Тут же появляется число — 81 — ПМК вводит в бой подкрепление из «резерва». Поскольку клетка 81 находится в игровом «подпространстве», то ее можно не освобождать, а сразу занимать поле 13: В/О О ПП 13 С/П. И так далее. Если ПМК выражает желание пойти в сторону поля, занятого черной шашкой, значит, следующая за ней клетка свободна и ПМК шашку забирает (она удаляется с доски и из памяти посредством обычной процедуры).

Кратко поясним структуру и этой программы: блок 00—15 осуществляет перестановки шашек на доске (в регистрах 0 и 1); на участках 18—21 и

31—50 производится поиск пустых клеток, комбинаций на «съедение», запоминание возможного хода и проверка альтернативного направления (с помощью изменения начального адреса подпрограммы КПП9). Фрагмент 22—30 вызывает резерв поля 81, если клетка 13 свободна, на участке 51—65 определяет лучший ход, расшифровывает номер клетки и выводится результат. Подпрограмма КПП9 в варианте 69—75 осуществляет сдвиг позиции цифр в числе, а в варианте 76—80 сдвигает установленные биты. Подпрограмма КПП8 (81—91) служит для получения последовательности кодов номеров, а КППД (92—А2) — для запоминания кода и направления ходов.

Отметим, что вторая программа тоже не отличается быстродействием, причем основное время тратится на манипуляции с шашками. В предвидении потока писем с жалобами (что это, мол, за игры, если ответного хода не дождешься?) администрация КЭИ предупреждает: это еще не игры, это только идеи. Мы рассмотрели две концепции построения шашечной игры, два направления для поиска. И тема нашего очередного задания — игра в шашки. Ждем ваших разработок.

Вячеслав АЛЕКСЕЕВ

Поправка. В № 2 во второй программе [стр. 57] должно стоять 77. FLO.



С момента опубликования электронной игры «Урожай» (№ 9 за 1986 год) в редакцию стали поступать письма с просьбой продолжить развитие экономической темы. Приходили и готовые программы: несколько «Мануфактур», два «Завода», «Магазин» и так далее. Впрочем, по сравнению с мощным потоком инженерно-физических и логико-математических игр экономический ручеек был довольно слаб, и выбрать что-либо достойное публикации не удавалось — слишком просты были игры, да и далеки от реальности. Тогда администрация КЭИ, затребовав по межбиблиотечному абонементу соответствующие справочники, вознамерилась самостоятельно организовать торговое или промышленное предприятие. К сожалению, радикальная экономическая реформа даже в масштабах КЭИ оказалась делом отнюдь не простым: то ли справочники попались не те, то ли экономика — наука посложнее, чем мы вначале думали, но только наши «Заводы» и «Магазины» при жестком контроле «сверху» приносили одни убытки, а после перехода на полный хозрасчет без особого труда богатели. Вероятно, так и должно быть, но для игры неуклонный упадок или быстрый рост не годятся. Как быть?

Из состояния мини-застоя нас вывело письмо минского девятнадцатилетника Леонида Самутина с программой «Модный магазин». Игра, правда, не была лирической отдельных недостатков: выделяемые на рекламу средства не окупали даже сами себя, скидка на залежавшиеся товары давала ощущимый эффект лишь при приближении к 99%, и так далее. Зато она учитывала мнение покупателей, которое во всех предыдущих разработках игнорировалось.

Словом, выход из экономического тупика был найден, и открывшаяся благодаря идеям Леонида столбовая дорога вывела нас прямиком к программе «Кооперативное кафе»:

00.ИП7	47. ×	34.0	51. F×<0	68. ÷	85. ИП1
01.ИИ	48.2	35. F×	52.54	69. /-/	86. С/п
02.КППЕ	49. ÷	36. ÷	53. С×	70. ПА	87. F×>0
03.ФУГ	20.ИПС	37. ПА	54. ИП5	71. ИП6	88. 84
04. +	21. +	38. xу	55. ×	72. ПС	89. П2
05.ПД	22. ПС	39. П6	56. ИП4	73. ИП4	90. ИПД
06.ИП2	23.КППЕ	40.ИП2	57. ÷	74. ×	91. ху
07.П9	24. 2	41. ИП9	58. †	75. ИПД	92. —
08.ИГ3	25. ×	42. +	59. ИП6	76. +	93. F×>0
09. ÷	26. †	43. ху	60. —	77. †	94. 84
10.ИП4	27. П2	44. ÷	61. ПВ	78. ИП8	95. ПД
11. +	28.ИП4	45. П4	62. F×<0	79. ×	96. ИП2
12.ПА	29. ху	46.ИПС	63. 71	80. —	97. В/о
13.КППЕ	30. —	47. ИПВ	64. ху	81. ПД	
14.ФУГ	31. F×<0	48. 2	65. П6	82. КБП8	
15.Фарг	32.35	49. ×	66. ИП8	83. КИП1	
16.ИПС	33. ИПА	50. —	67. 3	84. ИПД	

Предположим, что вы, подобно сотням тысяч советских граждан, получили разрешение на индивидуальную трудовую деятельность и открыли маленькую

Займемся

ИТД и т. д.

пищевую «точку» — кафетерий или буфербродную. В ежедневном обороте имеется для начала 250 рублей; каждое утро необходимо съездить на рынок и купить свежих продуктов из расчета примерно 5 рублей на одного предполагаемого клиента. Чем больше покупаете, тем продукты дешевле: скидка оптовому покупателю — закон рынка. Но если вы приобретете их больше, чем заглянет к вам посетителей, то назавтра нереализованные припасы частично испортятся; если же еды на всех клиентов не хватит, то обиженные вряд ли придут к вам еще раз. В любом случае вы остаетесь в проигрыше, так что надо искать оптимум. После рынка заезжаете в кооператив по рекламе, которая, как известно, двигатель торговли. Каким образом коллеги-кооператоры будут вести свою рекламную атаку на население, не суть важно, главное — они честно отрабатывают полученные у вас деньги. Впрочем, и у них возможности не безграничны: если репутация вашего заведения подпорчена, то никакой рекламой народ туда не заманишь. Наконец, вы вернулись к себе, можно заняться приготовлением разносолов и рассстегаев, куличей и калачей, карасей в сметане и мяса в горшочках. И, разумеется, безалкогольного сбитня и ячменного кофе. Электричество, газ, вода, бензин (на доставку продуктов) тоже не бесплатны, поэтому придется добавить к вашим тратам накладные расходы, по полтиннику на среднестатистического клиента.

Итак, деньги заплачены, работа идет полным ходом. А итоги дня определит Его Величество Покупатель.

Так выглядит сценарий игры. Регистры распределяются следующим образом. РО — в моделях типа БЗ-34 адрес перехода по РЕ (83 ПО), в моделях типа МК-61 не используется. Р1, Р2 и Р9 — оперативные. Р3 — рыночная стоимость продуктов для одного клиента без учета скидки (5 П3). Р4 — фактическая сумма, затраченная в среднем одним посетителем (в начале — Сх П4). Р5 — деньги, которые он рассчитывал оставить у вас (7 П5). Р6 — число клиентов, которых вы готовы обслужить (в начале — Сх П6). Р7 — буква Е (1 К — ВП7). Р8 — 3-процентные отчисления

с оборота на ваши собственные нужды (0,03 П8. РА — нереализованные остатки продукции (Сх ПА). РВ — если это положительное число, то количество людей, пришедших в кафе, но не обслуженных, если же отрицательное, то количество пустых мест в зале (Сх ПВ). РС — постоянные клиенты, ваша опора (для начала 30 ПС). РД — деньги (250 ПД). РЕ — для моделей типа МК-61 адрес перехода (83 ПЕ). Переключатель Р — Г должен стоять в положении Р.

Игра начинается командой В/О С/П. На индикаторе Г, в регистре У — имеющиеся в наличии 250 рублей, пора выделять средства на приобретение продуктов. Напомним, что на одного предполагаемого клиента надо потратить около 5 рублей. Имеем 30 завсегдатаев, человек 8—10 привлечет реклама, возможно, 1—2 заглянут с улицы. Выделяем для обслуживания 40 посетителей 200 рублей: 200 С/П. Загорается С, в регистре У — 64 рубля с копейками (скидка за оптовость была ощущимой — 14 рублей), теперь самое время платить за рекламу. Выделим на это дело, скажем, десятку: 10 С/П. На индикаторе L, в регистре У оставшиеся у нас 54 рубля 14 копеек. Рассчитываем на 40 клиентов, значит, достаточно 20 рублей накладных расходов: 20 С/П. ПМК подводит итоги дня: примерно через минуту узнаем, что в кассе теперь 265 рублей 91 копейка (на экранчике Г, в регистре У — деньги), обслужили мы, как и намеревались, 40 человек (ИПС), зато 17 потенциальных клиентов ушли из заведения несолено хлебавши (ИПВ). Это плохо — завтра ни они, ни их друзья и знакомые к нам уже не заглянут. С другой стороны, обеды обошлись едокам по 6 рублей (ИП4), дешевле, чем они рассчитывали, так что добрый слух о нашем кафе тоже распространится. В общем, первый день завершился вполне удовлетворительно.

Между тем ПМК ждет новой информации. Повторим: 200 С/П 10 С/П 20 С/П. Результат: 259 рублей 26 копеек. Почему снижение? В регистре В — минус 3,795; почти четыре обеденные порции остались невостребованными, причем большая часть этих продуктов испортилась — остатки полноценной

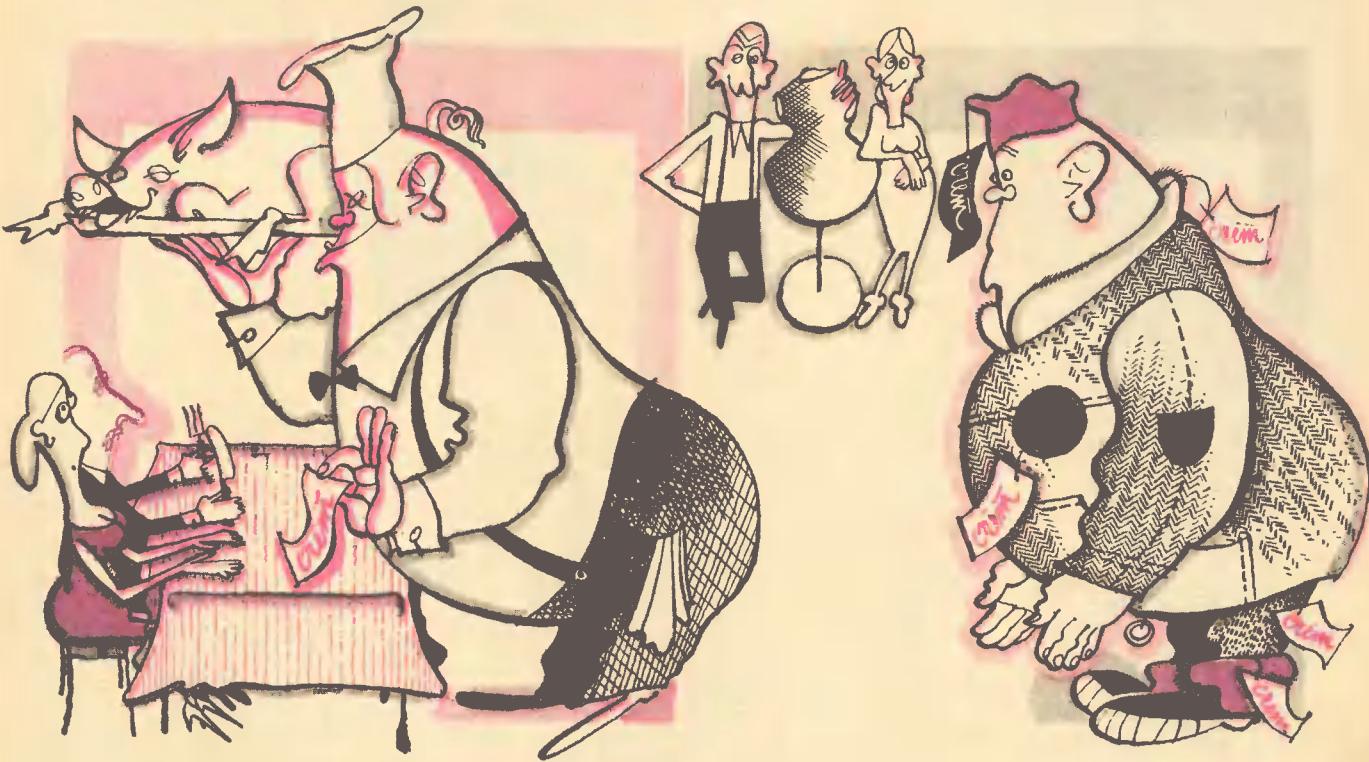
клуб электронных игр



завтра никого не будет, население таких очередей не прощает. По крайней мере, в кооперативном секторе.

Словом, принцип ясен — надо внимательно следить, чтобы содержимое регистра В было близко к нулю, это залог успеха. Игра продолжается до банкротства кооператора или до того момента, когда количество постоянных клиентов не перевалит за 5 миллиардов — в космос с нашей продукцией выходить пока рановато. Для «ужесточения» условий игры можно либо уменьшить сумму, которую согласен платить посетитель (6 П5 или даже 5 П5), либо провести «подорожание» продуктов на рынке 6 П3 или 7 П3).

перезаписывают заготовку шифра; 03—05 определяют скидку; 06—12 — количество посетителей, которых можно удовлетворить купленными товарами. По адресам 14—22 определяется количество людей, поддавшихся воздействию ненавязчивой рекламы. Блок 24—27 определяет ваши возможности по переработке продукции, фрагмент 28—39 сопоставляет их с реальным количеством продуктов, попутно уменьшая остатки на 2/3. На участке 40—57 определяется общее количество пришедших в кафе, затем (58—70) — неудовлетворенных клиентов или свободных мест. Фрагмент 71—82 подсчитывает окончательную прибыль с учетом отчислений



пиши (1,26) располагаются в регистре А. В регистре С число 36,2, то есть пообещало у нас всего 36 человек и еще кто-то перекватали какую-то мелочь. Вот ведь как отыгрались вчерашние обиженные клиенты!

Но продолжим свою трудовую деятельность. Как быть? Неужели репутация кафе упала бесповоротно? Была не была, повторяя прежнюю стратегию: 200 С/П 10 С/П 20 С/П. Результат неожиданный: в кассе 274 рубля, стало быть, наблюдался наплыв (а с другой стороны, это естественно, ведь накануне были свободные места), мы, как и назначали, иакормили 40 клиентов... Смотрим ИПВ. О ужас! Почти столько же ушло ни с чем. Можно закрывать лавочку —

Теперь пройдемся по тексту программы. Начать лучше с подпрограммы ввода данных (83—97): сервисный блок 83—86 формирует буквенные сообщения, вызывает имеющуюся сумму и шифр отчислений; условные переходы по адресам 87 и 93 защищают программу от некорректного хода игрока (блокировка при вводе отрицательных денег и при превышении имеющихся средств), осталенная часть подпрограммы определяет остаток суммы и подготавливает регистр Х для дальнейших расчетов. В основной программе операции 00—01

на вашу зарплату (77—80). Владельцы МК-61 и МК-52 для улучшения сервисных качеств могут ввести в программу операции выделения целой части перед записью количества посетителей в регистры В и С — хоть мы и понимаем, что «полчеловека» означает «человек съел половинную порцию», но все-таки не приятно, когда получается «в ответе два землекопа и две трети»... Разумеется, после ввода новых операций потребуется изменить адреса условных переходов на сдвинутом участке и подпрограммы в РЕ.

Ждем новых программ на экономические темы.

Вячеслав АЛЕКСЕЕВ,
инженер

клуб электронных игр



Познай себя через компьютер

Александр КРОНИК,
кандидат психологических наук,

Алексей ПАЖИТНОВ

Компьютер — это не только сложное устройство для переработки и хранения информации, но и уникальное средство повышения культуры личности в целом. Осознанию этого способствуют определенные успехи в разработке обучающих программ, взрыв интереса к компьютерным играм, появление компьютеризованных психологических тестов. Работает даже специальная секция компьютерных психологических методик при Обществе психологов СССР, членами которой авторы состоят с 1986 года.

Речь в статье пойдет об использовании компьютера именно в этой сфере — о компьютерных играх для самопознания и проектирования человеком своего жизненного пути.

Среди многочисленных игр, которыми богата мировая культура, игры на базе человеческой биографии занимают заметное место. «Вся жизнь — игра...» Даже самые серьезные люди понимают, что без игры не прожить. Выдающийся пианист С. Рихтер придумал настольную игру «Путь музыканта». Подобная обычным детским настольным играм с фишками и игровым кубиком, она имитирует различные варианты жизненного пути музыканта. На нем встречаются ошибки, воспоминания, клятвы, измени, призы. Игра была очень популярна в доме Рихтера и среди его друзей.

Из попыток сыграть «чужую жизнь» родилось театральное искусство. Отдельные элементы биографических игр можно отыскать в древнейшей истории, мы видим их в условных правилах древних обрядов и ритуалов. «Игрой в жизнь» являлись, по существу, гадание и ворожба. Недаром такой традиционно игровой инструмент, как карты, занимает видное место в арсенале «предсказателей судеб». А современная культура создала новые средства анализа и моделирования жизненного пути человека, с помощью которых каждый может стать творцом собственной судьбы.

Компьютерная программа БИОГРАФ разработана авторами для психолого-биографических исследований личности. В ходе полуторачасового диалога с компьютером человек анализирует основные события своего прошлого, настоящего и будущего, причины и цели своих поступков. Вся эта информация позволяет БИОГРАФУ определить значимость каждого из событий, измерить психологический возраст и другие личностные характеристики человека, составить «карту жизненного пути».

Программа создает основу для разработки различных компьютерных биографических игр, одна из которых уже реализована и включена в состав самого БИОГРАФА. Она называется МУДРЕЦ, поскольку помогает более реалистично взглянуть на свою жизнь, оценить ее отдельные эпизоды.

На дисплее перед вами появляются в хронологическом порядке события, о которых вы беседовали с БИОГРАФОМ, в ваших собственных формулировках. Например:

1. Первые впечатления.
2. Прибытие в Москву.
3. Школа.
4. Кузнец.
5. Лето 1939 года.
6. Монголия.
7. Начало войны.
8. Снаряд.
9. Кафедра.
10. Галя.
11. Рождение дочек.
12. Нейтрон.
13. Мир.

МУДРЕЦ предлагает: «События — перед вами — в хронологическом порядке. Выберите самое важное — то, которое сильнее всего изменило вашу жизнь или изменит ее в будущем».

Вы указываете номер самого важного, на ваш взгляд, события. Пусть это будет «Первые впечатления» (№ 1). МУДРЕЦ тут же сообщает свое веское мнение: «Вы немного ошибаетесь. Это событие 3-е по важности. А какое все же на 1-м месте?»

Вы удивлены: как он может судить о вас? Скажем по секрету, что о важности событий вы сообщили ему сами в косвенной форме во время предшествующего диалога с БИОГРАФом. В этом интервью вы подробно проанализировали

причинные (почему?) и целевые (для чего?) связи между событиями, а компьютер подсчитал, сколько связей имеет каждое. А чем больше таких связей, тем важнее событие, хотя мы это не всегда осознаем. Различные психологические барьеры и защитные механизмы приводят к иллюзиям: иногда мы «из муhi делаем слона», а порой действительно значимые события считаем мелочами. МУДРЕЦ же объективен. Какое же все-таки на первом месте? «Начало войны», — волнуясь, решаете вы. МУДРЕЦ бесстрастно констатирует: «Вы близки к истине, но это событие для вас 2-е по важности. А какое все же на 1-м месте?»

Наконец, ответив «Мир», получаете долгожданный вердикт: «Вы абсолютно точны. Это событие 1-е по важности. Поговорите теперь: какое событие на 4-м месте?»

Игра продолжается до исчерпания списка. В результате на экране получаешь, например, такая картина:

3. Первые впечатления.
2. Начало войны.
1. Мир.
7. Лето 1939 года.
10. Прибытие в Москву.
4. Монголия.
9. Кафедра.
5. Снаряд.
6. Галя.
12. Нейтрон.
8. Рождение дочек.
11. Школа.
13. Кузнец.

Сверху вниз события расположены от самого важного до наименее важного (с вашей точки зрения); справа налево — по мнению МУДРЕЦа (самое важное — правее всех, оно обозначено цифрой 1).

Если бы оценки сторон совпадали, события на экране расположились бы строго по диагонали — из правого верхнего угла в левый нижний. Степень близости к этой диагонали — показатель реалистичности вашего взгляда на собственную жизнь. Он измеряется в баллах, от —100 до +100. Отрицательные значения получит тот, кто не замечает действительно важного в своей жизни, а мелочи переоценивает. Положительные значения характеризуют человека как более-менее трезво мыслящего. (Очевидно, вычисля-

ется коэффициент ранговой корреляции; об этом рассказывалось в КЭИ № 2 за 1987 год.— Ред.) С МУДРЕЦом играли десятки людей. В среднем лишь одному из трех удавалось набрать выше 60 баллов.

В результате многочисленных диалогов с БИОГРАФом самых разных людей психологами создан своеобразный «банк человеческих судеб». Данные биографических обследований хранятся в нем в тех формулировках, с помощью которых человек мог возможным приоткрыть свою жизнь постороннему взгляду. Это в сочетании с анонимностью самообследования позволяет воспользоваться характерными вариантами жизненного пути для создания еще одной биографической игры — ИНКОГНИТО. Вот ее сценарий.

На экране — расписание важнейших событий из жизни другого человека, о котором вам известны только пол и дата рождения. Это попросту перечень дат (для удобства указан еще и возраст героя в данный момент). Указано также, какие события уже пережиты, а какие принадлежат пока лишь планам героя и его ожиданиям.

Ваша первая задача — догадаться, к какому возрасту данного человека относится самое важное для него событие. Информации, конечно, крайне мало. Однако напрягите воображение и доверяйте своей интуиции.

Если вы угадали, то название события появляется на экране, если ошиблись — остается неизвестным. Но в любом случае строка «Возраст? Событие» перемещается в начало нового списка. Затем компьютер предлагает выбрать важнейшее событие из оставшихся, и все повторяется. В результате на экране формируется список возрастов (и событий), упорядоченных по важности с вашей точки зрения. Кроме того, каждая строкка в новом списке будет окрашена в определенный цвет: красный — приятные события, фиолетовый — неприятные, желтый — нейтральные.

На этом заканчивается первое знакомство с героем-инкогнито. Ваши представления о нем пока весьма фрагментарны: в лучшем случае вы видите на экране два-три события.

Но игра не закончена. С помощью прежней процедуры вы последовательно выбираете самые важные возрасты, создавая более богатую и точную картину жизни героя. Третья попытка, четвертая... И так до тех пор, пока рядом с каждым возрастом не появится название события. Ваша проницательность оценивается очками: на первом этапе по 20 за правильный ответ, затем — 15, 11, 8, 6, 5, 4, 3, 2, 1.

ИНКОГНИТО тренирует ваши воображение и интуицию в отношениях с другими людьми, каждый из которых — загадка. Подчеркнем, что это не пустая забава — вы размышляете над реальными событиями в жизни реальных личностей, любезно согласившихся предоставить свои биографии для подобного рода игр.

На основе биографического материала можно создавать и конструктивные игры, позволяющие строить в воображении жизненный путь. Вот достаточно простая схема такой игры, назовем ее ИГРА СУДЬБЫ.

В нижней части экрана компьютера представлена в виде длинной ленты ваша воображаемая жизнь — от первых до последних впечатлений. Лента разделена на ячейки-пятилетия. Сначала все они пусты, вам предстоит заполнить их событиями. Они (вернее, их названия) появляются в разных позициях верхней строки экрана и с разной скоростью перемещаются вниз, «обрушиваясь» на вашу «жизнь». Вы же сдвигаете ее ленту влево и вправо, подставляя для событий ту или иную ячейку. События будут радостными, печальными, неопределенными, их смысл и значение определяется другими, в окружение которых они попадут. Первая любовь, Большая работа, Прозрение, Гибель друга... Ваша задача — создание интересной, насыщенной и гармоничной биографии.

Как ее оценить? Первый критерий — разумное распределение радостных и печальных событий. Длительная «черная полоса» ведет к подрыву жизненных сил и прочим несчастьям. С другой стороны, продолжительный «радужный период» рас slabляет человека, делает его беззащитным перед невзгодами.

Второй критерий — гармоничное сочетание деловой, семейной, духовной сфер. Если какой-то период целиком посвящен чему-то одному, это обедняет жизнь, деформирует личность.

Третий — своевременность наиболее характерных событий (Женитьба, Продвижение по службе и т. д.). Социологи утверждают, что значительные отклонения от оптимальных сроков приводят к стрессам.

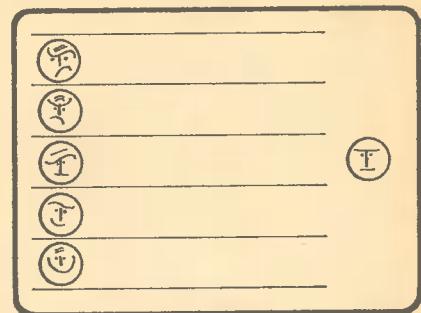
Каждый «дисбаланс» по-своему влияет на учитываемые в ИГРЕ СУДЬБЫ ресурсы жизненных сил, здоровья, опыта. В зависимости от их состояния меняется продолжительность получившейся «жизни». Серия тяжелых ударов может трагически прервать ее в самом расцвете, оптимальная же стратегия позволит вам достичь библейского возраста...

Одно из интереснейших направлений — разработка биографических игр с включением других лиц, спутников вашей жизни. Вот, например, сценарий такой персонажной игры — СВОЕ ЛИЦО.

На экране компьютера — пять горизонтальных дорожек. По ним «идете по жизни» вы и ваши спутники. Каждый из пятерых изображается условной «рожицей», грустной или веселой, наивной или хитрой, энергичной или пассивной.

Итак, вы движетесь по своим путям-дорожкам. Как и во многих электронных играх, дорожка бежит навстречу персонажам, а они медленно передвигаются слева направо. Благодаря тому, что каждый из персонажей определен-

ным образом влияет на соседей, выражения лиц все время меняются. Ваша цель — достичь определенного выражения лица у ведомого персонажа, в простейшем случае оно просто изображено в конце вашей дорожки.



Как достичь поставленной цели? Единственное разрешенное средство — переходить с дорожки на дорожку. В определенные моменты на экране возникают соединяющие их вертикальные полосы — мостики. Если вы нажмете нужную клавишу, ваш персонаж поменяется местами с тем, кто стоит на другой стороне моста. Теперь «соседи» у вас другие, лица всех начинают меняться иначе. Важно, что в этой игре активны не только вы. Каждый из четырех управляемых компьютером ваших спутников имеет свою цель (определенное выражение лица), они также могут меняться друг с другом дорожками. И лишь принудить к обмену вас они не в состоянии...

Первый этап игры кончается в тот момент, когда вы достигаете границы экрана. Результат оценивается по сходству реализованного и целевого выражения лица. Но игра предусматривает несколько этапов. На втором («детство») ваши спутники разделяются на друзей и врагов. Дружественные персонажи изображаются тем же цветом, что и ваш. Взаимное влияние усложняется: соседи-друзья становятся похожими друг на друга, соседи-недруги — более непохожими. Цель прежняя — достичь заданного выражения лица.

Третий этап. Вы вступаете в пору юности, на экране появляются мужские и женские персонажи. Законы взаимного влияния еще более усложняются: мужской персонаж приобретает сходство с друзьями-женщинами и врагами-мужчинами, но становится непохожим на друзей-мужчин и врагов-женщин. Аналогично меняются и женские лица... Потом начинается взрослая жизнь. Следующие три этапа повторяют предыдущие, но с существенной разницей — искомый этalon «своего лица» заранее вам неизвестен, он демонстрируется только в конце этапа.

Описанные сценарии, помимо самостоятельного значения, представляют собой эскизы большой биографической игры ПУТНИК. Предполагается, что играющий попадает в различные жизненные ситуации и, находясь на рас-

путь, выбирает то или иное направление дальнейшей жизни. Выбор определит и его спутников — друзей и недругов, жизненный путь которых будет моделировать программа. Их поведение и логика событий частично случайны, а частично определяются принимаемыми решениями. А цель игры — прожить

гармоничную и полнокровную жизнь. Каждый этап оценивается по критериям личного счастья, деловой продуктивности, общественного добра.

Каталог биографических компьютерных игр далеко не исчерпан. Будем рады, если эта статья побудит вас к собственным разработкам.

Укрощение Мустанга

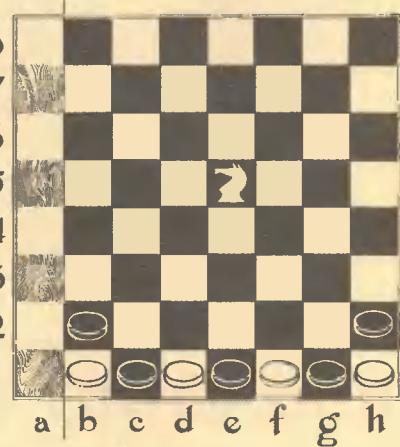
Дорогая редакция! Пишет вам ученик 9-го класса из Ленинграда Н. Ромашов. В № 11 за 1987 год была опубликована программа «Мустанг», которая годилась только для МК-52 и МК-61. Игра заинтересовала меня, и я решил переложить ее на свой МК-54. Приведенная ниже программа обладает всеми достоинствами своей предшественницы. Кроме того, ПМК в случае поражения не зацикливается, а выводит видеосообщение Е89. Игровое поле расширено до размеров 8×8. Недостаток программы — она годится только для МК-54 и БЗ-34.

00.%	17.+	34.ПО	51.ЛЕВ	68.-	85./-
01.+	18.ИПИ	35.9	52.ФХ=0	69.ИПС	86.ПА
02.ПС	49.-	36.БП	53.31	70.ИПА	87.БП
03.ВП	20.-	37.42	54.ИП9	71.Л9	88.74
04.1	21.КХ>0В	38.0	55.ИП0	72.8	89.ИПЬ
05.КХ>0В	22.ФО	39.ИП0	56.-	73.КППД	90.×
06.9	23.1	40.4	57.ПП	74.4	91.ИП9
07.22	24.-	41.1	58.99	75.КППД	92.+
08.-	25.КХ>0В	42.÷	59.7	76.7	93.П9
09.КХ>0В	26.8	43.ФХ ²	60.×	77.КППД	94.ФХ ²
10.ИПС	27.-	44.ФV	61.+	78.2	95.ФV
11.ИПС	28.КХ>0В	45.4	62.КПС	79.КППД	96.БП
12.ФВХ	29.22	46.ПС	63.ИП9	80.ИПА	97.01
13.РДХ	30.ПА	47.ВЛ	64.ПП	81.ФХ>0	
14.÷	31.9/n	48.ФХ=0	65.АО	82.85	
15.4	32.П9	49.54	66.7	83.ИПД	
16.ИП1	33.-	50.ПП	67.×	84.С/	

После ввода программы в регистр В нужно занести число 0,1, в Д — сообщение Е89 (это одновременно и адрес перехода). В регистры 1—8 вводится план игрового поля по горизонталям в виде 8-значных чисел, состоящих из цифр 1 и 8. 1 обозначает свободное поле, 8 — охотника, причем план горизонталей задается справа налево (скажем, полю g1 соответствует 2-я цифра числа в регистре 1). После набора всех 8 цифр надо скомандовать ВП 1 и получившееся число занести в соответствующий регистр. В регистр А вводятся координаты мустанга (первая — по вертикали). Ввод всех координат осуществляется через точку; для позиции на диаграмме имеем 5,4 ПА. В начале игры отдается дополнительная команда БП 32.

Ход задается так же, как и в предыдущей программе: (координата охотника, который ходит) ПП (координата поля, куда он ходит) С/П. Например,

1,7 ПП 2,6 С/П. Для изображенной позиции ПМК через 40 с ответит 6,2. В программе предусмотрен контроль правильности хода человека (охотника, напомню, ходят только по диагонали). В ответ на ход игрока ПМК выдает новые координаты мустанга или сообщение Е89.



Знакомство с программой лучше начать с адреса 32. При ходе человека старые координаты охотника записываются в регистр 9, а разность между старыми и новыми — в регистр 0 (32—34). Далее располагается блок проверки правильности хода: проверяется делимость разности координат на 9 и 11. Фрагмент 50—51 передает управление на адрес F1 длинной побочной ветви, где задублированы команды по адресам 39—47, после чего срабатывает В/О, и управление передается на адрес 52.

Если проверка прошла благополучно, вступает в действие блок изменения игрового поля в соответствии с ходом человека (54—60, 00—13). Команды по адресам 57—58 и 64—65 передают управление на короткую побочную ветвь, где задублированы команды до адреса 13, после чего срабатывает В/О. В этой подпрограмме осуществляется выделение горизонтальной координаты охотника (01—04), занесение ее в регистр предыдущего результата (08), вызов плана горизонтали (11). Затем к этому числу прибавляется или отнимается

7, умноженное на 10 в соответствующей степени (12—13, 59—61, 66—68), и полученный таким образом новый план горизонтали заносится в тот регистр, из которого был вызван стартовый (62, 69).

Весь оставшийся объем программной памяти занимает блок управления ходами мустанга с подпрограммой проверки его координат. К ним прибавляются последовательно 0,8, 0,4, 0,7, 0,2 (мустанг делает ходы вперед). Если все попытки заканчиваются безрезультатно, то знак координат мустанга меняется (85—86). Теперь координаты мустанга уже отнимаются от перечисленных дробей, при этом получаются отрицательные числа, знак которых меняет фрагмент 94—95. Если же исчерпаны все возможности, то управление передается на адрес 83, и ПМК выдает сигнал о своем поражении.

Рассмотрим теперь, как работает подпрограмма проверки. После передачи управления на адрес 01 блок 01—04 выделяет вторую координату мустанга, которая сразу же подвергается проверке (05—09). Если она равна 0 или 9, то управление передается на адрес 00, срабатывает В/О, и начинается формирование очередных координат. Если проверка проходит успешно, то команда по адресу 10 вызывает в стек координаты мустанга. Затем они продвигаются до регистра Т и «цепляются» за конец стека. В блоке 11—14 план горизонтала делится на 10 в соответствующей степени. Легко видеть, что последняя цифра целой части получившегося числа кодирует ту клетку, куда собирается пойти ПМК. Фрагмент 15—21 выясняет, какая это цифра — 1 или 8, — с помощью ошибки округления. Если охотника в данной клетке нет, команда по адресу 22 вызывает координаты мустанга, и происходит проверка первой координаты (23—28). Конечно, можно было проверить первую координату сначала, вынося этот фрагмент в конец программы, но порядок проверки ничего не меняет. Если все верно, то команда по адресу 29 снова вызывает координаты мустанга, они записываются в регистр А, и программа останавливается — ПМК сделал ход.

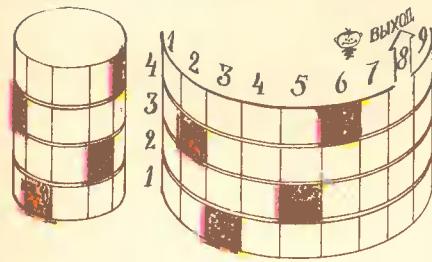
От редакции. Публикуя сообщение Н. Ромашова, мы хотели бы обратить внимание читателей на использованный в его программе очень интересный прием: расположение подпрограмм в побочных ветвях памяти. Одна-единственная команда В/О на адресе 00 может, таким образом, обеспечивать возврат параллельно из трех совершенно различных подпрограмм. Наш и без того богатый арсенал нестандартных приемов пополнился еще одним, и это радует. Кстати, в присланной программе остались неиспользованные резервы: первое, что приходит в голову, — это организовать на адресах 88—89 кодово-адресную связку (ведь если заменить 87.БП 88.71 на 87.БП 88.ИПВ, программа будет работать иначуть не хуже).

Вверх по лестнице, бегущей вбок

«Уважаемая редакция! Предлагаю на ваш суд свою последнюю разработку», — так начинается письмо горьковского студента А. В. Ракова. Однако, внимательно и всесторонне рассмотрев данный документ, а также другие вещественные математические доказательства, администрация КЭИ состава преступления в арифметических и иных действиях нашего корреспондента не обнаружила и приняла решение предать его работе не суду, а гласности.

Игра называется «Пи-чио». Принципиальная ее особенность в том, что степень сложности изменяется, она задается вначале, поэтому круг играющих может быть очень широк.

Сущность игры состоит в следующем. Имеется цилиндр — игровое поле. Его высота 4 яруса, длина по окружности 9 клеточек. Вот его развертка:



По каждому ярусу цилиндра слева направо бегут квадратные ячейки. Поскольку это цилиндр, то за координатой 9 следует 1. В начале игры на 1-м ярусе в квадратике сидит человечек. Задача играющего — вывести его на крышу цилиндра (или, что то же самое, на 5-й ярус). Для этого нужно его перевести сначала на 2-й ярус, затем на 3-й и 4-й. У каждой ячейки своя скорость. Управляя этими скоростями (каким образом, будет рассказано ниже), надо совместить координату квадратика 1-го яруса с координатой 2-го, тогда человечек поднимется на шаг выше. Но дальше задача усложняется: приходится следить, чтобы координата человечка не совпала с координатой ячейки на одном из нижних ярусов. Если такое происходит, человечек «проваливается».

На каждом шаге на индикаторе высвечиваются одновременно скорости всех ячеек и их координаты, в регистре же У располагается номер яруса, на котором сейчас человечек.

Теперь об управлении скоростями ячеек. Скорость квадратика — это целое число, показывающее, на сколько клеточек он переместится вправо, если ее не менять, за один ход. Управление производится так: вы набираете номер

квадратика (яруса), а ПМК перераспределяет соответствующую скорость, разлагая ее на единички и прибавляя к скоростям следующих квадратиков (ярусов), причем после 4-го этажа снова идет 1-й.

В результате такой операции каждый квадратик приобретает новую скорость, а новые координаты путем прибавления этих скоростей к прежним координатам. Такой способ задания скоростей очень удобен. Ввод исходных данных упрощен до предела: нажав всего одну кнопку, мы изменяем координаты сразу всех четырех квадратиков. Сумма их скоростей, как легко видеть, в процессе игры остается постоянной, поэтому, выбирая ее в начале игры, можно варьировать степень сложности стоящей перед нами задачи. Информация после каждого хода выводится на индикатор в виде восемизначного числа, разделенного запятой. Слева от запятой располагаются последовательно скорости квадратиков, справа — их координаты. А в регистре У, как я уже упоминал, выводится номер яруса, которого достиг человечек. Если вам удастся на 4-м ярусе совместить координату с восьмеркой, то человек через обозначенный на рисунке люк выбирется на крышу, и в регистре У оказывается цифра 5.

Вот программа этой игры для Б3-34 (МК-54):

00.ПА	47.+	34.КИПВ	51.-	68.0	85.ИПА
01.ИПА	48.ИПА	25.+	52.ПО	69.ИПИ	86.ИП9
02.Кх*Ф	49.-	36.9	53.ИПП	70.+	87.-
03.ПО	20.Ф*Ф	37.59	54.ПП	71.1	88.Ф*Ф
04.Сх	24.23	38.-	55.80	72.0	89.97
05.ИПА	22.5/п	39.Ф*Ф	56.ФЛО	73.÷	90.ИПА
06.ИПА	25.ФЛО	40.45	57.53	74.ФЛО	91.П9
07.4	24.06	41.Ф* ²	58.ИП9	75.69	92.КБРД
08.-	25.4	42.Ф*У	59.ПЛ	76.ВЛ	93.ИПА
09.Ф*Ф	26.ПО	43.БП	60.94	77.4	94.1
10.43	27.Сх	44.36	61.ПП	78.С/п	95.+
11.Сх	28.ПА	45.ФБХ	62.80	79.КБП	96.ПА
12.ПА	29.КПП	46.КПВ	63.8	80.КИП9	97.В/о
13.КПП	30.4	47.ФЛО	64.10	81.ИПА	
14.9	31.+	48.29	65.ИП9	82.-	
15.ИПА	32.ПВ	49.ИП9	66.4	83.Ф*Ф	
16.1	33.КИПА	50.4	67.-	84.97	

Перед началом в регистры заносятся числа: 5 П9 63 ПД 93 ПС Сх ПО.

(От редакции: владельцам МК-61 и МК-52 придется сделать стандартное изменение — вместо команды по адресу 69 вписать фрагмент 69.ИПО 70.ПЕ 71.ФО 72.КИПЕ, установив таким образом искусственную связь между регистрами О и Е, соответственно указать новые адреса переходов: 55.80 меняется на 55.83, 60.94 на 97, 62.80 на 83, 84.97 и 89.97 на А1, в регистр С вводится новый адрес 96 ПС.)

В регистры 1—4 вводится степень

сложности (число от 1 до 9, это одновременно и скорость квадратиков), в регистры 5—8 — начальные координаты ячеек (для простоты можно занести то же самое число). Допустим, 3 П1 П2 П3 П4 П5 П6 П7 П8.

Теперь можно начинать. Сх С/П. При мерно через 20 с на индикаторе загорается начальная позиция: 3333, 3333. Координаты и скорости всех квадратиков равны 3. В регистре У единица — человечек находится на 1-м ярусе. Разберем первые ходы.

Если набрать В/О 2 С/П, минуты через полторы на индикаторе появится: 4044, 7377. Что произошло? Скорость квадратика № 2 равнялась 3. После нашей команды она перераспределилась: единичка добавилась к скорости квадратика № 3, вторая — к № 4, третья — к № 1. Таким образом, скорости всех квадратиков, кроме № 2 (а она теперь равна нулю), приняли значение 4, что мы и видим слева от запятой. А справа — новые координаты: три квадратика сместились в положение 7, а № 2 остался на месте.

Ход сделан, можно приступить к следующему. Наберем, например, 3 С/П. Скорость 3-го квадратика равна 4. Единичка будет отдана № 4, вторая — № 1, третья — № 2, четвертая достанется самому № 3. Таким образом, новые скорости равны 5115, а новые координаты — 3483. И действительно, на индикаторе загорается 5115, 3483. Теперь попробуйте самостоятельно совместить координаты квадратиков 1-го и 2-го ярусов. Если это покажется сложным, то можно упростить игру. Для этого занесем в регистры 1—8 число 2, скомандуем Сх В/О С/П. На экране 2222, 2222. Делаем следующие ходы (в скобках — ответы ПМК): 2 С/П (2033, 4255) 1 С/П (0143, 4398) 3 С/П (1214, 5513). Как видим, координаты квадратиков № 1 и № 2 совпадают. Заглянем в регистр У. На индикаторе 2. Стало быть, наш человечек сделал первый шаг в «высшее общество».

Скажу пару слов о сервисных качествах программы. Если индикация случайностерлась, то ее легко можно восстановить, нажав Сх С/П. Аналогичная команда отдается при переходе во время игры от одного уровня сложности к другому. Программа запрещает нажимать номер квадрата, скорость которого равна нулю. Она попросту не обращает внимания на неправильную команду.

Если скорость превышает 9, что иногда случается, то ее, видимо, нельзя правильно отобразить на экране, так как он содержит всего 8 разрядов, в каждом из которых может находиться только однозначное число. В этом случае, как только скорость после очередной команды превысит 9, программа останавливается, и на экране появляется отрицательное число, показывающее, на сколько единиц содержимое ячейки скорости превышает предельное значение. Тем самым программа сигнализирует, что индикация будет неверна, и для получения правильной информации придется «вручную» просматривать регистры 1—8.

клуб электронных игр



Уважаемая редакция! Я с большим интересом ознакомился с вашими игровыми программами «Битва». Вы предложили читателям усовершенствовать игру. Предлагаю свое решение.

В средние века Русь отражала нападения агрессоров как с востока, так и с запада. Разные противники применяли различные тактические построения. Возможности ПМК позволяют моделировать их путем замены в программе отдельных блоков и коэффициентов. Максимальное число действующих соединений противника — три для БЗ-34 (МК-54) или четыре для МК-52/61. Рассмотрим вначале типовые построения, применявшиеся противниками Руси, — их роль играет ПМК.

1. Линейный порядок. Применялся кочевниками и рыцарями. Авангард ведет разведку и борется с нашим передовым полком, а затем занимает место в центре боевого порядка. Преимущество такого построения в том, что все воины одновременно участвуют в бою. Недостаток — малая устойчивость. Достаточно нам разгромить треть сил противника и выйти в тыл оставшимся двум третям, как те разбегаются или сдаются в плен. Отсюда наша тактика — предельное ослабление одного фланга и центра (чтобы только выдержали первый удар) и за их счет создание мощного ударного кулака в засаде, который решает исход сражения одним ударом, в первом же сражении.

2. Линейный порядок с резервом. Применялся монголо-татарами. Их тактика основана на внезапном нападении. Для разведки выделяется авангард (четверть всех сил). Его задача — быстро разбить наш передовой полк. Затем подтягиваются правое и левое крыло. Совместно с авангардом, вставшим в центре, они атакуют наши главные силы. Резерв служит для частичного восполнения потерь основных полков и парирования неожиданных ударов, если одно крыло попадает в засаду. Уже само наличие резерва увеличивает стойкость войск, попавших под внезапный удар, а посыпка подкреплений из него позволяет создать новый фронт взамен разгромленного. Если же внезапным ударом мы полностью уничтожим главные силы противника, то резерв организованно отходит. Недостаток очевиден — четверть сил бездействует.

3. «Свинья». Применялась тевтонскими рыцарями. Тактика основана на максимально возможном (три четверти сил)

Урок истории

ударе по центру нашего боевого порядка. Если клин сразу же пробьет оборону, то он распадается, и рыцари, имеющие превосходство в индивидуальном бою, охватывают наши фланги. Чтобы не позволить этого, мы можем сжать их «клещами». При сражении клина в «клещах» четверть его войск в середине бездействует и фактически является резервом, используемым для парирования неожиданных ударов, но в случае полного разгрома действующих войск он попадает в плен. Другой недостаток — отсутствие в начале боя авангарда, что дает возможность нашему авангарду вовремя отойти и присоединиться к главным силам.

Описанные выше порядки — основные, применявшиеся в средние века и в древности. Во всех — три основных полка. В больших армиях используют четыре основных полка (реализация возможна только на МК-61/52). Если условия местности не позволяют развернуть три боевых полка, то их может быть меньше — один или два, что достигается путем изменения коэффициента в программе. Количество резервных соединений также может быть больше одного. Например, Куликово поле не могло одновременно вместить всю 100-тысячную татарскую рать, поэтому количество резервных полков по отношению к общему числу должно быть пропорционально количеству действующих войск к их общей численности. В ряде ситуаций это отношение может достигать значительной величины (например, бой в Фермопильском ущелье).

Рассмотрим теперь тактику русской армии. Чтобы вести разведку противника и избежать внезапного нападения, вперед выдвигается передовой (или сторожевой) полк. Его задача — продержаться в бою с авангардом противника хотя бы один час, чтобы успели выстроиться главные силы. Если он не устоит, то противник внезапно атакует наши полки, и они понесут потери еще до начала сражения. Передовой полк не должен быть и слишком большим, так как после часовой битвы с авангардом его обходят крылья неприятельской армии и он прекращает сопротивление. Главные силы состоят из трех полков (или же двух, одного, а в МК-61/52 и четырех). Количество наших основных полков должно соответствовать количеству действующих полков противника. Неприятель стремится прорвать оборону основных полков, наш КП находится при резерве. Из полков каждый час поочередно прибывают гонцы с донесениями о потерях. Узнать о состоянии полка до прибытия гонца нельзя — телефона в средние века не существовало. Мы можем усиливать наибо-

лее ослабевшие полки присыпкой подкреплений из резерва. Если противник прорвет оборону одного из полков, он выходит в тыл оставшимся, и мы терпим поражение. Спасшимся считаются только остатки резерва. Однако позади одного из полков (полка левой руки в случае борьбы с линейным порядком или центрального — при борьбе со «свиньей») находится замаскированный засадный полк. Изменять его численность нельзя. В случае прорыва противником обороны или его преднамеренного отступления засадный полк наносит внезапный удар во фланг и тыл прорвавшемуся противнику. Эффект удара зависит от наличия у противника резерва и времени нанесения (чем позже, тем лучше). Если этот удар не приведет к немедленному успеху, противник опомнится и закроет брешь. Бой продолжится на прежних позициях. При этом засадный полк займет место полка левой руки (или центрального — при битве со «свиньей»), а тот, если он ранее преднамеренно отступил, присоединится к резерву и может быть использован для усиления любого полка. Если мы видим, что положение безнадежно, то можем отвести войска, для чего последовательно отдаем полкам приказ на отступление. Отступившие полки присоединяются к резерву, который при поражении спасается. Полководец может сам обнажить меч и ринуться в сражение. В этом случае мы утрачиваем контроль за обстановкой, и сражение продолжается до победы одной из сторон.

Другой вариант боя — наше внезапное нападение на противника (характерный пример — победа на Чудском озере Александра Невского). Боевые порядки могут быть те же, но противник несет потери еще до начала битвы. В этой ситуации передовой полк еще до начала боя присоединяется к главным силам. Когда противник опомнится, бой продолжается как обычно.

При бое со «свиньей» передового полка нет. В первый час битвы «свинья» атакует центральный полк тремя четвертями своих сил. (Оставшаяся четверть составляет резерв внутри «свиньи»). Со второго часа в бой вступают фланговые полки.

Во всех случаях каждый полк противника несет потери отдельно. В случае разгрома одного из них в бой вводится резервный полк. Если же резервы у противника кончились, то он разбит (наши войска заходят в тыл и окружают противника). Мы можем снимать с фронта любое количество войск и переводить в резерв. В случае прорыва нашего фронта мы можем использовать резервный полк,

чтобы прикрыть брешь, правда, в этом случае в бой вступает сам полководец и мы теряем контроль над обстановкой. Бой начинает наш передовой полк из лучников и арбалетчиков с запасом стрел на один час. Их задача — нанести за это время противнику максимальные потери. Через час стрелы кончаются, и в дальнейшем бою они не участвуют. Засаду можно ставить позади любого полка, однако, поскольку реально ее расположение зависит от местности, играть более интересно, когда она на левом фланге, так как до приведения ее в действие остальным полкам надо продержаться хотя бы час.

00.ИГИ	18.П3	36.ИП9	54.0	72.КИП8	90.БП
01.ИП3	49.ИП3	37.—	55.П0	73.ИП3	91.42
02.А	20.-/	38.ФУ	56.С/п	74.С/п	92.+
03.×	21.П8	39.КИП8	57.ИП1	75.П4	93.КС4
04.КПП	22.ИП1	40.ИП5	58.КИП8	76.КИП8	94.Ф ²
05.ПИ	23.КИП8	41.КПП7	59.ИП6	77.+	95.Ф ²
06.ФУ	24.КПП7	42.КП8	60.В	78.Ф ² о	96.-/
07.ИП3	25.П1	43.Ф ² о	61.Х	79.66	97.ФУ
08.ИП5	26.ИП4	44.69	62.Х	80.ИП4	98.Х
09.КПП	27.ИП5	45.ИП3	63.БП	81.ИП4	99.И
10.Ф ² о	28.—	46.Н	64.24	82.—	100.+
11.17	29.Ф ² о	47.—	65.ИП4	83.Ф ² о	101.К[Х]
12.КИП8	30.35	48.Ф ² о	66.ИП8	84.72	102.П4
13.ИП1	31.КИП2	49.65	67.БП	85.П4	103.А3—
14.ИП2	32.Х	50.ИП0	68.74	86.Х	104.В%
15.+	33.БП	51.Ф ² о	69.ИП4	87.КП8	
16.П5	34.27	52.65	70.Ф ² о	88.ФЛ3	
17.ИП9	35.ИП2	53.КП8	71.88	89.49	

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕГИСТРОВ.

- А — наш резерв и командный пункт.
- В — полк № 1 (центральный).
- С — полк № 2 (левой руки).
- Д — полк № 3 (правой руки).
- Е — полк № 4.
- 0 — засадный полк.
- 1 — войска ПМК.
- 2 — количество полков ПМК.
- 3 — наш передовой полк (потом номер полка).
- 4 — потери и подкрепления.
- 5 — численность полка ПМК.
- 6 — время.
- 7 — адрес 92 (начало подпрограммы для случайного процесса) или 99 (для детерминированного, при исследовании ситуации).
- 8 — косвенный адрес полка и символ поражения.
- 9 — количество действующих полков одной стороны.

ПРАВИЛА ИГРЫ

1. Ввести программу с соответствующими коэффициентами. 02.А — коэффициент эффективности действий передового полка. Зависит от его вооружения (луки, арбалеты, мушкеты) и защищенности противника. 46. Н — номер полка, за которым располагается засада, обычно это единица. 60.В — коэффициент внезапности удара засады. Зависит от того, известно ли о ней противнику. В=0÷7. 99.И — коэффициент интенсивности сражения. И=2÷9.

2. Заполнить регистры А, В, С, Д, Е, О, З, относящиеся к нашим войскам.

3. Войска ПМК П1 количество полков ПМК П2 ÷ П5 Сх П6 92 (или 99) П7 (для «свиньи» заполнение регистров несколько иное — см. Ледовое побоище). Число боевых полков П9.

4. В/О С/П.

5. При остановке на индикаторе номер полка. Послать в него подкрепление из резерва — число со знаком +, либо изъять войска в резерв — отрицательное число. С/П. На индикаторе номер следующего полка и т. д. Если мы задали подкрепление с превышением резерва — на индикаторе вновь номер полка. Если приказ об отводе войск послан в полк с превышением его численности, полк (а следом и вся армия) капитулирует. На индикаторе отрицательное число, начинающееся с семи девяток, в регистре У — также отрицательное число. Поэтому надо быть внимательным при отдавании приказа.

6. Появление на индикаторе отрицательного числа, начинающегося семью девятками (на последнем месте — номер полка), означает, что соответствующий полк разбит. Спасти положение может резерв (он в регистре У). Нужно принять решение: прекратить сражение и спасти резерв или бросить его в образовавшуюся брешь (отдать после ХУ команду С/П). Если резерва хватит для прикрытия бреши, то сражение продолжается, хотя и без нашего контроля — полководец тоже сражается. Если резерва не хватит — на экране то же самое отрицательное число, в регистре У — тоже отрицательное. Мы потерпели поражение. В регистрах полков можно посмотреть количество попавших в плен.

7. Появление на индикаторе ЕГГОГ означает нашу победу. В регистре 1 количество пленных, в регистре 2 — число сдавшихся полков.

Кроме игры, данная программа может служить, правда крайне упрощенно, и для анализа сражений. При таком анализе случайности отсутствуют, поэтому вводим 99 П7. Рассмотрим некоторые наиболее известные сражения древности и средних веков, в которых стороны применяли разнообразную тактику. Необходимые данные взяты из Советской военной энциклопедии и Атласа офицера.

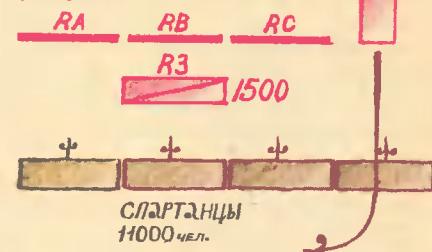


Фермопильское сражение, 480 г. до н. э. Несмотря на подавляющее превосходство персов, сражается лишь малая часть их войск. Задача греков — продержаться как можно дольше и нанести врачу максимальные потери. Коэффициенты А, В, Н — любые, И=9.

Ледовое побоище, 1242 г. Рыцари, построившись «свиньей», наносят удар. И=4, В=4, Н=1. 12 000 П1 П5 П2 П9 5000 ПВ 4000 ПС ПД 2000 ПО Сх П6 1 ПА БП 18 С/П. Рыцари всей силой наносят удар по центральному полку (1, У=

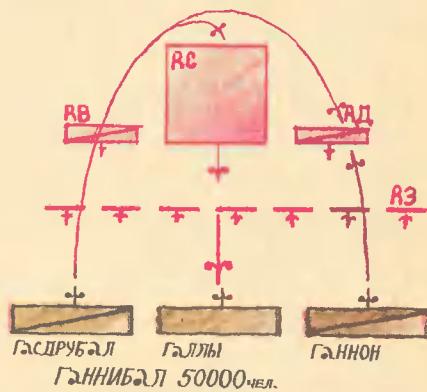
100 000 П1 100 П2 ÷ П5 1 П9 5000 ПВ Сх ПО ПА ПС ПД ПЕ П3 П6. В/0 С/П. Греки продержатся 49 часов. Персов останется 86 300.

РИВАНЦЫ ЭПАМИНОНД 7500 чел.



Битва при Левктрах, 371 г. до н. э. Средоточив основные силы на левом фланге, Эпаминонд прорвал фронт спартанцев до того, как те прорвали его ослабленный фронт в центре и справа. А=2, И=2. 11 000 П1 4 П2 П9 ÷ П5 1500 П3 100 ПВ ПС ПД 5700 ПЕ Сх ПО ПА П6. В/0 С/П (ЕГГОГ). 6650 пленных.

РИМЛЯНЕ 69000 чел



Битва при Каннах, 216 г. до н. э. Это сражение не столько творение Ганнибала, сколько результат неправильной тактики Эмилия Павла, решившего сокрушить врага в центре, но не подумавшего о флангах. Поэтому в роли Ганнибала — ПМК. А=4, И=4, Н = В — любые. 50 000 П1 П2 П9 ÷ П5 Сх П6 П0 ПЕ 1 ПА 55 000 ПС 4000 ПД 2000 ПВ 8000 ПЗ. В/0 С/П (3). Левый фланг римлян устоял: ХУ (334). Сх С/П (2). Центр не прорвал оборону Ганнибала. Сх С/П (—99999991). Правый фланг римлян смят. 51 668 человек в окружении (51 334 + 334).

Ледовое побоище, 1242 г. Рыцари, построившись «свиньей», наносят удар. И=4, В=4, Н=1. 12 000 П1 П5 П2 П9 5000 ПВ 4000 ПС ПД 2000 ПО Сх П6 1 ПА БП 18 С/П. Рыцари всей силой наносят удар по центральному полку (1, У=

2000). Сх С/П (3, У=3105) — в бой вступил правый полк. Сх С/П (2, У=3105) — в бой вступил левый полк. Сх С/П (1, У=1105) Сх С/П (3, У=2418) Сх С/П (2, У=2418) Сх С/П (1, У=418). Отступаем 418' /—/ С/П (3, У=1883) Сх С/П (2, У=1883) Сх С/П (0) — удар засадного полка. С/П (ЕГГОГ). Рыцари разбиты (ИП1=—786).

Подобным образом можно анализировать любое сражение, а введя случайность (92 П7), самому руководить войсками. Алгоритм работает и в начальный период применения огнестрельного оружия: место лучников занимают мушкетеры. С развитием огнестрельного оружия растет коэффициент А и становится выгодным всю армию ставить с мушкетами в линию (в регистр 3). Так появляется линейная тактика, и рассмотренный алгоритм теряет смысл (играть становится неинтересно). Однако с появлением при Суворове и Наполеоне тактики колонн и рассыпного строя алгоритм вновь применим — в регистр 3 вводится стрелковая цепь, в регистры В—Е — колонны. ПМК использует линейную тактику.

Для ПМК БЗ-34 (МК-54) можно за счет исключения начального блока переделать блок вычисления потерь. Вот эта программа:

00.КИП6	17. Fx>0	34. N	51.БП	68. ИПА	85. /—/
01.ИП1	18. 23	35. —	52.42	69. ИП4	86. FV
02.ИП2	19. КИП2	36. Fx=0	53.ИПА	70. —	87. ×
03. ÷	20. 39	37. 53	54. ИП8	71. Fx>0	88. И
04. П5	21. БП	38. ИП0	55. БП	72. 60	89. ÷
05. Б	22.45	39. Fx<0	56. 62	73. ПА	90. П9
06. П3	23.ИП2	40. 53	57. ИПА	74. 39	91. КИП9
07. ИП3	24.Б	41. КП8	58. Fx>0	75. КП8	92. FQ
08. /—/	25. —	42. 0	59. 76	76. FL3	93. FQ
09. П8	26. FV	43. П0	60. КИП8	77. 07	94. ИП9
10. ИП1	27. КИП8	44. С/П	61. ИП3	78. БП	95. —
11. КИП8	28. ИП5	45. ИП1	62. С/П	79. 00	96. %/%
12. КПП7	29. КПП7	46. КИП8	63. П4	80. ИП9	
13. П4	30. КЛ8	47. ИП6	64. КИП8	81. Fcos	
14. ИП9	31. Fx<0	48. Б	65. +	82. Fx ²	
15. ИП5	32. 57	49. ×	66. Fx>0	83. Fx ²	
16. ÷	33. ИП3	50. ×	67. 54	84. Fln	

По адресам 05 и 24 коэффициент Б меняется от 1 до 3. Это количество боевых полков. Потери в регистре 9 (в начале игры сюда вводится случайное 4—5-значное число). Переключатель Р—Г в позиции Р. Передовой полк отсутствует. В случае битвы со «свиньей» надо после заполнения регистров набрать 1 БП 06 С/П. Казалось бы, для подкреплений можно использовать тоже регистр 9, а освободившийся регистр 4 — для количества боевых полков. Но в этом случае, поскольку генератор случайного числа зависит от регистра 9, мы, посылая определенное число подкреплений, можем так их подобрать, чтобы наносить противнику максимальные потери. Если же мы не посыпаем подкреплений в полк, содержащее регистра 9 равно нулю, у противника потери отсутствуют, а потом и у нас.

Евгений ТЕМЕЖНИКОВ,
Ленинград