

Б. ИГОШЕВ, М. ГАЛАГУЗОВА, Д. КОМСКИЙ



ЭВТ:  
ЗНАКОМИМСЯ,  
ДЕЛАЕМ,  
ИГРАЕМ

**Б.ИГОШЕВ, М.ГАЛАГУЗОВА, Д.КОМСКИЙ**

**ЭВТ:  
ЗНАКОМИМСЯ,  
ДЕЛАЕМ,  
ИГРАЕМ**



**МОСКВА  
«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»  
1989**

**ББК 32.816  
И 26**

**И 480200000—058 241—88  
078(02)—89**  
**ISBN 5-235-00070-6**

**© Издательство  
«Молодая  
гвардия»,  
1989 г.**

---

## О ЧЕМ ЭТА КНИГА

...Огромный свирепый спрут притаился в подводных зарослях, прямо на пути отважных водолазов — исследователей океанских глубин. Как проскользнуть мимо, избежав его быстрых и цепких щупальцев? Нужен зоркий глаз, быстрая реакция, ловкость и смекалка! Хватит ли у вас этих качеств, чтобы успешно справиться с нелегким испытанием?

«Тайны океана» — так называется эта увлекательная электронная игра, адресованная юным гражданам от 7 до 16 лет. Небольшая плоская пластмассовая коробочка — всего вдвое больше спичечного коробка и втрое его тоньше, она способна надолго завладеть вниманием каждого: кому не хочется испытать себя в быстроте и ловкости!

Изготовлением этих довольно сложных современных электронных устройств, которые не залеживаются на прилавках наших магазинов и даже за рубежом пользуются популярностью, занимаются школьники, ребята из подмосковного города Зеленограда. Школьники выпускают изделия высокого качества — 99 процентов принимаются с первого предъявления.

Автоматикой и электронно-вычислительной техникой (ЭВТ) увлекаются сегодня многие ребята. Причем не только школьники-старшеклассники, для которых теперь новый учебный предмет на уроках — «Основы информатики и вычислительной техники», специальные факультивные курсы и лабораторные занятия, трудовая практика на учебно-производственных комбинатах и в заводских цехах... С азами электроники знакомятся и младшие школьники в технических кружках школ, на станциях юных техников... Они овладевают навыками обращения с микрокалькуляторами и другими вычислительными устройствами, разрабатывают и воплощают «в металле» свои первые любительские электронные конструкции.

В начале любой дороги очень нужны и полезны путнику ориентиры, дорожные знаки и путеводители,

предупреждающие его о превратностях пути, облегчающие успешное продвижение вперед. И авторам хотелось бы, чтобы эта книга послужила вам одним из таких ориентиров и путеводителей в мир ЭВТ, помогла сделать на этом пути первые, а потому и самые трудные шаги...

Конечно, не следует думать, что, ознакомившись с книгой, читатель сразу же сможет занять место за пультом современной ЭВМ или научится обращаться с программируемым микрокалькулятором. Устройству, работе, использованию на практике этих замечательных творений человеческого разума посвящено уже немало хороших книг. Некоторые из них указаны в списке рекомендуемой литературы, приведенном в конце каждой главы. Задача же этой книги несколько иная.

Дело в том, что ЭВТ — это не только современные электронные вычислительные машины (ЭВМ) — весьма сложные и пока еще довольно дорогие технические объекты и системы, требующие, как правило, достаточно высокой квалификации обслуживающего персонала. Это многочисленные и разнообразные, сравнительно простые и недорогие устройства и приборы, которые очень широко сегодня используются в промышленности, сельском хозяйстве, в строительстве, на транспорте, в научных исследованиях и учебном процессе, а также в сфере досуга, развлечений, спорта. При этом основные идеи и принципы их конструкции и работы — те же, что и принципы и идеи работы «больших» ЭВМ. Вот об этих простых и доступных электронных устройствах-автоматах мы и намерены рассказать нашему читателю, помогая, как сказано в названии книги, знакомиться с ними, делать их, играть в них и находить им полезное применение. А заодно — накапливать опыт и знания, которые пригодятся в дальнейшем для более глубокого изучения ЭВТ и ЭВМ.

И еще. Наша книга не из числа тех, что читаются за письменным столом или в уютном кресле. Читателю придется не раз откладывать ее в сторону и, вооружившись паяльником и другими электромонтажными инструментами, собственноручно собирать и испытывать разнообразные электрические цепи и электронные узлы, монтировать и налаживать игры, игрушки и другие электронно-вычислительные устройства, а может быть, и конструировать новые.

Но мы надеемся, что при изготовлении описанных в книге конструкций вы не ограничитесь простым их копированием, а будете экспериментировать, искать, творить... Для этого, вероятно, вам понадобится читать и изучать другие книги, обращаться за советом и консультацией к учителю, руководителю технического кружка, родителям, старшим товарищам.

И пусть не сразу оживет и заработает ваша электронная конструкция — не следует отчаиваться. Так ведут себя все «новорожденные» машины. Доводка конструкции, устранение мелких погрешностей проектирования и монтажа — неизбежный, хотя и не очень приятный этап работы. Зато как радостно видеть созданный своими руками электронный автомат! Ведь недавно он еще существовал только в мечте или на бумаге, и вдруг — настоящий, работающий, живой, быстро, четко, логично выполняющий разработанную вами программу.

Итак, в путь, наш юный читатель!



## ЭВТ НА МАРШЕ

**Чтобы облегчить и ускорить счет**

СЧИТАТЬ приходилось человеку еще очень давно. И с незапамятных времен люди стремились облегчить и ускорить счет, искали и придумывали для этого самые разнообразные средства. Простейшим «счетным инструментом», который сама природа предоставила в распоряжение человека, была его собственная рука. Счет «на пальцах» люди освоили еще в самой глубокой древности.

Издревле употреблялся и другой вид «инструментального» счета — с помощью камешков, палочек, горошин и других мелких предметов. В Китае, Индии и других странах Древнего Востока для этой цели еще четыре-пять тысяч лет назад служила счетная доска — абак, подобная нашим конторским счетам. В XVI веке в Европе шотландский математик Джон Непер изобрел счетные палочки, с помощью которых облегчалось умножение и деление чисел.

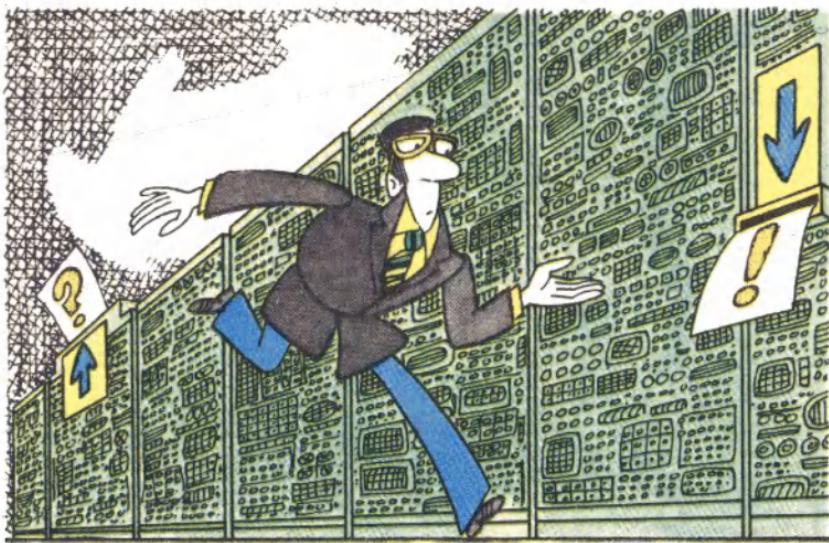
В 1642 году французский физик и математик Блез Паскаль создал первую арифметическую счетную ма-

шину, которая потом была усовершенствована немецким математиком Готфридом Вильгельмом Лейбницем. Во второй половине прошлого века появились арифметры. Одна из конструкций этих приборов, весьма удачная, была разработана в 1874 году русским инженером Вильгодтом Однером. В 1878 году академик П. Л. Чебышев создал первое автоматическое устройство для умножения и деления чисел, которое явилось прототипом для целой серии настольных клавищных счетных машин. В начале XX века была создана логарифмическая линейка, значительно облегчившая труд конструкторов и инженеров. К этому времени ученые разработали различные типы счетно-аналитических машин для нужд статистики, бухгалтерии и банковского дела. В 1912 году академиком А. Н. Крыловым в Петербурге была построена первая машина для решения задач высшей математики.

Все эти устройства и машины по принципу действия были механическими или электромеханическими. Работали они сравнительно медленно. Инерционность подвижных частей машины: счетных колес, рычагов, реле и т. п.— ограничивала производительность труда вычислителя двумя-тремя тысячами арифметических операций за рабочий день.

Успехи радиоэлектроники к середине сороковых годов нашего столетия позволили вычислительной техни-





ке совершил гигантский скачок вперед. Чрезвычайно малая инерционность электронных приборов дала возможность в вычислительных машинах и устройствах увеличить скорость счета до десятков и сотен тысяч, а затем — и до многих миллионов вычислительных операций в секунду. Это была подлинная революция в машинизации счета и вообще умственного труда человека.

Первая электронная вычислительная машина была создана в 1943 году в Пенсильванском университете в США и называлась ЭНИАК (ENIAC — Electronic Numerical Integrator and Computer) — электронный численный интегратор и вычислитель. Весил он около 30 тонн, занимал зал площадью около 150 квадратных метров. В машине было 18 тысяч электронных ламп, полторы тысячи реле, мощные вентиляционные установки для отвода выделявшегося при ее работе тепла — целый цех по производству чисел! За одну секунду ЭНИАК мог выполнить до 5000 арифметических операций.

Однако надежность этого вычислительного гиганта оставляла желать много лучшего. Машину держали под напряжением круглые сутки, потому что лампы чаще всего перегорали в момент включения электропи-

тания. И все равно примерно каждые пять минут одна из электронных ламп перегорала.

Американский математик Герда Эванс рассказывала о работе этой ЭВМ: «ЭНИАК, на котором мы работали, оказался довольно деликатной и, я бы сказала, капризной машиной. То и дело выходили из строя какие-нибудь лампы или контуры, и нам приходилось сидеть сложа руки. Однажды гроза вывела из строя механизм. Несколько раз нам звонили и сообщали, что через десять минут все будет в порядке. Но когда мы бросались к своим рабочим местам, выяснялось, что разрешение было преждевременным».

ЭНИАК был типичным представителем первого поколения электронных вычислительных машин, поразившего весь мир своими удивительными возможностями. Но вместе с тем он раскрыл перед людьми и свое несовершенство.

В качестве основных конструктивных ячеек — так называемой «элементной базы» — в ЭВМ первого поколения использовались электронные лампы, «время жизни» которых составляло не более 1000 часов. Отдельные узлы этих машин включались в работу последовательно, один за другим: пока выполнял свои функции один блок машины, остальные бездействовали, ожидая своей очереди. Естественно, это очень замедляло работу в целом.

Подготовка данных для решения той или иной задачи на таких ЭВМ также проводилась последовательно, поэтапно. Сначала строилась математическая модель рассчитываемого явления и составлялась схема вычислений. Затем расчетная схема переводилась на машинный язык — программировалась. На заключительном этапе осуществлялся контроль за выполнением машиной заданной программы вычислений.

Период распространения ЭВМ первого поколения — 40-е и 50-е годы нашего столетия — называют еще эпохой машинных языков. Для каждой новой ЭВМ ее создатели разрабатывали специальный язык, с помощью которого происходило «общение» с машиной. Язык этот, конечно, отражал особенности конструкции ЭВМ и принципы ее работы. Чтобы понять и выполнить заданную программу, машина должна была получить ее на доступном языке. Естественно, что программа, составленная для одной ЭВМ, не подходила для других. И хотя по мере развития вычислительной техники и

программирования стали накапливаться стандартные программы для различных вычислений, программирование на уровне машинных языков представляло собой очень трудоемкую задачу. С таким программированием справлялся лишь весьма ограниченный круг высококвалифицированных математиков, овладевших всеми тонкостями машинного языка.

## По пути микроминиатюризации

В начале 60-х годов первое поколение ЭВМ (у нас в стране это были машины «Урал», М-20, «Минск-1», БЭСМ, БЭСМ-2) постепенно было вытеснено машинами второго поколения — гораздо более совершенными и умными. Но их век оказался еще короче эпохи предшественников: в конце того же десятилетия появились первые образцы третьего поколения ЭВМ. А в 70-х годах эти еще более совершенные потомки ЭНИАКА использовались уже повсеместно. Но и они не удовлетворяли быстро растущие потребности народного хозяйства. В 80-х годах на смену им пришли ЭВМ четвертого поколения. А в проектных институтах и заводских цехах рождается в наши дни уже пятое поколение разнообразных по назначению и конструкции компьютеров и вычислительных систем.

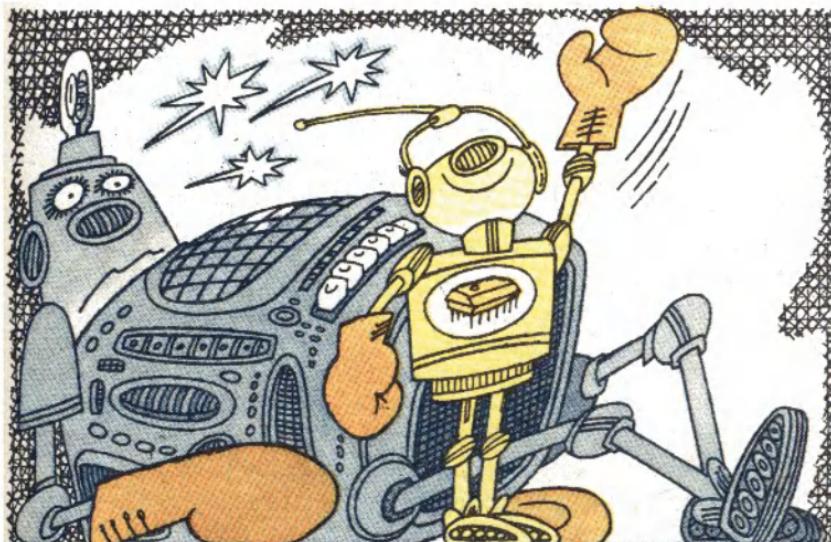
Сопоставляя теперь электронные вычислительные машины разных поколений, можно выделить основные отличительные признаки и особенности каждого из них. Прежде всего это, конечно, элементная база — электронные устройства, которые лежат в основе конструкции ЭВМ. Другим признаком того или иного поколения является характер программного обеспечения ЭВМ. Кроме того, машины разных поколений отличаются по степени их доступности: каждое последующее поколение открывает путь к вычислительной технике все более широкому кругу людей.

Элементной базой второго поколения ЭВМ стали полупроводниковые приборы — диоды и транзисторы. Кроме того, вместо громоздкого навесного монтажа деталей в этих машинах использовался компактный печатный монтаж, при котором отдельные детали соединялись на небольших пластмассовых платах посредством тонких электропроводящих полосок. Наиболее известные у нас в стране представители этого поколения

вычислительных машин — «Урал-11», «Минск-22», БЭСМ-4 — могли уже работать до 70 000 часов. Значительно уменьшились их размеры, увеличилась емкость запоминающих устройств. Машины второго поколения способны были хранить в памяти десятки тысяч чисел, тогда как емкость «куриной» памяти гиганта ЭНИАКа составляла всего 12 чисел. Появилась возможность ввести в конструкцию ЭВМ специальные электронные узлы для обнаружения и поиска причины отказов. Возросла сложность задач, решаемых с их помощью.

Еще в то время, когда в электронике использовались только электронные лампы, конструкторы старались уменьшить их размеры, а также габариты других элементов ЭВМ (резисторов, катушек, конденсаторов). Внедрение во втором поколении компьютеров полупроводниковых диодов и транзисторов было существенным сдвигом в миниатюризации: удалось размещать до 2—3 деталей в 1 см<sup>3</sup>.

Следующим этапом миниатюризации электроники, во многом определившим характерные особенности ЭВМ третьего поколения, было создание интегральных микросхем — микроминиатюрных устройств, содержащих большое число элементов (диодов, транзисторов, резисторов и пр.) и их соединений. Возможность массового изготовления таких устройств появилась благодаря огромным успехам науки, техники, химической тех-





нологии. Интегральные микросхемы получают путем выпаривания необходимого материала в вакууме. Материал оседает на пластинки по строго определенному узору. Слои пленки на схемах многократно накладываются с большой точностью. Чтобы понять всю сложность этой работы, достаточно назвать толщину пленки: одна стотысячная миллиметра. Это в 1000 раз тоньше бритвенного лезвия.

Учеными и конструкторами стран — членов СЭВ была создана Единая система — ЕС ЭВМ третьего поколения на микросхемах. В нее вошли машины ЕС-1020, ЕС-1030, ЕС-1040, ЕС-1050, ЕС-1060 и др. Быстродействие ЭВМ этой серии (она получила название РЯД) составляет 20 000—2 000 000 операций в секунду; они способны решать задачи с одновременным хранением в памяти массивов информации до 200 миллионов символов. Важной особенностью этих машин является их математическая совместимость: программа, составленная для одной из них, пригодна для решения задач на всех остальных ЭВМ этой серии.

Электронные вычислительные машины четвертого поколения имеют в качестве элементной базы большие интегральные схемы (БИС) — это крошечные кремниевые пластинки, на которых умещаются десятки и даже сотни тысяч транзисторов и других элементов электронных схем. Именно вследствие такой микроминиатю-

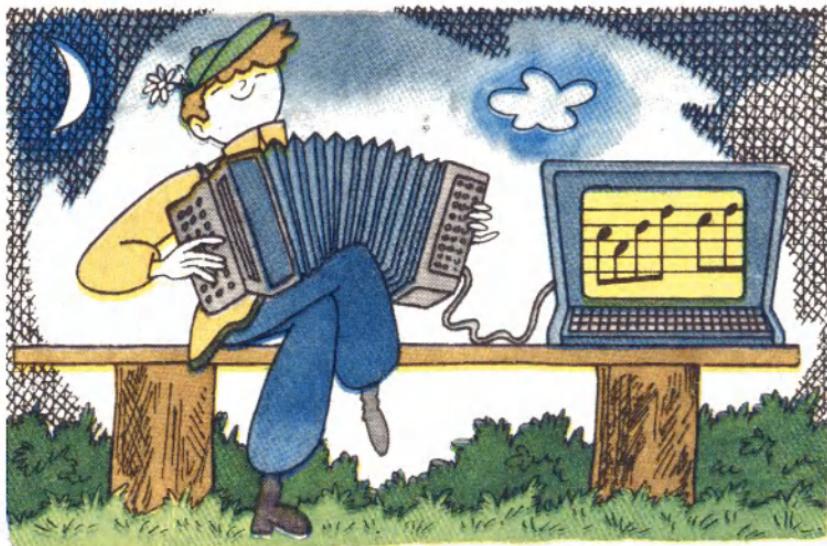
ризации элементной базы электроники и стало возможным появление в последние годы, наряду с большими вычислительными комплексами и системами, различных микро-ЭВМ, ЭВМ индивидуального пользования (персональных компьютеров), а также карманных микрокалькуляторов, электронных наручных и карманных часов и других малогабаритных вычислительных устройств.

Персональные компьютеры вместе с экраном — дисплеем, клавиатурой и печатающим устройством — принтером не превышают по размерам обычный телевизор, а электронные часы с цифровой индикацией размещают даже в корпусе шариковой авторучки.

Однако не только уменьшение размеров и стоимости, увеличение быстродействия и надежности составляют достоинства современных вычислительных устройств и машин. Главное, с ними могут «общаться» широкие массы людей, не нуждаясь для этого в специальной математической или технической подготовке.

Как же удалось сделать сложнейшие электронные системы доступными для неспециалистов?

Дело в том, что еще для ЭВМ второго поколения были разработаны специальные языки программирования — посредники между машинным языком и человеческим, значительно облегчившие составление программ-заданий для работы машин. Появилась возмож-





ность с помощью обычной математической символики записывать любые формулы, сообщать машине условия задачи и последовательность ее решения. А для того чтобы машина понимала язык-посредник, для нее создавалась специальная программа-переводчик — транслятор.

При создании ЭВМ третьего и четвертого поколений были уже разработаны так называемые «языки высокого уровня», достаточно «близкие» к обычному человеческому языку. И теперь любой пользователь (так называют человека, пользующегося услугами ЭВМ) с помощью кнопок и клавиш, подобных клавиатуре пишущей машинки, может задавать вопросы компьютеру и беседовать с ним — отвечает машина высвечиванием текстов, рисунков и схем на экране дисплея или печатанием их на бумаге.

Один из первых, простых и удобных языков высокого уровня был разработан американскими учеными Дж. Кемени и Т. Куртцом. Назвали они его **БЕЙСИК** (**BASIC**) — Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code, что может быть переведено примерно как «многоцелевой символьический код-инструкция для начинающих». Этот язык, усовершенствованный и дополненный, и теперь успешно используется в практике общения со многими компьютерами.

Запись программы на языке **БЕЙСИК** сводится к

использованию 30—40 слов английского языка (или их сокращений), прописных букв латинского и русского алфавитов, арабских цифр и нескольких знаков и символов. Не будет преувеличением, если мы скажем, что человек может овладеть программированием на языке БЕЙСИК всего за несколько часов.

Пусть, например, вы хотите поручить компьютеру вычислить сумму двух чисел:

$$X=27+15.$$

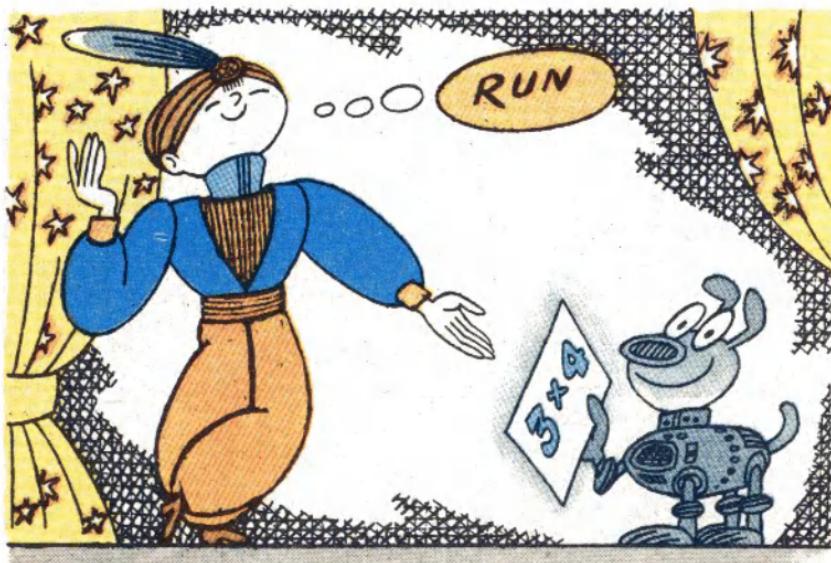
Программа для вычисления X на языке БЕЙСИК записывается так:

```
1 LET X=27+15  
2 PRINT X  
3 END  
RUN
```

Для тех, кто не владеет английским языком, поясним слова, содержащиеся в командах (их называют операторами):

LET означает ПУСТЬ,  
PRINT означает ПЕЧАТАТЬ,  
END означает КОНЕЦ,  
RUN означает ВЫПОЛНИТЬ.

По команде RUN машина проверяет, нет ли в программе какой-либо ошибки, и если нет, то добросовестно





выполняет задание и печатает или высвечивает на экране дисплея результат — 42.

Разумеется, мы привели пример очень простого задания. Для сложения чисел 27 и 15 едва ли целесообразно обращаться к помощи компьютера. Но ведь задания могут быть и гораздо сложнее.

При поручении машине более сложных задач может понадобиться значительно большее число команд в программе, и команды эти будут более разнообразными. Так, в команде с оператором LET ...знак «==» может иметь смысл, отличный от его смысла в математике; например, команда

LET A=A+2

означает: пусть величина А получит новое значение, равное старому значению плюс 2.

Для того чтобы машина выполнила некоторое действие лишь при определенном условии, подается команда

IF ...THEN... (т. е. ЕСЛИ ..., ТО ...).

В случае необходимости изменить порядок выполнения действий подается команда

GO TO ... (т. е. ПЕРЕЙТИ К ...).

Арифметические действия в командах на языке БЕЙСИК обозначаются символами:

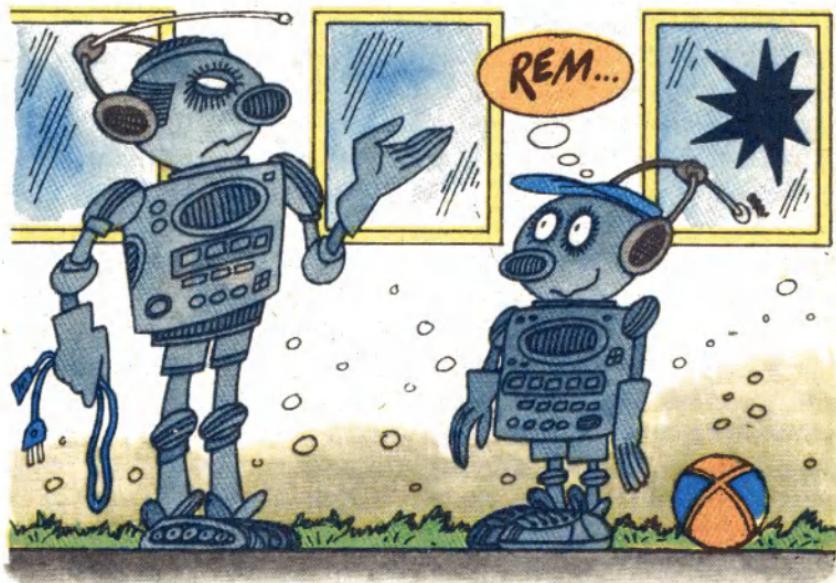
+ сложение,  
— вычитание,

\* умножение,  
/ деление.

Укажем еще оператор REM, который уже встретился вам однажды — в названии этой главы нашей книги. REM — это сокращение английского слова REMARK — разъяснение или замечание. Команда, содержащая этот оператор, не выполняется машиной, она бывает полезна составителю программы.

Попробуем в виде примера составить программу для решения какой-нибудь математической задачи, простой, но достаточно громоздкой и утомительной для ее решения «вручную».

Вспомним старинную легенду об изобретателе шахмат индусском мудреце Сете. В ней рассказывается о том, как царь Ширам, познакомившийся с игрой в шахматы, был так восхищен ее остроумием и разнообразием возможных положений, что предложил мудрецу-изобретателю назначить себе награду за столь удачную выдумку. И Сета пожелал получить награду пишеницей: за первую клетку шахматной доски — одно зернышко, за вторую — два, за третью — четыре и так далее, за каждую следующую клетку — вдвое против предыдущей. Царю такое пожелание показалось слишком скромным. Однако придворные математики, трудинвшиеся над вычислениями весь день и всю ночь, под-





считали, что во всех царских амбараах нет такого количества пшеницы, которое запросил хитрый Сета в награду за свое изобретение. Чтобы собрать столько зерна, пришлось бы засеять всю поверхность Земли, превратить в пахотные поля даже моря и океаны.

Сколько же пшеничных зерен следовало выдать изобретателю шахмат?

Возможно, вы и попытаетесь, вооружившись карандашом и бумагой, подсчитать количество «шахматных» зерен. Однако, вероятнее всего, не дойдя до середины шахматной доски, бросите эту однообразную и скучную работу — не хватит терпения. Машине же чужды понятия скуки и усталости. Она добросовестно, методично и быстро выполнит весь этот простой, но утомительный расчет, если дать ей соответствующую программу — руководство к действию.

Воспользовавшись уже знакомыми нам операторами, запишем на языке БЕЙСИК программу подсчета количества пшеничных зерен, которые должен был выдать мудрецу Сете царь Ширам.

```
Ø1 REM Награда изобретателю шахмат Сете  
Ø2 LET A=1  
Ø3 LET B=1
```

```
Ø4 LET C=0
Ø5 LET A=2*B+A
Ø6 LET B=2*B
Ø7 LET C=C+1
Ø8 IF C<63 THEN 05
Ø9 PRINT A «пшеничных зерен»
1Ø END
      RUN
```

Если задать эту программу компьютеру, «понимающему» БЕЙСИК, то, выполнив задание, он напечатает или выскажет на экране дисплея ответ:

18 446 744 073 709 551 615 пшеничных зерен.

Заметим, однако, что для этого наш компьютер должен обладать большим объемом памяти, достаточным для размещения в ней всех разрядов огромного «шахматного» числа.

Если приведенная выше программа попадется на глаза специалисту по программированию на языке БЕЙСИК, то он скептически заметит, что составлена она не лучшим образом, и будет прав. Дело в том, что при составлении этой программы мы использовали не все возможности этого языка. Применив некоторые не упоминавшиеся здесь операторы БЕЙСИКА, можно было бы сделать программу вычислений более короткой и, следовательно, более эффективной. Но мы ведь не собираемся на страницах этой книги обсуждать с читателем подробности и тонкости программирования. Как уже было отмечено ранее, у нас несколько иная задача.

Поэтому мы ограничимся этой краткой экскурсией в историю ЭВМ и перейдем в следующих главах книги к рассказам о простых устройствах электронно-вычислительной техники.

Однако некоторыми операторами БЕЙСИКА мы при этом все же будем пользоваться. Оператор REM будет указывать на начало каждой новой главы, а также будет предшествовать всем разъяснениям и замечаниям, которые окажутся необходимыми в ее изложении. В тех же случаях, когда понадобится вновь обратиться к разъяснениям и замечаниям, сделанным ранее, на это будет указывать оператор GO TO...

## 11 Ø REM ЛИТЕРАТУРА

Салтоновский А. Н., Первина Ю. А.  
Как работает ЭВМ.— М.: Просвещение, 1986.

Салтыков А. И., Семашко Г. Л. Программирование для всех.— М.: Наука, 1980.

Федотов Я. А. Инженер электронной техники.— М.: Радио и связь, 1986.

Паскалев Ж. Б. Первые шаги в вычислительной технике.— М.: Радио и связь, 1987.

Перегудов М. А., Халамайзер А. Я.  
Бок о бок с компьютером.— М.: Высшая школа, 1987.

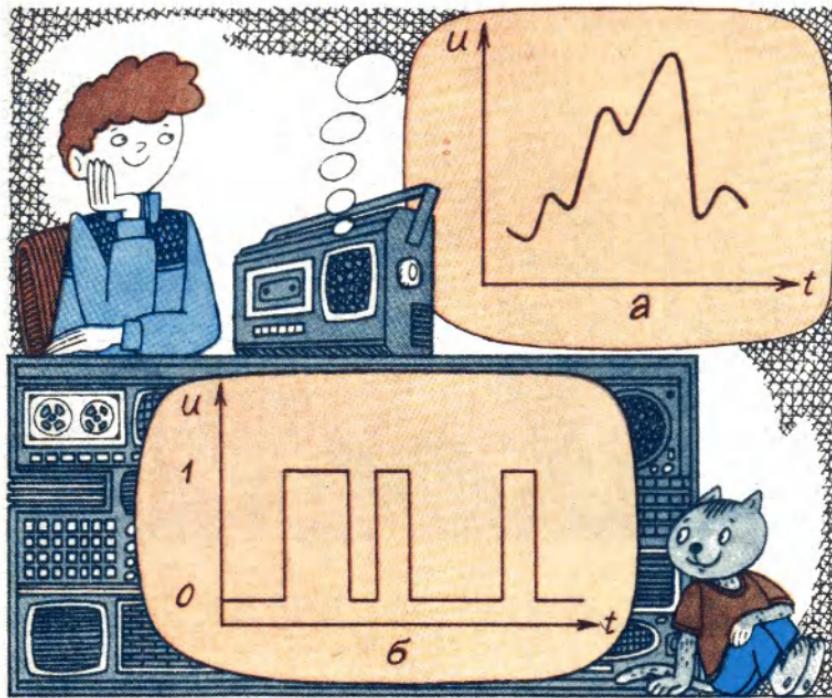


## ВЕЗДЕСУЩИЕ «И», «ИЛИ», «НЕ»

Когда вы с увлечением наблюдали за забавными приключениями кота Леопольда и Карлсона, который живет на крыше, на экране телевизора или включали магнитофон и слушали любимую запись, наверное, не раз задумывались о том, как же все это происходит. Каким образом богатая палитра звуков и сказочное изображение любимых героев вводятся в электронные приборы, а затем воспроизводятся в радиоприемнике или магнитофоне, электропроигрывателе или электрогитаре, на экране телевизора и видеомагнитофона?

Звукозаписывающие, радио- и телепередающие устройства весьма сложны по своей конструкции. Они требуют высокоточной передачи и воспроизведения электрических сигналов. Изменение напряжения электрического сигнала в этих устройствах происходит плавно. Такие сигналы в технике называют **аналоговыми**. Даже незначительное их искажение приводит к тому, что информация становится для нас непонятной. Мы не можем разобрать слова диктора, уловить знакомую мелодию песни.

ЭВТ — электронные устройства иного рода. Они используют другие — **цифровые** — электрические сиг-



налы, которые имеют всего два значения: напряжение есть и напряжения нет. Поэтому цифровой сигнал может изменяться скачком и принимать один из двух уровней. Один уровень назовем низким и обозначим его цифрой «0», а другой, естественно,— высоким и представим его цифрой «1».

Так вот, любую информацию — нашу речь, пение птиц, журчание ручья, картину бескрайних полей и все другое — можно перевести на язык цифровых электрических сигналов и передать их машине.

Понять работу цифровых сигналов и электронно-вычислительных приборов нам помогут логические упражнения. Ими занимается логика. Слово это греческого происхождения (*logike*) и означает науку о законах мышления. Она дает человеку возможность обосновать разумность предположений, сделать правильные выводы.

— При чем тут логика... и электрические сигналы? — наверное, спросите вы.

Как ни странно, но между ними существует весьма тесная связь. Попробуем в этом разобраться. Наши рас-

суждения мы строим из отдельных предложений-высказываний. Давайте условимся под высказыванием понимать любое утверждение, о котором можно сказать, истинно оно или ложно. Например:

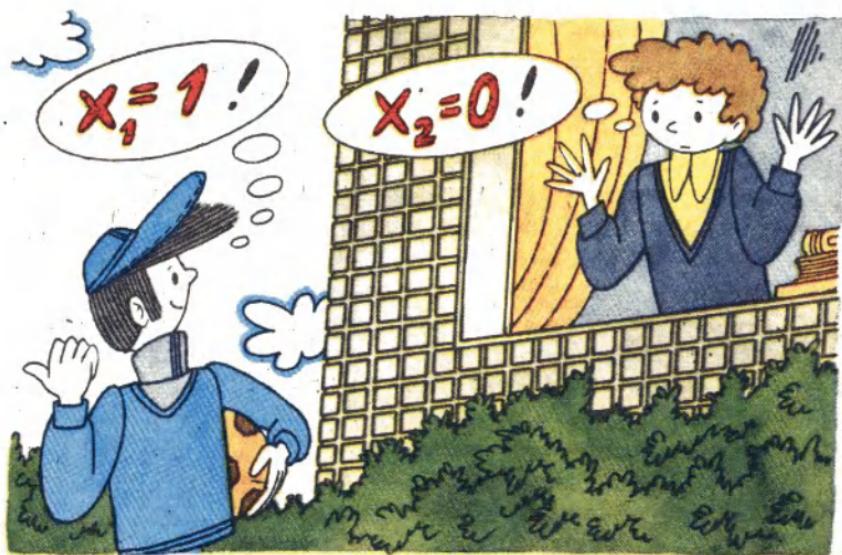
«Земля обращается вокруг Солнца».

«Угол в квадрате равен  $30^\circ$ ».

«Саша собрал электрическую цепь».

Вы, несомненно, согласитесь с тем, что первое утверждение верно, но будете возражать против второго. Движение Земли вокруг Солнца доказано Коперником еще в XVII веке, поэтому первое утверждение истинно. Второе, напротив, ложно, так как в квадрате все углы прямые. А вот третье может быть истинным или ложным в зависимости от конкретных условий.

Теперь представим наши рассуждения в виде алгебраических выражений, с помощью которых было бы легко ответить на вопрос, является ли высказывание ложным или истинным. Для этого, как принято в алгебре, отвлечемся от конкретного содержания утверждений и обозначим их буквами  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  ... и т. д. Каждому верному высказыванию присвоим значение истинности, которое представим цифрой «1», любому неверному — «0» (ложно). Тогда первое высказывание запишется как  $X_1=1$ , а второе —  $X_2=0$ . Третье высказывание запишется в виде  $X_3=0$  или  $X_3=1$  в зависимости от того, собрал ли Саша электрическую цепь.



Над простыми высказываниями можно производить логические операции, в результате которых получаются новые сложные высказывания. Обозначим такое сложное высказывание буквой  $Y$ . Истинность сложного высказывания определяется истинностью исходных ( $X_1, X_2\dots$ ) и характером логических операций.

Так, простые высказывания можно соединять союзом «И».

Например: «Я пойду в кино, если выучу уроки и будет хорошая погода». В каком случае высказывание — «я пойду в кино» — будет истинно? Вы, конечно, догадались: если будут истинны первое и второе высказывания. Если хотя бы одно из них ложно, например, «не выучены уроки», то ложно и результирующее — «я пойду в кино» ( $Y=0$ ). Операция, при которой сложное высказывание верно при истинности первого и второго простых высказываний, называется логической операцией «И» или логическим умножением и обозначается знаком умножения ( $\cdot$ ) —  $Y=X_1 \cdot X_2$ . Перечислим все возможные варианты истинности или ложности результирующего (сложного) высказывания для операции «И» и сведем их в одну таблицу.

Таблица истинности логической операции «И»

Высказывание:					
первое	$X_1$	второе	$X_2$	результирующее	$Y=X_1 \cdot X_2$
уроки не выучены	0	погода не хорошая	0	в кино не пойду	0
уроки выучены	1	погода не хорошая	0	в кино не пойду	0
уроки не выучены	0	погода хорошая	1	в кино не пойду	0
уроки выучены	1	погода хорошая	1	в кино пойду	1

Если опустить смысл высказываний, а оставить только их алгебраическое обозначение, то таблица истинности логической операции «И» будет выглядеть так:

«И»

$X_1$	$X_2$	$Y = X_1 \cdot X_2$
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Разумеется, логическую операцию «И» можно выполнить не только с двумя, но и с тремя и более исходными простыми высказываниями. Но истинность сложного высказывания ( $Y=1$ ) возможна только при  $X_1=1$ ,  $X_2=1$ ,  $X_3=1$  и т. д.

А теперь отвлечемся от наших рассуждений и соберем электрическую цепь. Но прежде напомним некоторые сведения из электротехники.

## 21 Ø REM ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

Электрическая цепь состоит из отдельных звеньев-элементов. В любой, даже в самой простой электрической цепи должны быть: источник тока, потребитель, выключатель и соединительные провода. Эти элементы являются обязательными. В более сложных цепях могут быть и другие элементы: измерители, регуляторы, преобразователи и пр.

Электрическую цепь изображают в виде схемы, на которой каждый элемент электрической цепи обозначается специальным условным символом (значком).

Соберем электрическую цепь из источника тока (батареи 3336Л), низковольтной лампы (3,5 В, 0,28 А), двух выключателей. Детали для сборки цепи позаимствуйте из любого набора «Электроконструктор» или изгответьте самостоятельно. Описание самодельной арматуры вы можете найти в популярных книгах по электротехнике:

## 22Ø GO TO 26Ø

Замкнем первый выключатель — S A1. Что происходит с лампой? Она не горит. Если замкнуть второй выключатель — S A2, а первый — S A1 — разомкнуть, то лампа по-прежнему не светится. Нетрудно догадаться и легко проверить, что лампа загорится только в том случае, если замкнуть оба выключателя — S A1 и S A2.

Согласно с принятыми нами условными обозначениями уровней цифровых сигналов представим цифрой 1 наличие тока в цепи (лампочка горит), цифрой 0 — его отсутствие (лампочка не горит). Сравним наши наблюдения в электрической цепи с таблицей истинности логической операции «И». Мы видим, что загорание лампы может имитировать истинность сложного высказывания ( $Y=1$ ) при истинности простых, которые соответствуют замыканию первого ( $X_1=1$ ) и второго ( $X_2=1$ ) выключателей. Таким образом мы перевели логическую операцию «И» на язык электрических сигналов.

### 225 REM ЛОГИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

Технические устройства, предназначенные для определения истинности высказываний, которые получаются в результате логических операций, называются логическими элементами.

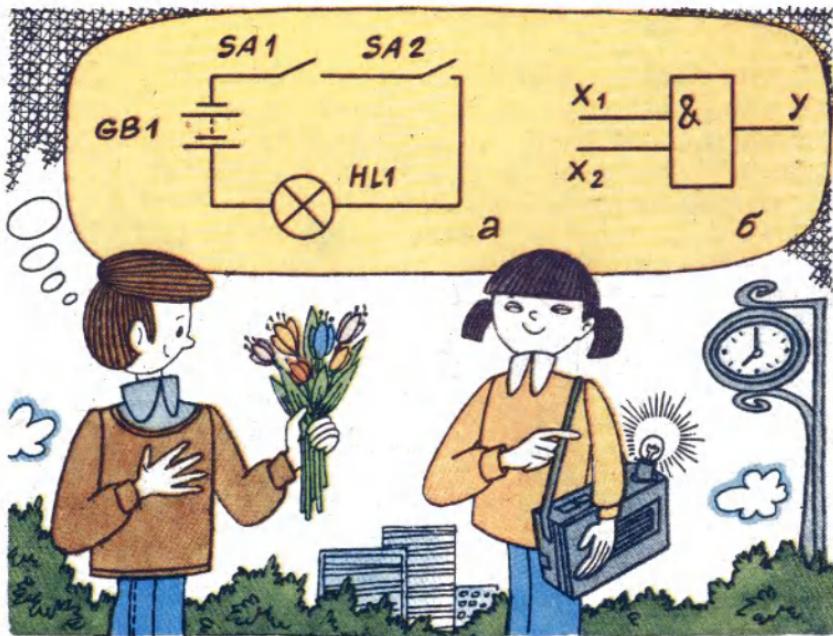
Собранная нами электрическая цепь представляет логический элемент «И». Элемент «И» имеет два или больше входов и один выход. При наличии на всех входах элемента единицы на выходе элемента появляется единица. В остальных вариантах сигналов на входе, на выходе будет сигнал «0».

В технике принято условное изображение логического элемента «И» в виде прямоугольника с отрезками прямых линий, обозначающих входы и выходы элемента. Внутри прямоугольника стоит знак &, обозначающий союз «и» в переводе с английского слова.

Познакомимся и переведем на язык цифровых сигналов другую логическую операцию. Для этого рассмотрим соединение простых высказываний союзом или.

Например: «Числа делятся на 5 ( $Y$ ), если они оканчиваются цифрой 0 ( $X_1$ ) или 5 ( $X_2$ )».

Сложное высказывание — числа делятся на 5 —

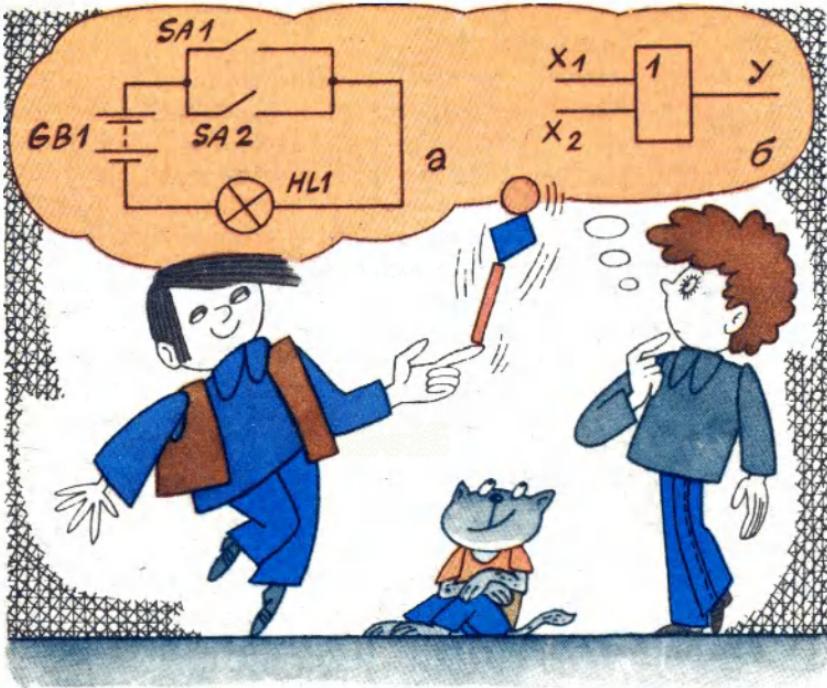


истинно ( $Y=1$ ), если истинно хотя бы одно из простых высказываний. Действительно, числа 20, 40, 100 и другие, оканчивающиеся нулем, делятся на 5. Но на 5 делятся и числа 25, 155, 205 и др., последняя цифра у которых 5. Значит, в самом деле  $Y=1$ , если  $X_1=1$  или  $X_2=1$ . Такая логическая операция называется операцией «ИЛИ». Иначе ее называют логическим сложением и обозначают знаком сложения (+):  $Y=X_1+X_2$ . Таблица истинности логической операции «ИЛИ» выглядит так:

### «ИЛИ»

$X_1$	$X_2$	$Y=X_1+X_2$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

А теперь вновь обратимся к опытам с электрической цепью. Возьмем элементы цепи, которые вы уже использовали в первом эксперименте. Подумайте, как можно



соединить между собой и с другими элементами цепи выключатели, чтобы лампа загорелась при независимом их включении. Последовательное соединение выключателей в данном случае не годится. Значит, их следует соединить параллельно.

Соберите электрическую цепь и убедитесь в этом сами. При разомкнутых выключателях SA1 и SA2 лампа не горит. Но стоит замкнуть выключатель SA1, и лампочка загорается. Если разомкнуть его, а замкнуть SA2, то лампа тоже будет гореть. И естественно, она горит при замкнутых обоих выключателях. Если включение выключателей SA1 и SA2 будет соответствовать простым высказываниям  $X_1$  и  $X_2$ , а загорание лампы HL1 — сложному высказыванию, то собранная нами электрическая цепь представит **логический элемент «ИЛИ»**. Таким образом, можно сконструировать техническое устройство, которое реализует логическую операцию «ИЛИ», т. е. переводит ее на язык цифровых электрических сигналов. Условное изображение логического элемента «ИЛИ» показано на рисунке.

И наконец, рассмотрим еще одну логическую опера-

цию, которая называется отрицанием. Для этого снова разберем пример:

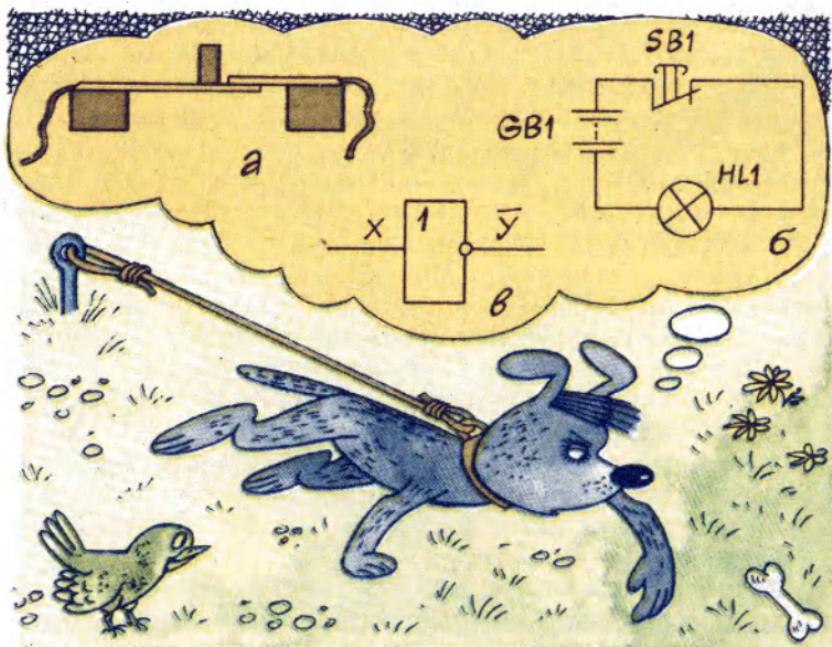
«Если не будет дождя, мы пойдем в поход».

Эту фразу, не искажая ее смысла, можно записать и по-другому: «Если будет дождь, то мы **не** пойдем в поход». Особенность этой логической операции заключается в том, что к одному из высказываний присоединяется частица «НЕ». В результате, если первое высказывание истинно, например, идет дождь ( $X=1$ ), тогда второе отрицается — мы не идем в поход ( $Y=0$ ), и наоборот. Такая логическая операция называется операцией «НЕ» или отрицанием, обозначается она  $X$  (читается «не  $X$ »). Таблица истинности логической операции «НЕ» выглядит так:

«НЕ»

X	Y=X
0	1
1	0

Логический элемент, осуществляющий операцию отрицания («НЕ»), имеет один вход и один выход. При



этом, если на вход подается сигнал 1 ( $X=1$ ), то на выходе получается сигнал 0 ( $Y=0$ ). И наоборот, сигнал 0 на входе ( $X=0$ ) означает появление 1 на выходе ( $Y=1$ ).

В этом можно убедиться, сконструировав простейший логический элемент «НЕ». Для этого вам понадобятся уже знакомые элементы электрической цепи: источник тока, лампа, провода и выключатель. Но выключатель придется взять иной конструкции. Вам понадобится кнопочный выключатель, имеющий в исходном положении замыкающие контакты.

Соберем электрическую цепь по схеме, указанной на рисунке. Если кнопка не нажата ( $X=0$ ), то лампа горит ( $Y=1$ ). А если вы нажмете кнопку ( $X=1$ ), то лампа не будет гореть ( $Y=0$ ).

Графическое изображение элемента «НЕ» показано на рис. 2.4, в.

Подведем итоги. Мы познакомились с простейшими логическими операциями «И», «ИЛИ», «НЕ» и соответствующими им логическими элементами. Все разнообразные логические операции, которые приходится выполнять при сложных логических рассуждениях, могут быть разложены на эти три простейшие операции. Как здание строится из отдельных кирпичей, так и сложные логические рассуждения человек строит, применяя «всемогущие» «И», «ИЛИ», «НЕ». А логические элементы «И», «ИЛИ» и «НЕ» являются своеобразными кирпичиками узлов ЭВТ. Но только в конструкциях этих кирпичиков используются, конечно, не выключатели и лампочки, а интегральные микросхемы и другие детали. Но об этом речь пойдет дальше.

Цифровые сигналы в ЭВТ являются переносчиками информации, либо — «Да», либо «Нет» ( $1—0$ ) — вот и все сведения, которые связаны с существованием сигнала. Конечно, это немного. Но каждый сигнал существует ничтожно малое время — несколько миллионных долей секунды, а идут сигналы с огромной частотой — десятки и сотни тысяч в секунду. Поэтому, если сигналы и паузы брать в больших количествах, то можно их комбинировать и передавать любую информацию: буквы, слова, предложения, числа, уравнения, графики, чертежи, рисунки и пр. Подобно тому, как в азбуке Морзе достаточно всего двух сигналов: точка — тире, чтобы передать сообщение в эфир.

А теперь, используя эти кирпичики, сконструируем несколько простых, но интересных автоматов.

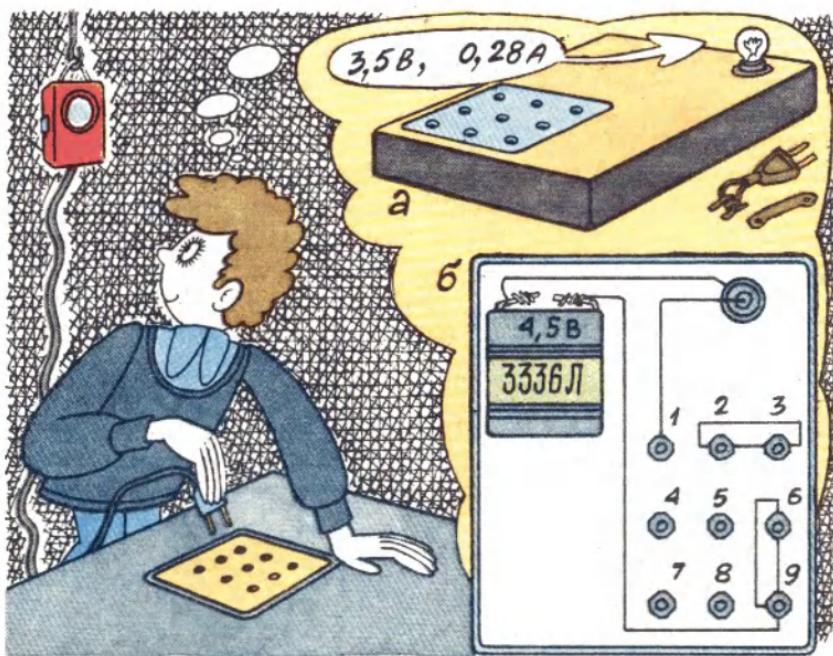
## ИГРОВОЙ АВТОМАТ «ВКЛЮЧИ ЛАМПУ»

В конструкции прибора использована электрическая цепь, которую вы уже собирали, чтобы познакомиться с логическим элементом «И». Но в устройстве использованы новые детали.

Внешний вид прибора показан на рисунке. Электрическая цепь монтируется на верхней крышке картонной коробки или фанерного ящика. В панели нужно высверлить 9 отверстий диаметром 6 мм, расстояние между центрами гнезд — 20 мм. В отверстия вставляются и закрепляются гайками штепсельные гнезда.

Сигнальная лампа (3,5 В, 0,28 А) тоже устанавливается на панели, а источник тока (батарея 3336Л) — под ней, внутри коробки. Крайние штепсельные гнезда 1 и 9 через лампу HLI соединяются с батареей, как показано на схеме.

Штепсельные гнезда различным образом можно попарно соединить между собой. Их соединяют под панелью специальными перемычками из жести или латуни, которые зажимают гайками. Над панелью такие соединения осуществляются с помощью обычных штепсельных вилок, у которых оба штыря замкнуты корот-



ким проводником. И перемычки, и штепсельные гнезда выполняют роль ключей — они замыкают участки между гнездами.

Вы, наверное, поняли, в чем заключается смысл игры. Первый игрок берет две перемычки и незаметно от второго соединяет ими, например, гнезда 1—2 и 3—6. Для второго игрока такое устройство представляет черный ящик (так называются устройства, внутренняя структура которых неизвестна).

Второй игрок должен наименьшим переключением штепсельных вилок зажечь лампу. Затем игроки меняются ролями. Теперь прибор становится черным ящиком для первого игрока, и он делает попытки зажечь лампу.

Играющие заранее договариваются о количестве матчей. Выигрывает тот, у кого будет наименьшее количество попыток для зажигания лампочки.

Перечислим последовательность действий одного из играющих. Игрок:

- 1) берет две вилки;
- 2) вставляет вилки в любые пары гнезд;
- 3) если лампа загорится, то игрок получает одно очко;
- 4) если лампа не загорится, то вынимает вилку из гнезда и замыкает ею другие контакты;
- 5) далее игрок вынимает вилки и замыкает ими новые гнезда до тех пор, пока лампа не загорится.

Это произойдет, если первая и вторая вилки замкнуты в цепь. Итак, мы рассмотрели правила поведения играющего. Заметим кстати, что все игры (бадминтон, шахматы, футбол, лапта и пр.) имеют свои правила, которые определяют последовательность действий (поведения) играющих.

## 23 Ø REM АЛГОРИТМ

Любая точно определенная последовательность действий, необходимая для выполнения некоторой работы или для решения задачи, называется алгоритмом.

Слово «алгоритм» происходит от имени выдающегося узбекского ученого Махаммед бен Муса ал-ХОРЕЗМИ (т. е. Мухаммед сын Мусы из Хорезми), жившего в IX веке. Он был математиком, астрономом, географом.

фом... Ему принадлежит открытие правил четырех арифметических действий: сложения, вычитания, умножения и деления. Сегодня каждый ученик хорошо их усваивает еще в начальных классах. Однако в Европе эти правила стали известны только в XII веке, когда труды великого Хорезми были переведены с арабского на латинский язык. А сами эти правила долго еще называли именем ал-Хорезми (по-латыни *Algorithmi*), которое позднее стало произноситься как «алгоритм». И очень долго этот термин использовали только математики. Правила арифметических действий и сейчас служат простейшими примерами математических алгоритмов.

С алгоритмами мы встречаемся буквально на каждом шагу. Они окружают нас всюду, нельзя и шага ступить, не натыкаясь на них. Они наши друзья, так как помогают найти быстрый путь решения задачи.

Например, чтобы напиться в жаркий день газированной воды с помощью автомата-продавца, надо:

- 1) приготовить монету;
- 2) опустить ее в специальное отверстие;
- 3) нажать кнопку (вода выльется в стакан);
- 4) взять стакан;
- 5) выпить воду.

А вот правило для решения более сложной задачи — перехода улицы или дороги, по которой движется транспорт. Если поблизости нет светофора, например на загородном шоссе, то эта задача выполняется следующим образом. Необходимо:

- 1) посмотреть налево и убедиться, что нет близко идущих машин;
- 2) если машин нет, то идти до середины шоссе; если машины есть, то переждать, когда они проедут, и только затем идти до середины шоссе;
- 3) на середине шоссе посмотреть направо и убедиться, что движущихся машин нет;
- 4) если машин нет, то продолжать движение; если машины есть, дождаться, когда они проедут, а затем перейти на другую сторону дороги.

Такое подробное описание решения задачи дает возможность успешно ее выполнить даже в том случае, если с этой задачей вы встречаетесь впервые. Приведенные примеры — это простые алгоритмы.

Деятельность по готовым образцам, служебным правилам и инструкциям свойственна людям многих профессий. Элементы алгоритмической деятельности присущи работе токаря и ткачихи, автослесаря и билетного кассира, повара и машиниста и многим, многим другим рабочим и служащим.

Даже в творчестве ученого-исследователя, писателя, актера, композитора и скульптора присутствуют алгоритмы. У ученого-исследователя — проведение опыта, у писателя — составление плана произведения, у актера — заучивание текста выступления и т. д. Поэтому алгоритмы являются важной составной частью любых знаний, умений и навыков.

Но особенно велика роль алгоритмов в технике. Использование современных электронно-вычислительных машин практически невозможно без применения алгоритмов. Алгоритм — это путь общения человека с ЭВМ. Ранее мы рассмотрели программу подсчета пшеничных зерен, которые запросил мудрец Сета у царя Ширама за изобретение шахмат.

## 235 GO TO 1ØØ

Эта программа является одним из примеров алгоритма для ЭВМ. С другой стороны, алгоритмы представляют кладовую тайн науки. Ученые и инженеры давно заметили, что, если удалось найти алгоритм решения какой-нибудь задачи, то можно создать машину, которая станет решать подобные задачи. Не случайно первыми операциями, которые стали выполнять вычислительные машины, были действия арифметики — сложение и вычитание. Многие математические, конструкторские задачи сегодня еще не решены. Люди ищут алгоритмы их реализации.

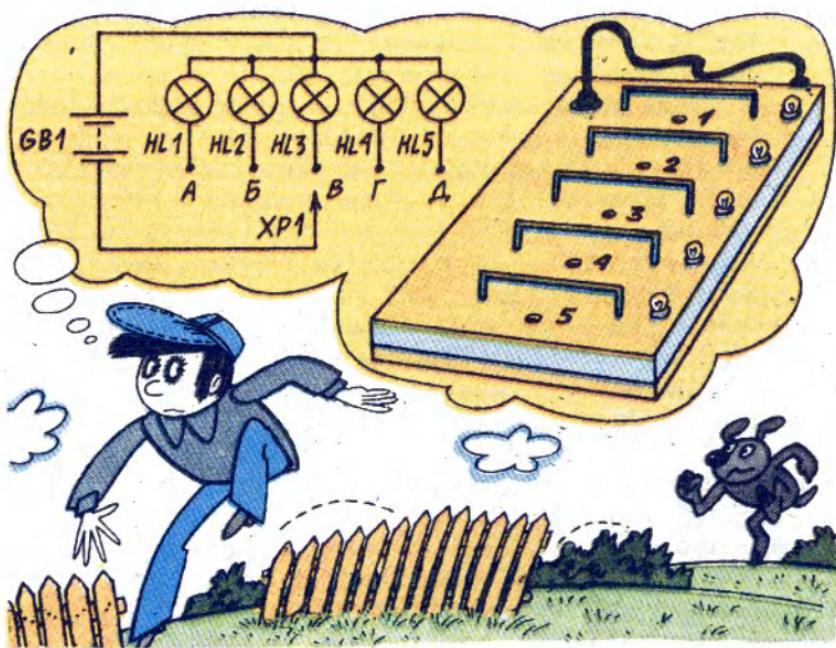
Деятельность изобретателей, рационализаторов, новаторов производства неизменно связана с поисками путей решения технических задач. Разработка и создание алгоритмов для решения таких задач — важная область их деятельности.

Овладеть этим — весьма заманчивое дело. Займемся и мы конструированием автоматических устройств и составлением алгоритмов.

## ИГРОВОЙ АВТОМАТ «БЕГ С ПРЕПЯТСТВИЯМИ».

Схема электрической цепи и внешний вид автомата представлены на рисунке. Основанием прибора служит коробка размерами приблизительно 300 x 200 x 50 мм из плотного картона или тонкой фанеры. Внутри коробки укрепляется источник тока (батарея 3336Л). Лампы (3,5 В, 0,28А) соединяются с одним полюсом источника тока и жестяными пластинками А, Б, В, Г, Д, которые укрепляются внутри основания коробки. Напротив них в крышке высверливаются отверстия, через которые может свободно проходить и касаться пластин щуп — ХР1.

Для соревнований желательно изготовить два таких устройства. В игре принимают участие три человека: один судья и двое соревнующихся. По команде судьи (хлопок в ладоши, удар карандашом о край стола и пр.) играющие должны провести щуп через первую преграду, коснуться в отверстии жестяной пластинки, что фиксирует загоревшаяся лампочка. Затем пройти через вторую преграду, чтобы загорелась вторая лампочка, и т. д. Выигрывает тот, у кого первой загорится пятая лампочка.



А теперь составим алгоритм действия этого автомата. Но прежде несколько слов о способах записи алгоритмов. В рассмотренных ранее нами примерах (правила игры «Включи лампочку», работы автомата-продавца, перехода улицы) даны словесные описания алгоритмов. Однако для удобства и большей наглядности используют графический способ их записи с помощью блок-схемы. С условными графическими изображениями вам приходилось уже неоднократно встречаться — это изображение элементов электрической цепи, логических элементов и др.

Графическая схема алгоритма состоит из отдельных блоков. Чтобы нарисовать их, не нужны особые дарования художника. Для этого необходимо знать и уметь зарисовывать четыре геометрические фигуры: овал, прямоугольник, параллелограмм и ромб.

## 24 Ø REM ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФИГУРЫ

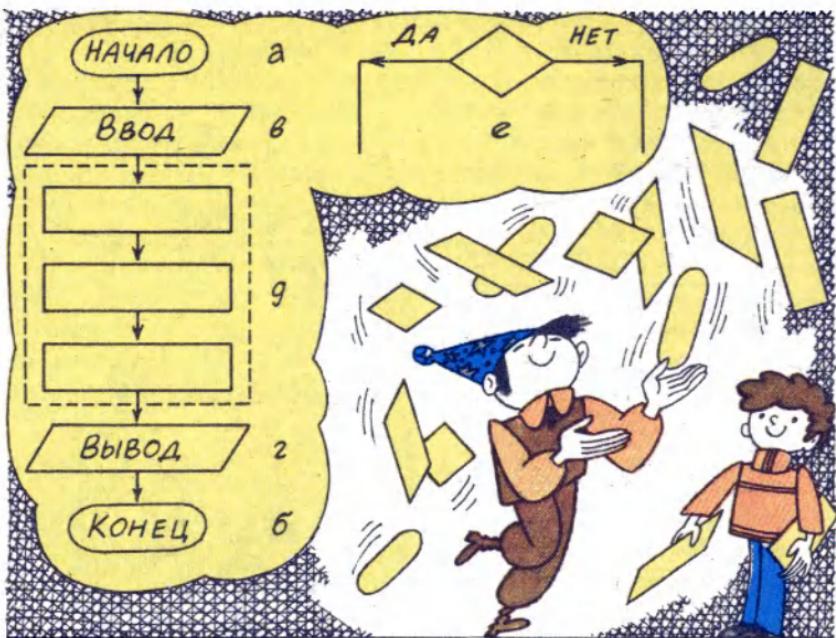
Слово «oval» происходит от греческого *οὐνι*, означающего «яйцо». Овал — фигура, имеющая яйцевидное очертание.

Прямоугольник представляет собой четырехугольник с прямыми углами.

Параллелограммом называется четырехугольник, у которого противоположные стороны параллельны.

Ромб — это параллелограмм, все стороны которого равны, а углы не прямые.

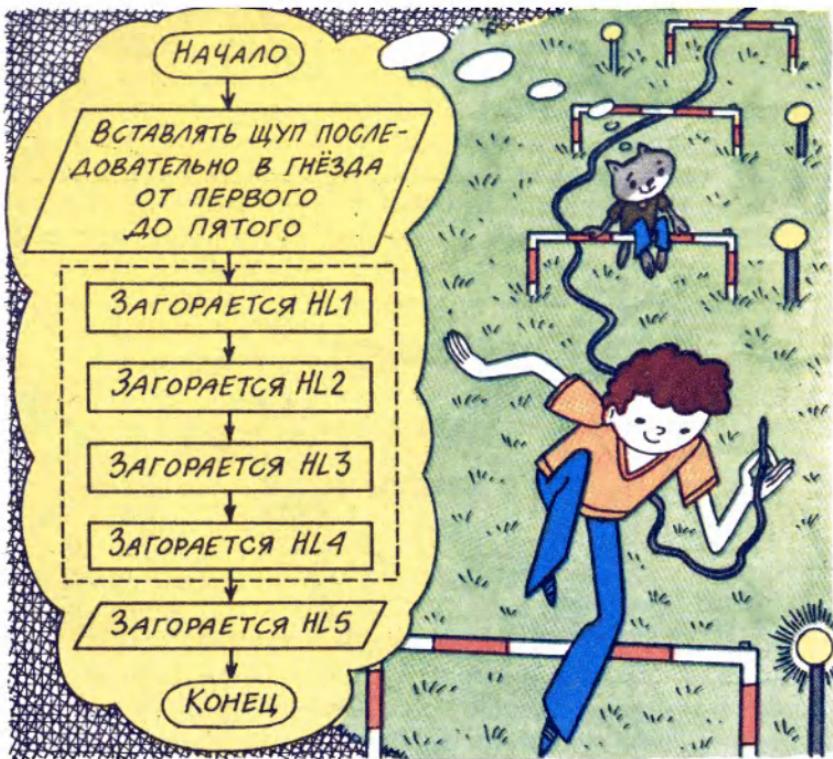
Этими четырьмя фигурами и обозначаются составные части блок-схемы алгоритма. В верхней части схемы изображается овал с надписью «Начало», в нижней — другой овал — со словом «Конец». Овалы как бы окаймляют всю блок-схему, остальные блоки располагаются между ними. Параллелограммов в схеме тоже два. В одном из них пишется слово «Ввод», а в другом — «Выход». Эти фигуры используются для того, чтобы указать, в каких местах алгоритма нужно вводить исходные данные и какие именно. Эти данные указываются после слова «Ввод». Результаты действий, измерений, вычислений пишутся перед окончанием алгоритма после слова «Выход». В прямоугольниках описываются сами действия: это может быть текст-предписание или же математические формулы. Если



таких прямоугольников много, то их можно объединить и вывести в самостоятельный блок, он выделен прямоугольником, стороны которого обозначены пунктирными линиями.

Отдельные блоки соединяются между собой линиями со стрелками, показывающими последовательность действий. Все блоки в схемах, за исключением первого и последнего, имеют два вывода-стрелки. Блок «Начало» имеет только одну, входящую стрелку, а блок «Конец» одну — выходящую.

Рассмотрим блок-схему алгоритма автомата «Бег с препятствиями». За овалом «Начало» следует параллограмм ввода данных. Что должен сделать играющий? Вставить щуп в первое гнездо, затем достать его и вставить во второе гнездо и т. д. Вот эта информация и фиксируется в блоке «Ввод». Какие при этом происходят изменения в автомате? Последовательно загораются лампочки от первой до пятой (от HLI до HL5). В прямоугольниках записываются сведения о загорании первой — четвертой лампочек. Загорание последней, пятой лампочки — HL5 — записано не в прямоугольнике, а в параллелограмме, так как оно означает конец игры. И завершает блок-схему автомата овал со сло-



вом «Конец». Мы видим, что у данного автомата действия однородны (загорание лампочки), поэтому их можно расположить в едином блоке.

Такой алгоритм, в котором одно действие строго следует за другим, называется линейным. Он состоит из простых команд. Особенность его заключается в том, что операции, выполняемые по командам, нельзя переставлять местами. Типичными линейными алгоритмами являются правила пользования телефоном-автоматом, перехода улицы по сигналу светофора, кулинарные рецепты и др.

#### ИГРОВОЙ АВТОМАТ «УСПЕЙ РАНЬШЕ»

Электрическая схема и внешний вид прибора показаны на рисунке. В этом приборе реализуется логическая операция «НЕ».

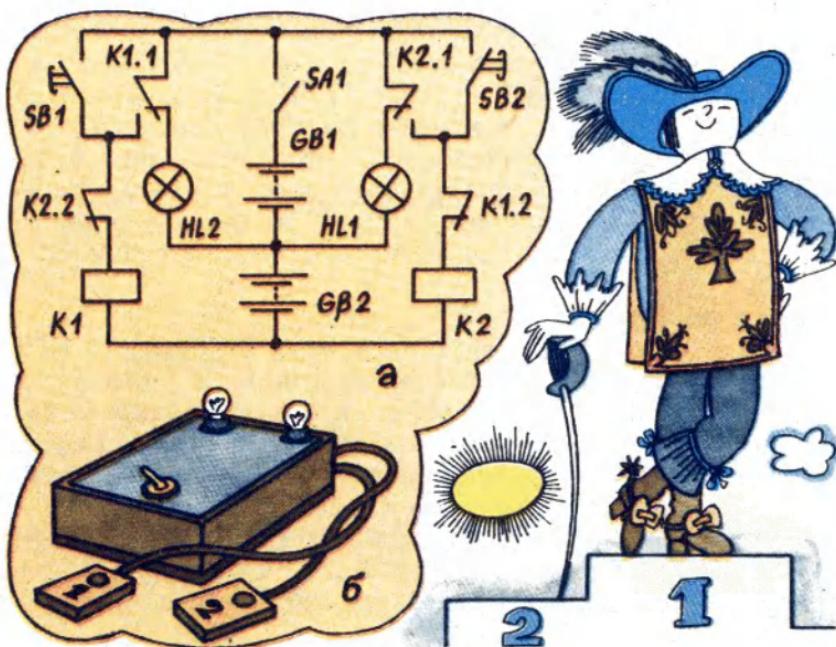
Автомат состоит из основного блока, на лицевой па-

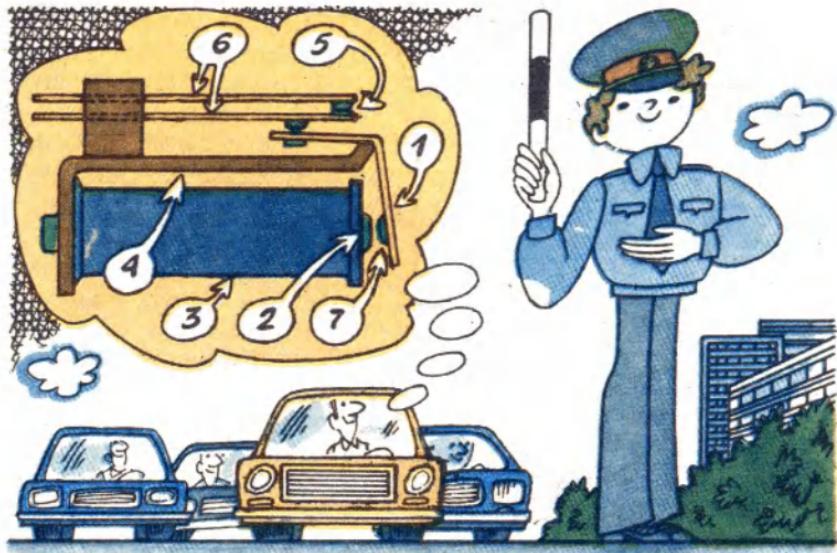
нели которого расположены две лампы и выключатель, и двух соединенных с этим блоком выносных пультов (коробочек) с кнопками (прерывателями тока).

В игре принимают участие трое играющих: один — ведущий и судья, двое других — соревнующиеся. Каждый из соревнующихся берет в руки один из пультов, а ведущий включает ключом лампу на панели основного блока. Затем по команде ведущего соревнующийся должен нажатием кнопки на своем пульте погасить лампу противника. Если он успеет это сделать раньше противника, то его собственная лампа останется включенной — противник выключить ее не сможет. В этом приборе используется электромагнитное реле.

## 245 REM ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ РЕЛЕ

На рисунке показано устройство электромагнитного реле промышленного изготовления. У такого реле якорь притягивается к сердечнику электромагнита 2 под действием магнитного поля, создаваемого обмоткой (катушкой) 3, по которой протекает электрический ток. Поворачиваясь





на призме ярма 4, якорь замыкает контакты 5. При отключении тока в обмотке якорь отходит от сердечника под действием контактных пружин 6. Латунный штифт 7 предотвращает «залипание якоря».

Для питания обмоток электромагнитных реле К1 и К2 в приборе используются две последовательно соединенные батареи GB1 — GB2 (3336Л). На лампы HL1 и HL2 (3,5В, 0,28А) подается половина всего напряжения, так как они присоединены только к одной батарейке. Все детали и узлы прибора расположены в деревянном корпусе основного блока. К пультам соревнующихся выведены только кнопки — выключатели SB1 и SB2.

Как работает прибор?

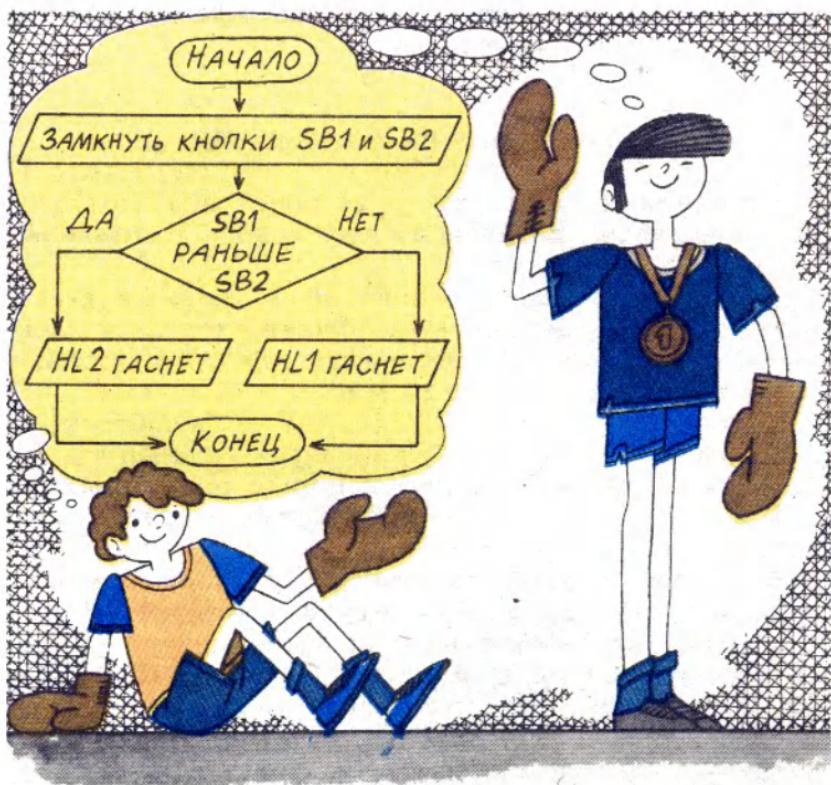
После замыкания ведущим ключа SB3 лампы HL1 и HL2 загораются (контакты К1.1 и К2.1 замкнуты). Предположим, что первый из них успел раньше нажать кнопку SB1. Тут же срабатывает реле К1. Переключающие контакты этого реле К1.1 отключают лампочку HL2 (она гаснет) и замыкают участок цепи с кнопкой SB1, обеспечивая прохождение тока по обмотке реле К1 даже после того, как соревнующийся отпустит эту кнопку (это называется самоблокировкой реле К1).

Одновременно контакты К1.2, размыкаясь, отключают обмотку реле К2, лишая противника возможности воздействия на это реле кнопкой SB2 выключить лампу HL1.

Если успеет раньше нажать свою кнопку SB2 второй соревнующийся, то управление работой цепи происходит аналогично, но погаснет лампа HL1 (убедитесь в этом, проследив по схеме за контактными реле в цепи).

После окончания состязания ведущий должен вернуть прибор в исходное состояние. Для этого нужно отключить реле и лампы ключом SB3.

Рассмотрим блок-схему алгоритма этого прибора. Блок ввода предусматривает результат действия играющих — нажатие кнопок SB1 и SB2. При этом одна из кнопок, как мы же выяснили, может быть нажата раньше другой. Если SB1 замкнется раньше, чем SB2, то погаснет лампа HL2. Если же SB1 замкнется позд-



нее, то погаснет HL1. В том и другом случае это означает конец игры.

Таким образом, в результате ввода информации возможны два варианта действий автомата: угасание первой (HL1) или второй (HL2) лампы. Схема такого алгоритма содержит разветвление («вилку»).

Если алгоритм предполагает команду ветвления, то в точках ветвления ставится блок сравнения. Он изображается ромбом, внутри которого записывается операция в сравнении. Из ромба выходят две линии-стрелки, означающие два возможных пути (варианта). Этот блок напоминает разветвляющуюся тропинку в лесу, и путник должен выбрать один из путей дальнейшего следования. Одна из стрелок отмечается словом «Да» (в эту сторону надо свернуть после сравнения и выбора пути), другая — словом «Нет» (что означает поворот в эту сторону, если условия сравнения не выполняются). В алгоритм нашего игрового автомата как раз и введен блок-сравнение.

Такой алгоритм в отличие от линейного называется разветвляющимся. В него входят как простые команды, так и команды ветвления.

### ИГРОВОЙ АВТОМАТ «МОРСКОЙ БОЙ»

Принципиальная схема и внешний вид автомата представлены на рисунке. Новый прибор напоминает автомат «Включи лампу».

Вертикальные щиты — поля игры — представляют собой панели, разделенные на 30 квадратов. В каждом квадрате по одному штепсельному гнезду, расстояние между центрами которых 20 мм.

Подставку, в углубление которой вставляются вертикальные щиты, а также установлены батарея и лампа, можно сделать из фанеры и реек. Удобна для этой цели и готовая картонная или пластмассовая коробка подходящих размеров.

У каждого играющего свое поле с «кораблями» — перемычками из жести или латуни, — которые не видны противнику. Штепсельные вилки соединены гибкими изолированными проводниками с батареей и лампой. С помощью этих штепсельных вилок играющие находят «корабли» противника.

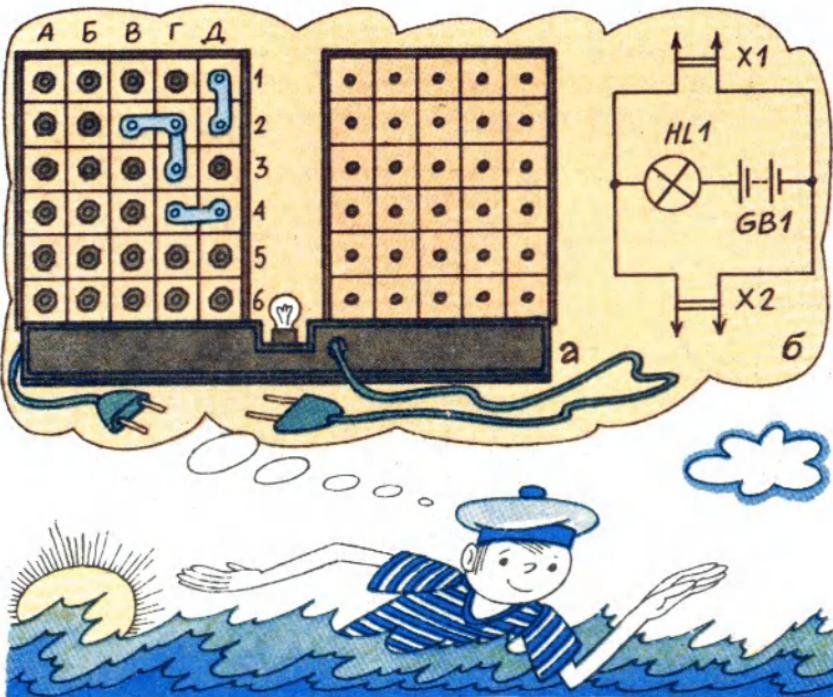
Если вилка вставляется в гнездо, где находится вра-

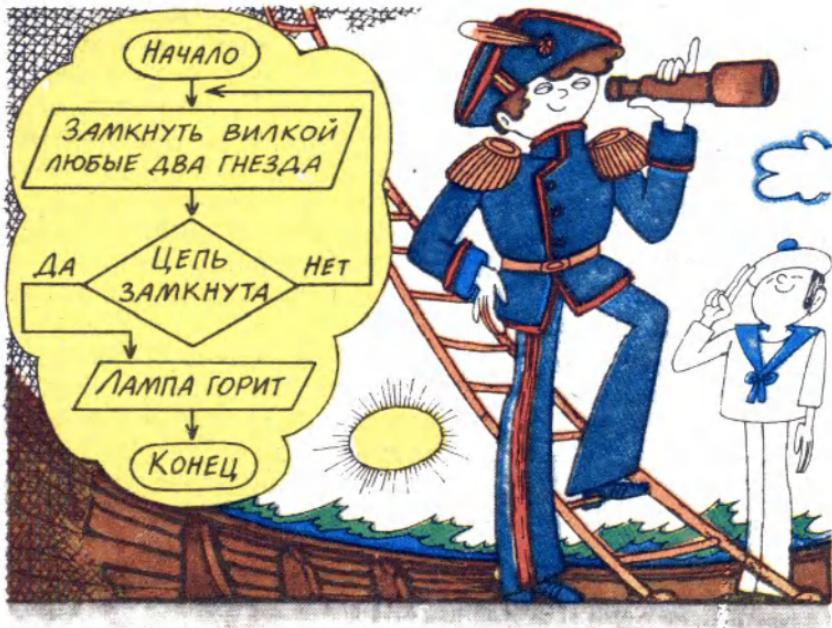
жеский «корабль», то замыкается электрическая цепь, и лампа загорается. Это означает гибель «корабля», и играющий делает следующую попытку. Если же «корабль» не обнаружен, то ход делает противник.

Количество «кораблей» может быть произвольным. Играют так: до уничтожения всех кораблей одного из игроков или по договоренности выигрывает тот, кто быстрее уничтожит половину «кораблей» противника.

Составим блок-схему алгоритма прибора. После ввода информации — замыкания вилкой любой пары гнезд — цель может быть достигнута («Да») или не достигнута («Нет»), то есть алгоритм ветвится. Если цель достигнута, лампочка загорается, что означает конец игры. Если же цель не достигнута, то фактически игру надо продолжить и вновь повторить все действия. Такие повторы могут быть три, четыре, пять и более раз, пока не загорится лампочка.

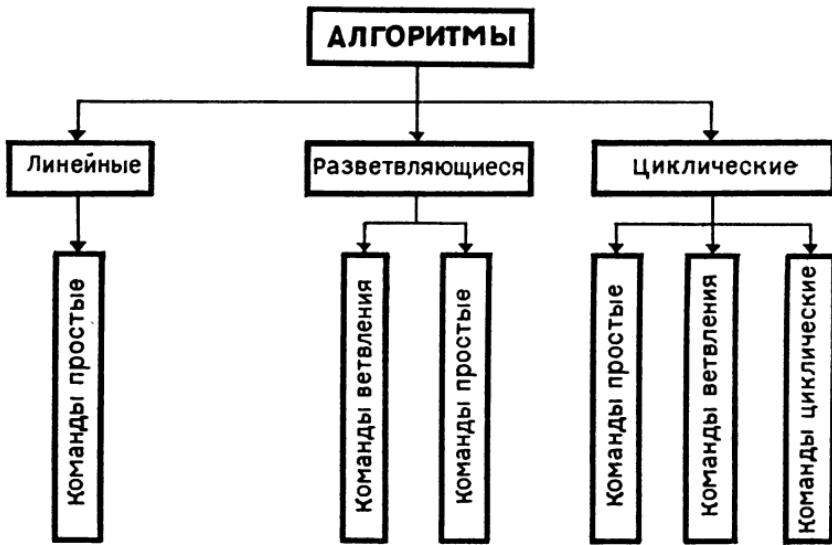
Как мы видим, этот алгоритм отличается от рассмотренных ранее. Он называется циклическим. В нем действия повторяются, образуя циклы. В циклический алгоритм входят команды: простые, ветвления и повторения.





## 25 Ø REM ВИДЫ АЛГОРИТМОВ

Алгоритмы могут быть трех видов: линейные, разветвляющиеся и циклические. Они отличаются характером команд и связями между ними.

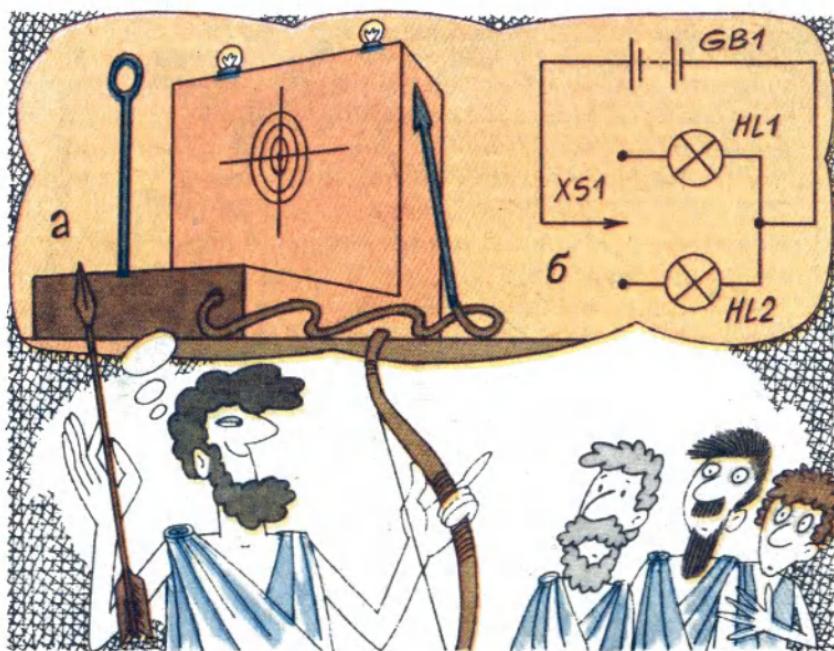


## ИГРОВОЙ АВТОМАТ «ПОПРОБУЙ ПОПАДИ!»

С помощью такого аттракциона можно упражняться в точности движений. Внешний вид его и схема электрической цепи показаны на рисунке. В игре необходимо провести стрелу через кольцо и коснуться ею мишени.

Стрела выполняется в виде тонкой проволоки, которую проводят через кольцо. Если стрела коснется кольца, то вспыхивает красная лампа HL1 и играющий должен передать щуп-стрелу другому. Если же стрела проходит через кольцо, не задевая его, а касается мишени, то загорается зеленая лампа HL2 и играющий получает очко. Задача соревнующихся заключается в том, чтобы заработать больше очков.

Корпусом игры может служить картонная коробка, мишень — пластиинка из жести или меди. Лампы укрепляются на картонной подставке, батарея монтируется внутри коробки. Кольцо и стрелу выполняют из медной или алюминиевой проволоки. Диаметр кольца должен быть приблизительно на 1 мм больше диаметра стрелы.



Блок-схема алгоритма этого устройства показана на рисунке. Вы видите, что это циклический алгоритм: он включает команду ветвления — стрела может касаться кольца («Да») и не касаться («Нет»), команду повторения — стрела касается кольца и простую команду — стрела касается мишени.

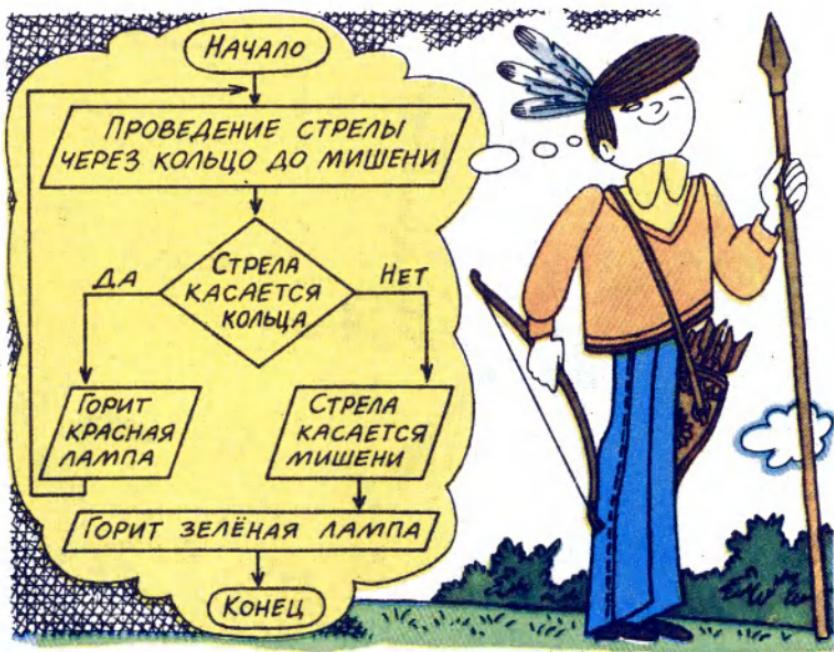
## 26 Ø REM ЛИТЕРАТУРА

Г а л а г у з о в а М. А., К о м с к и й Д. М. Первые шаги в электротехнику.— 2-е изд. доп.— М.: Просвещение, 1988.

К а с а т к и н В. Н., В л а д ы к и н а Л. И. Алгоритмы и игры.— Киев: Рад. школа, 1984.

Л ю б и м о в Г. В., Н о в и к о в С. М. Знакомимся с электрическими цепями.— 2-е изд., доп.— М.: Наука, 1981.

П е к е л и с В. Д. Маленькая энциклопедия о большой кибернетике.— М.: Детская литература, 1970.





## ИГРОТЕКА АВТОМАТОВ

«Стоит четырехэтажный дом, в каждом этаже по восемь окон, на крыше два слуховых окна и две трубы, в каждом этаже по два квартиранта. А теперь скажите, господа, в каком году умерла у швейцара его бабушка?» — вот такую логическую загадку задал в одной из бесчисленных инстанций, по которым ему пришлось скитаться, известный герой Ярослава Гашека Иозеф Швейк. История умалчивает, какой ответ был дан на этот вопрос, но совершенно очевидно, что логические и математические игры и фокусы были хорошо знакомы прикидывавшемуся простачком Швейку.

Действительно, существует много математических и логических игр, суть которых состоит в том, чтобы отгадать одно или несколько задуманных чисел, имен, предметов, цветов и др. Иногда такие игры оформляются как математические фокусы. Предварительно с задуманным, например, числом необходимо проделать ряд на первый взгляд случайных, никак не связанных друг с другом математических операций. Узнав конечный результат, отгадывающий сразу же сообщает задуманное число.



Такие математические игры внешне могут быть очень замысловато представлены (например, как в случае со Швейком, хотя это не более чем одна из его многочисленных шуток), но все они базируются на математических и логических закономерностях и позволяют отгадывающему, проделав в уме несложные вычисления или логические умозаключения с сообщенной ему информацией, дать правильный ответ. Можно сказать, что отгадывающий в соответствии с определенным алгоритмом проделывает над полученной информацией ряд операций и получает необходимый ответ.

Рассмотрим конструкцию простого игрового отгадывающего автомата, который может с успехом выполнять роль игрока-отгадчика.

### ИГРОВОЙ АВТОМАТ «ЗАЧЕРКНУТАЯ ЦИФРА»

Правила этой игры таковы:

1. Задумайте двузначное число.
2. Найдите сумму цифр этого числа.
3. Отнимите эту сумму от задуманного числа.
4. Зачеркните одну (любую) цифру получившегося числа.
5. Сообщите оставшуюся цифру отгадывающему.

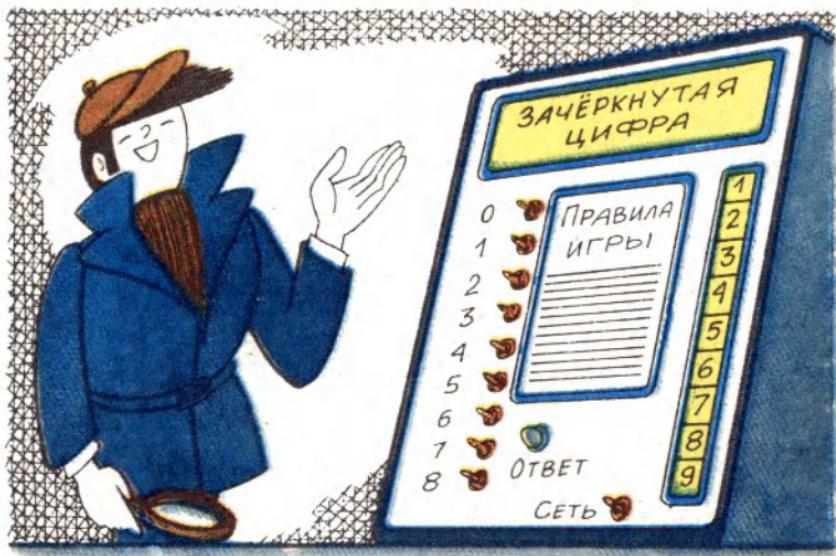
Вновь проанализируем последовательность тех операций, которые проделал игрок с задуманным двузначным числом. Обозначим буквой «д» число десятков, а буквой «е» — число единиц задуманного числа. Таким образом, задуманное число можно представить в форме  $10d+e$ .

Отнимаем от этого числа сумму его цифр:  $10d+e-(d+e)$ . Получаем  $10d+e-d-e=9d$ . Безусловно, получившееся в результате вычислений число делится без остатка на 9. Это значит, что при вычитании из числа суммы его цифр всегда получается число, делящееся на 9 без остатка.

Напомним, что признак делимости двузначного числа на девять заключается в том, что без остатка на 9 делится число, сумма цифр которого тоже делится на 9. Таким образом, отбрасывая или зачеркивая одну из цифр числа, которое делится на 9, мы знаем, что сумма его цифр равна 9.

Отсюда очень проста разгадка описанного фокуса — необходимо из девяти вычесть сообщенное отгадывающему число, и частное будет представлять собой зачеркнутую цифру.

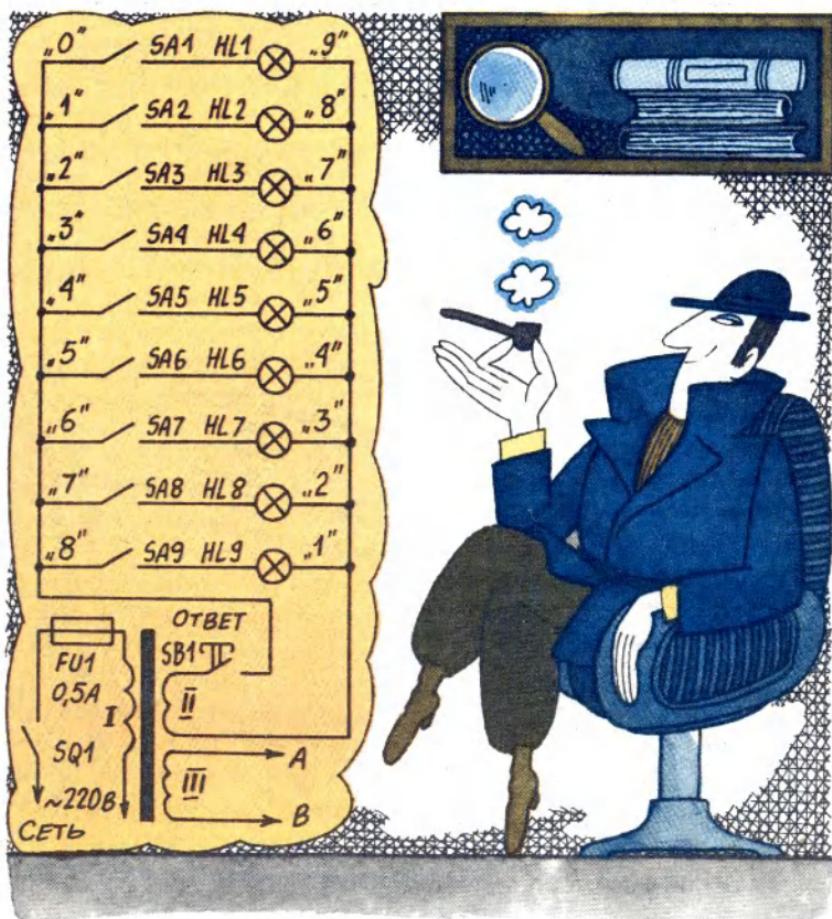
Блок-схема алгоритма работы играющего автомата «Зачеркнутая цифра» представлена на рисунке. Она представляет собой линейный алгоритм  $3\text{ }/\text{ }5\text{ GO TO }25\text{ }/\text{ }$ .



Алгоритм работы автомата «Зачеркнутая цифра» достаточно прост: после ввода цифры в автомат производится вычитание этой цифры из девяти, и результат выводится на световое табло.

Внешний вид игрового автомата, реализующего описанный алгоритм, представлен на рисунке. На лицевой панели автомата слева в ряд расположены 9 выключателей для ввода в автомат числа; справа — световое табло для индикации отгаданного числа. В центре панели укреплена табличка с правилами игры, внизу находятся кнопка ОТВЕТ и сетевой выключатель.

Допустим, что человек задумал число 24. Сумма цифр этого числа равна 6. Отнимая сумму цифр от задуманного числа, получаем 18. Зачеркиваем одну из цифр, например 8, и оставшуюся цифру вводим в автомат.



Принципиальная электрическая схема автомата приведена на рисунке. При введении в автомат цифры 1 замыкается выключатель SA2. При последующем нажатии на кнопку SB1 ОТВЕТ электрический ток распространяется по цепи: вывод обмотки II трансформатора T1, замкнутые контакты кнопки SB1, замкнутые контакты выключателя SA2, лампочка HL2, второй вывод обмотки трансформатора II. Лампочка HL2 загорается, подсвечивая табло с цифрой 8. Таким образом, автомат реализует алгоритм отгадывания зачеркнутой цифры, представленный на рисунке. Другие примеры работы автомата легко проследить по принципиальной схеме самостоятельно.

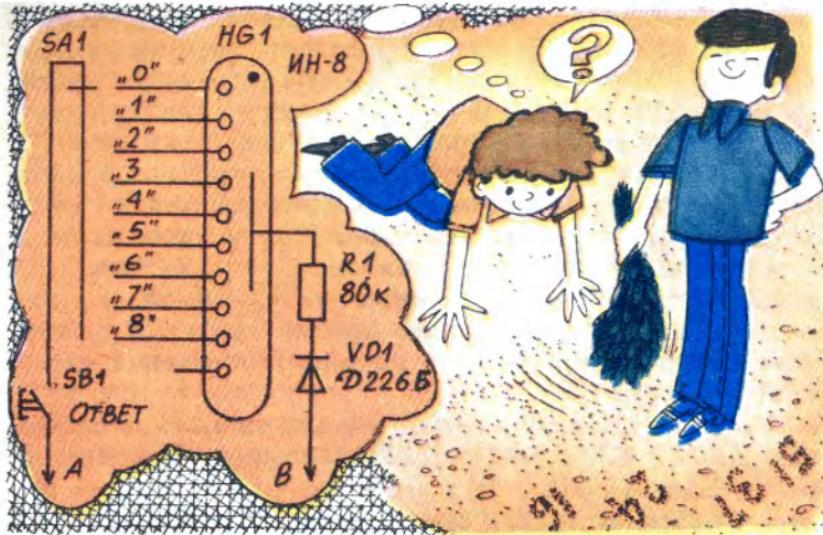
В автомате применены следующие детали: выключатели SA1 — SA9, SQ1 — TB2-1; лампы накаливания HL1 — HL9 — ЛН3,5 В × 0,28 А; кнопка SB1 — К1. Сердечник сетевого трансформатора набран из пластин Ш32, пакет толщиной 20 мм. Обмотка I состоит из 1220 витков провода ПЭЛ 0,31, обмотка II содержит 49 витков провода ПЭЛ 0,51. В качестве источника питания можно использовать батарейку для карманного фонаря типа 3336Л.

### 31 Ø REM СВЕТОВОЕ ТАБЛО

Световые табло изготавливаются таким образом, чтобы день недели был виден только при загорании лампочки после нажатия кнопки ОТВЕТ. Для этого отверстия на лицевой панели корпуса автомата прикрываются полупрозрачным (матовым) оргстеклом. Под ними крепятся выцарапанные на непрозрачной фотопленке или вырезанные из черной бумаги буквы, обозначающие дни недели. Чтобы загорающиеся лампы не могли подсвечивать соседние отверстия, их необходимо разделить непрозрачными перегородками. Лучше всего изготовить решетку из тонкого листового текстолита или гетинакса, которая и поделит все световое табло на изолированные друг от друга ячейки.

Если все электрические соединения выполнены верно, автомат не нуждается в дополнительной наладке.

Размеры игрового автомата можно существенно уменьшить, если для ввода чисел вместо девяти



тумблеров-выключателей применить один пакетный переключатель, а вместо девяти лампочек на-каливания, подсвечивающих табло с цифрами, использовать газоразрядную индикаторную лампу.

### 32Ø REM ГАЗОРАЗРЯДНАЯ ИНДИКАТОРНАЯ ЛАМПА

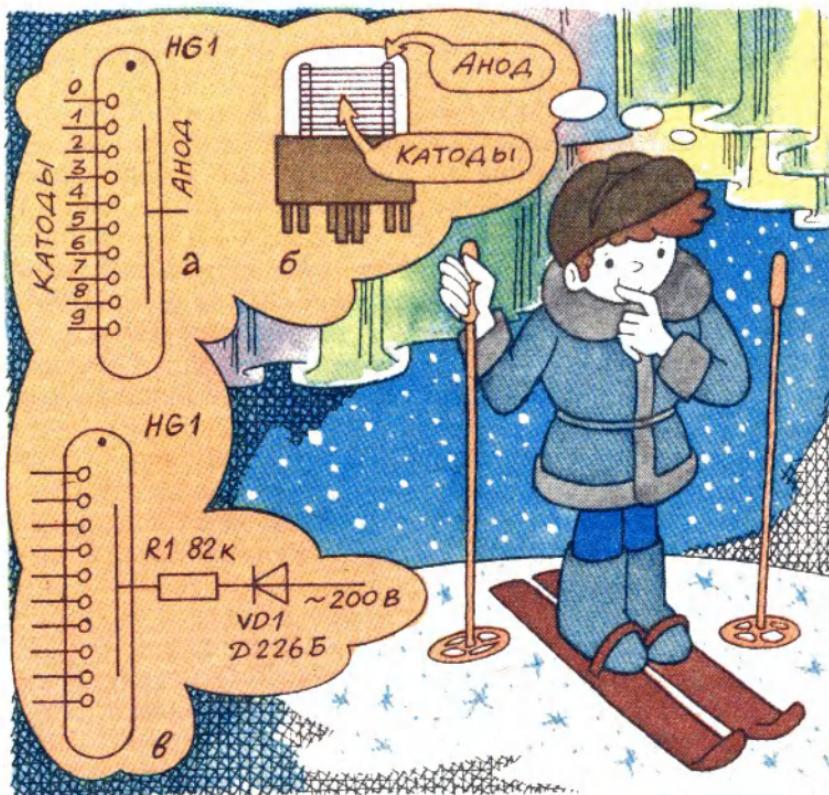
Газоразрядная индикаторная лампа представляет собой стеклянный баллон с металлическими электродами, заполненный инертным газом. Обозначение газоразрядной лампы на принципиальной электрической схеме показано на рисунке. Один из электродов (катод), к которому подключается отрицательный полюс источника тока, делается из проволоки, изогнутой в виде какой-либо цифры (например, цифры 3). Другой электрод (анод), на который подается положительное напряжение, обычно делается в виде мелкой проволочной сетки.

При подаче на электроды электрического напряжения в лампе возникает электрический разряд, начинает проходить ток, и газ около катода начинает светиться. Таким образом, в лампе будет видна светящаяся цифра (в нашем примере это цифра 3). Толщина светящейся линии примерно  $1 \div 2$  миллиметра.

В цифровых индикаторных лампах имеется 10 катодов в виде цифр от 0 до 9. Каждый катод имеет самостоятельный наружный вывод. Подавая напряжение на разные катоды, можно получить индикацию всех десяти цифр. Последовательно с анодом газоразрядной лампы включается балластный резистор, который ограничивает ток, проходящий через лампу, и предохраняет ее от разрушения. На рисунке представлен внешний вид газоразрядной лампы; типовая схема ее подключения показана на рисунке.

Следует иметь в виду, что большинство газоразрядных ламп требуют для своей работы высокого напряжения, и использование их в электронных устройствах сопряжено с необходимостью строжайшего соблюдения правил техники безопасности.

Принципиальная схема изменений, вносимых в игровой автомат «Зачеркнутая цифра», приведена на рисун-



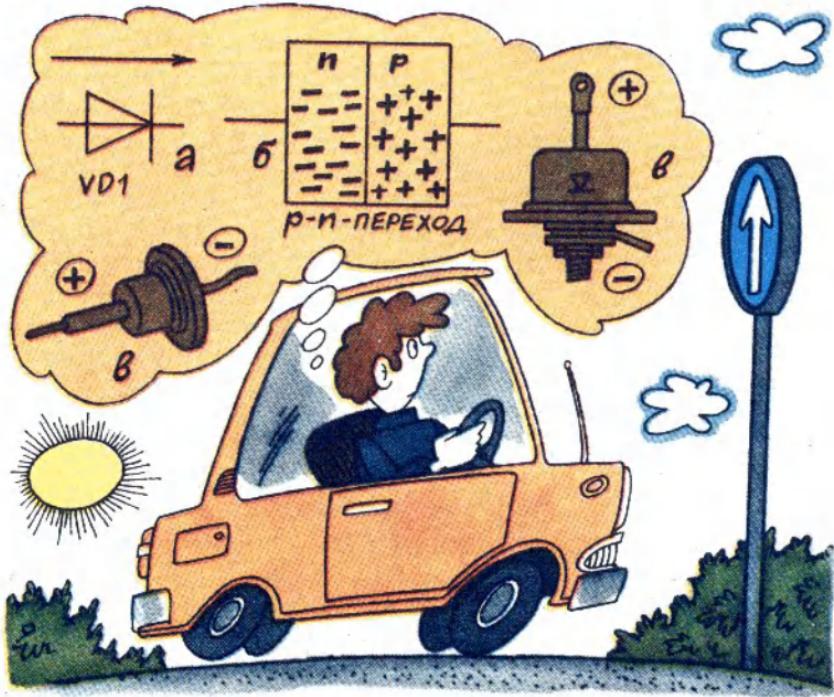
ке 3.4. Вместо выключателей SA1 — SA9 включается пакетный переключатель SA1; вместо ламп накаливания HL1 — HL9 — газоразрядная индикаторная лампа HL1. Представленный на рисунке 3.4 второй схемный вариант игрового автомата подключается в точки А и Б блока питания (рис. 3.3). Обмотка III трансформатора T1 такая же, как и обмотка I. Разумеется, исходя из наличия деталей, можно заменить только выключатели на пакетный переключатель и оставить лампы накаливания или, наоборот, оставить выключатели и применить индикаторную лампу. Соответственно изменится и внешний вид игрового автомата.

Второй схемный вариант игрового автомата также не требует наладки и, если все электромонтажные соединения выполнены верно, работает сразу же после включения в сеть. Следует отметить, что использование индикаторной лампы требует высокого напряжения и использования полупроводникового диода для выпрямления переменного тока. Заменить сетевое питание на автономное (от батарейки) не представляется возможным.

## 322 РЕМ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ДИОД

Полупроводниковый диод — это электронный прибор, обладающий способностью хорошо пропускать электрический ток в одном направлении и практически не проводящий ток в другом направлении. Обозначение диода на принципиальной электрической схеме показано на рисунке. Диод пропускает электрический ток в ту сторону, в которую показывает стилизованная стрелка в его графическом обозначении. Схематично устройство диода можно представить как две пластинки полупроводника, которые обладают различными типами проводимости. Одна из пластинок имеет большое количество отрицательных носителей электрического тока — электронов и является пластиной с проводимостью п-типа; другая имеет положительные носители электрического тока — дырки и является пластиной с проводимостью р-типа. На границе раздела пластин возникает особая зона, так называемый р-п-переход, составляющий всего десятые доли микрометра.

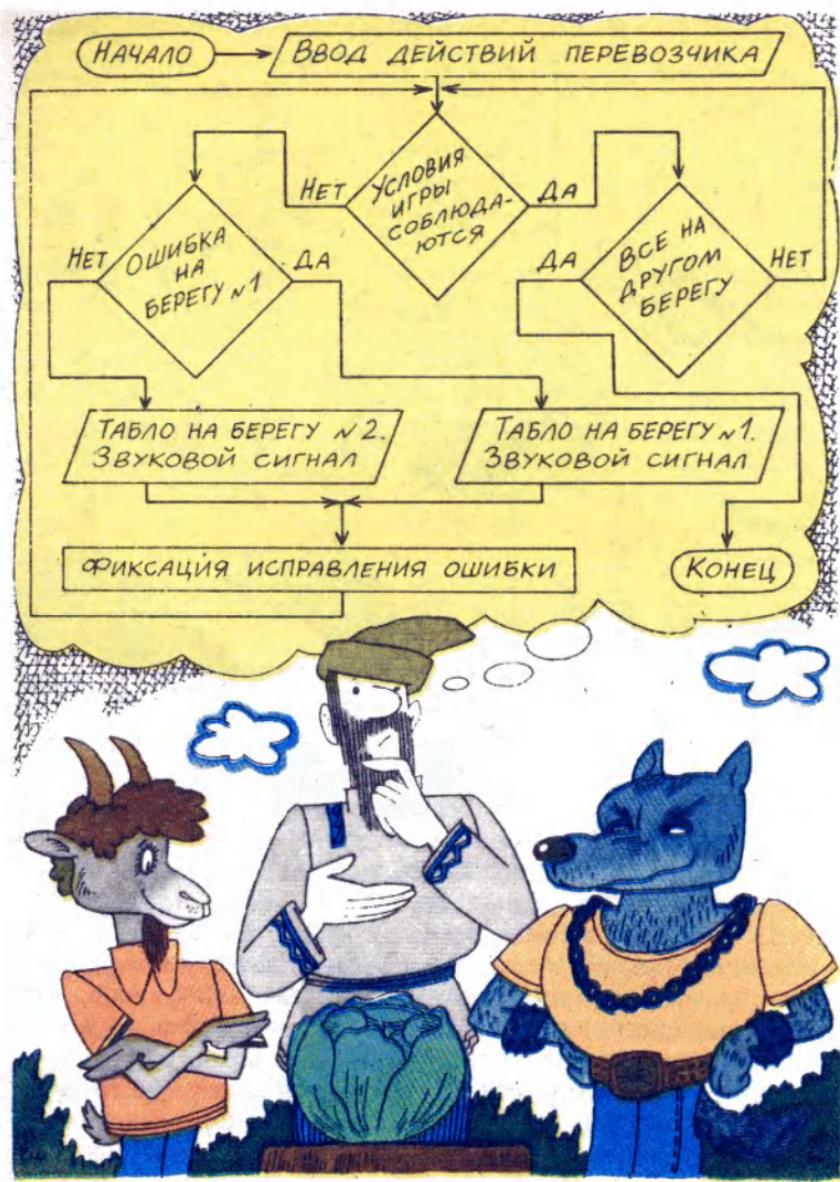
Если к пластине с проводимостью р-типа при-



соединить положительный полюс источника тока, а к пластине с проводимостью п-типа — отрицательный полюс источника тока, ток через полупроводниковый диод пойдет. Если поменять полюса источника тока местами, ток идти не будет. Внешний вид некоторых диодов показан на рисунке. Они заключены в металлические корпуса со стеклянными изоляторами. Диоды, которые рассчитаны на пропускание больших токов, имеют на одном конце винт с гайкой для крепления их на металлических панелях-теплоотводах. Обычно на корпусе диода проставляется его маркировка (например, Д226Б) и рисуется небольшая стрелка, показывающая направление пропускания диодом электрического тока.

#### ИГРОВОЙ АВТОМАТ «ВОЛК, КОЗА И КАПУСТА»

В отличие от предыдущих игровых автоматов, где игровой момент сводился к выполнению некоторой последовательности вычислительных операций как челове-



ком, так и автоматом, эта игра носит чисто логический характер. Итак, старинная логическая игра-задача о крестьянине-перевозчике, волке, козе и капусте.

Крестьянину надо перевезти через речку волка, козу и капусту. Имеющаяся лодка настолько мала, что в ней может поместиться только сам крестьянин, а с ним или

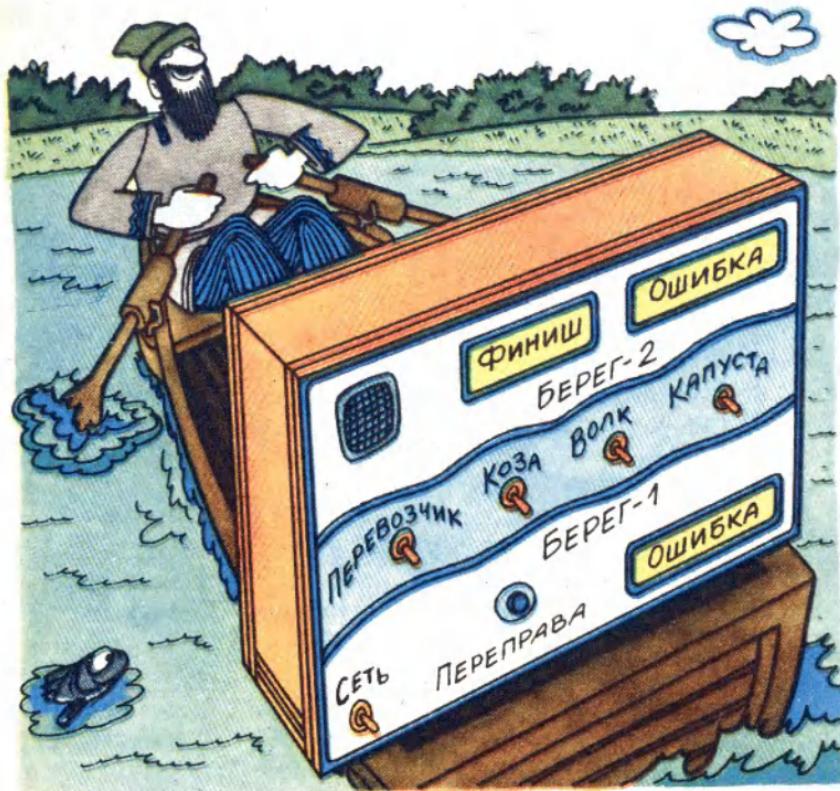
волк, или коза, или капуста. Если оставить волка с козой без человека, то волк съест козу; если оставить козу с капустой, то коза съест капусту. В то же время волк вполне равнодушен к капусте. В присутствии же крестьянина «никто никого не ест». Как же выйти из положения и без потерь переправить всех через реку?

Обычно эту игровую логическую задачу решают на бумаге. Однако интереснее и нагляднее решать ее в процессе игры вместе с игровым автоматом, блок-схема алгоритма работы которого приведена на рисунке. Основные функции игрового автомата «Волк, коза и капуста» сводятся к контролю за тем, чтобы при выбранном человеком способе переправы никто из действующих персонажей не пострадал, и к сигнализации допущенных ошибок. Кроме того, автомат должен фиксировать окончание процесса перевозки.

Будем считать, что если переправа идет таким образом, что ни волк с козой, ни коза с капустой не остаются без перевозчика, то правила игры соблюдаются. В противном случае фиксируется нарушение правил игры и автомат подает соответствующий сигнал до тех пор, пока ошибка не будет исправлена.

Рассмотрим последовательность действий автомата по блок-схеме алгоритма его работы. После ввода действий перевозчика автомат анализирует создавшуюся на переправе ситуацию и проверяет, соблюдаются ли правила игры. Если «ДА», то автомат проверяет выполнение условия «ВСЕ НА ДРУГОМ БЕРЕГУ». Если снова «ДА», то игра заканчивается.

Допустим, что автомат, проверив выполнение условий игры, определил, что они не выполняются. Тогда на следующем этапе автомат устанавливает, произошла ли ошибка на первом берегу (на блок-схеме это берег № 1). Если «ДА», то загорается световое табло ОШИБКА-1 и подается звуковой сигнал. Если «НЕТ», то загорается световое табло ОШИБКА-2 и тоже подается звуковой сигнал. Световые табло и звуковой сигнал работают до тех пор, пока человек, играющий с автоматом, не исправит допущенную ошибку. Факт исправления ошибки фиксируется автоматом, и после этого (следите за ходом линии на блок-схеме) автомат возвращается в исходное состояние и снова проверяет, соблюдаются ли условия игры. Со структурой ЦИКЛ блок-схемы алгоритма работы мы уже встречались во второй главе.

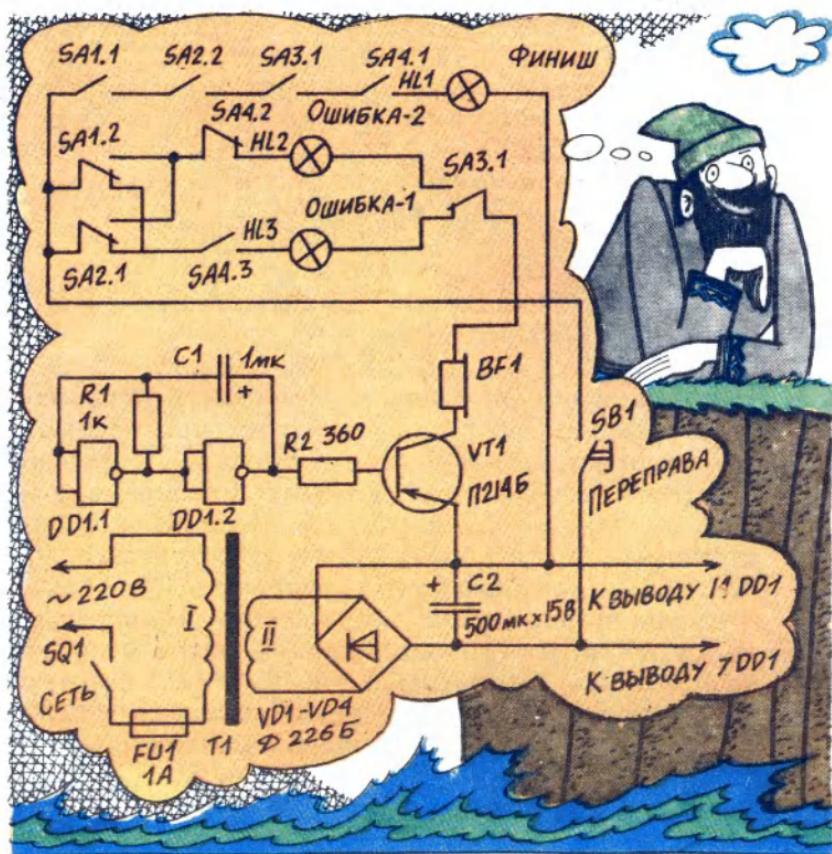


### 325 GO TO 25Ø

Внешний вид игрового автомата приведен на рисунке. На лицевой панели автомата нарисован условный пейзаж с рекой, в русле которой расположены 4 переключателя. В правом нижнем углу расположено световое табло ОШИБКА-1, в правом верхнем углу — табло ОШИБКА-2. Эти табло фиксируют ошибки, допущенные при «перевозке», и указывают, на каком из берегов сложилась опасная ситуация. В левом верхнем углу за декоративной решеткой укреплен излучатель звукового сигнала, который появляется одновременно с загоранием какого-либо табло ОШИБКА. Внизу на лицевой панели находятся кнопка ПЕРЕПРАВА и сетевой выключатель. Вверху в центре панели находится световое табло ФИНИШ, загорающееся при благополучной переправе волка, козы, капусты и крестьянина на другой берег.

Перед началом игры все переключатели должны находиться в положении, когда перевозчик, волк, коза и капуста находятся на одном (первом) берегу реки. В описываемом игровом автомате необходимо ручки всех переключателей направить в сторону берега № 1, то есть переключить вниз. Затем включается электропитание автомата с помощью сетевого выключателя. После этого начинают переправу на другой берег — ставят ручку (или ручки) переключателей так, чтобы они были направлены в сторону берега, к которому должна плыть лодка. После этого нажимают на кнопку ПЕРЕПРАВА и проверяют правильность выбранного хода. Если при этом появляется световой или звуковой сигнал, то ход неверен и нужно исправлять ошибку.

Принципиальная электрическая схема игрового автомата, реализующего вышеописанный алгоритм, при-



ведена на рисунке. Сразу отметим, что выключатель SA1 — Капуста; SA2 — Волк; SA3 — Коза; SA4 — Перевозчик. Допустим, что человек, играющий с автоматом, решил сначала перевезти на другой берег козу — переключил выключатели SA3 и SA4. При нажатии на кнопку SB1 ПЕРЕПРАВА в схеме не произойдет никаких изменений — логическая цепочка из выключателей SA1 — SA4 оставила электрические цепи разомкнутыми. Действительно, автомат проверил соблюдение правил игры: они соблюdenы, поскольку волк не может есть капусту; далее автомат проверил, все ли персонажи на другом берегу, и, убедившись, что перевоз еще не закончен, готов начать свои логические действия снова, реализуя тем самым структуру ЦИКЛ блок-схемы алгоритма работы.

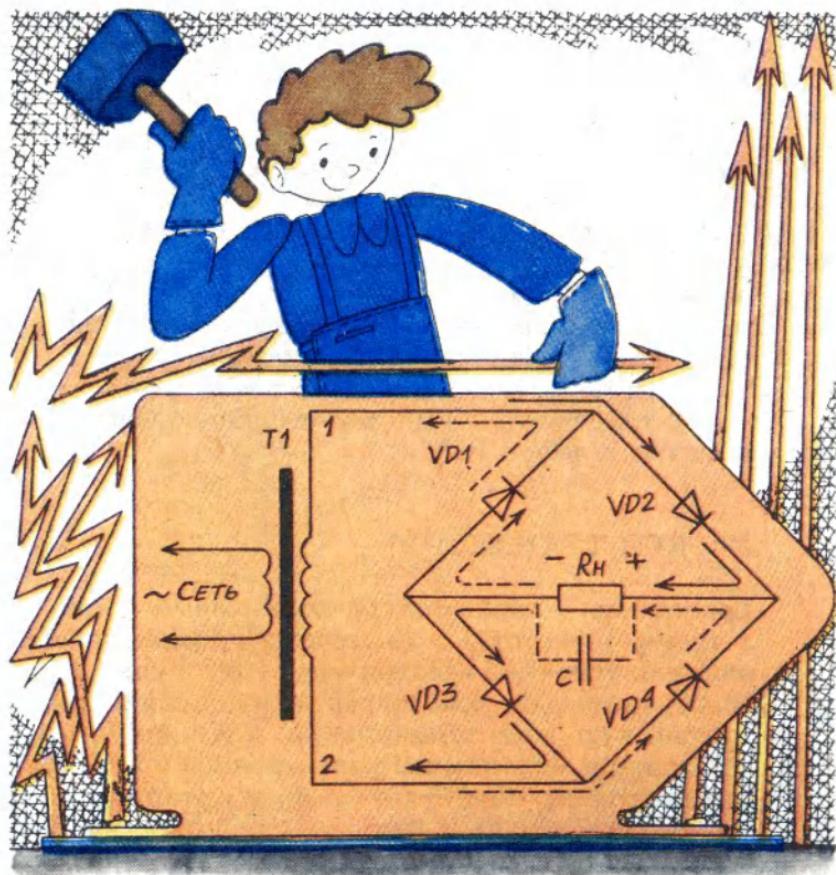
Представим, что человек первым ходом решил направить на противоположный берег волка, — переключил выключатели SA2 и SA4. После нажатия на кнопку SB1 ПЕРЕПРАВА электрический ток пойдет по следующей цепи: минусовой вывод выпрямителя, замкнутые контакты кнопки SB1, замкнутые контакты выключателя SA1.2, замкнувшиеся контакты SA4.3, лампочка HL3, контакты SA3.1, телефонный излучатель BFI, транзистор VTI, плюсовой вывод двухполупериодного выпрямителя переменного тока.

### 33Ø REM ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Все полупроводниковые электронные устройства, и игровые автоматы в том числе, рассчитаны на работу от источника постоянного тока. Поскольку в бытовой электросети используется переменный ток, необходимо иметь устройство, которое преобразовывало бы переменный ток в постоянный. Такое устройство называется выпрямителем.

Один из вариантов выпрямителя, выполненного на полупроводниковых диодах, представлен на рисунке 3.14. Переменный ток (частота колебаний напряжения переменного тока бытовой электросети равна 50 Гц) со вторичной обмотки сетевого трансформатора подается на четыре диода, включенных по так называемой мостовой схеме. Нагрузка  $R_n$  (ею может быть любая электронная схема)

включается между точками 1 и 2 выпрямителя. Рассмотрим работу выпрямителя на конкретном примере. Пусть в какой-то момент времени на выводе 1 вторичной обмотки будет более высокий уровень напряжения, чем на выводе 2. Помня, что электрический ток всегда распространяется от точки с более высоким уровнем напряжения к точке с более низким уровнем, проследим цепь распространения электрического тока: вывод 1 вторичной обмотки трансформатора, диод VD2 (через диод VD1 ток не пойдет — диод включен в непроводящем направлении), нагрузка  $R_H$  (через диод VD4 ток тоже не пойдет — он включен «навстречу»), диод VD3, вывод 2 вторичной обмотки. По этой цепи электрический ток будет идти в течение половины



периода колебаний тока — пока в точке 1 вторичной обмотки сохраняется высокий уровень напряжения.

Во втором полупериоде высокий уровень напряжения устанавливается на выводе 2 вторичной обмотки, и ток будет распространяться по следующей цепи: вывод 2, диод VD4, нагрузка  $R_u$ , диод VD1, вывод 1. Таким образом, несмотря на то, что полярность напряжения на выводах вторичной обмотки трансформатора меняется, ток через нагрузку идет в течение обоих полупериодов в одном направлении. Для того чтобы обеспечить еще большее выпрямление тока, в качестве сглаживающего фильтра применяют конденсатор большой емкости, который включается параллельно с нагрузкой.

Простота устройства и надежность работы обеспечили мостовому полупроводниковому выпрямителю широчайшее применение в бытовых и промышленных электронных устройствах. Аналогичный выпрямитель применяется и в описанных в данной книге игровых автоматах.

Лампочка HL3 загорится, подсвечивая световое табло ОШИБКА-1 и указывая на то, что на исходном берегу создалась опасная ситуация — коза осталась с капустой. Кроме того, телефон BFI будет давать звуковой сигнал с частотой примерно 1 кГц, дублируя световой сигнал о допущенной ошибке. В качестве звукового генератора выступает мультивибратор на элементах DD 1.1 и DD1.2 интегральной схемы, который и открывает с частотой 1 кГц транзистор VT1, в коллекторную цепь которого включен телефон BFI.

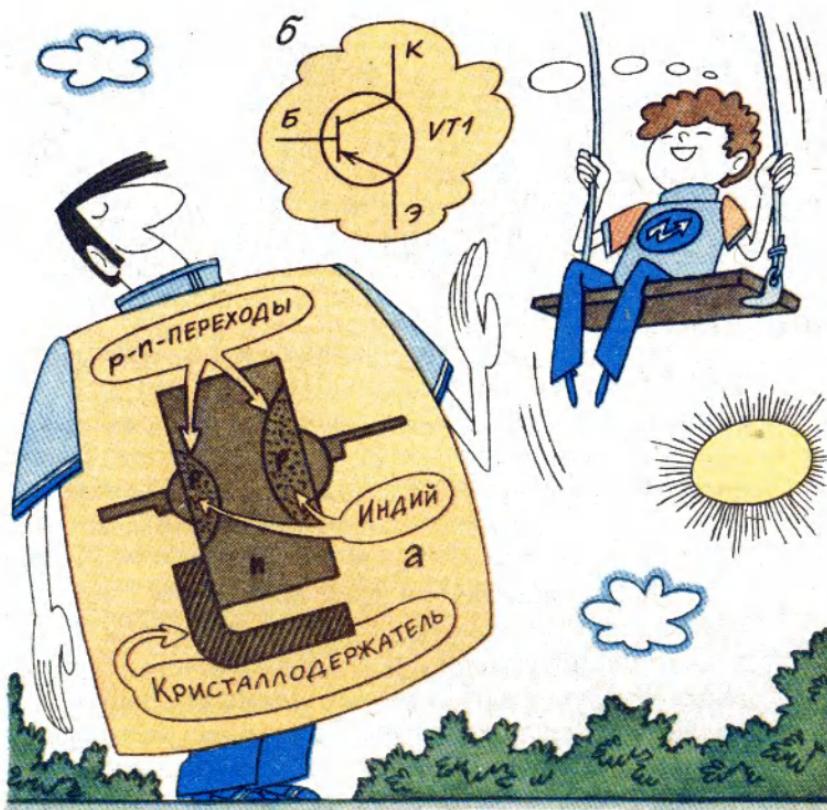
### 335 REM ТРАНЗИСТОР

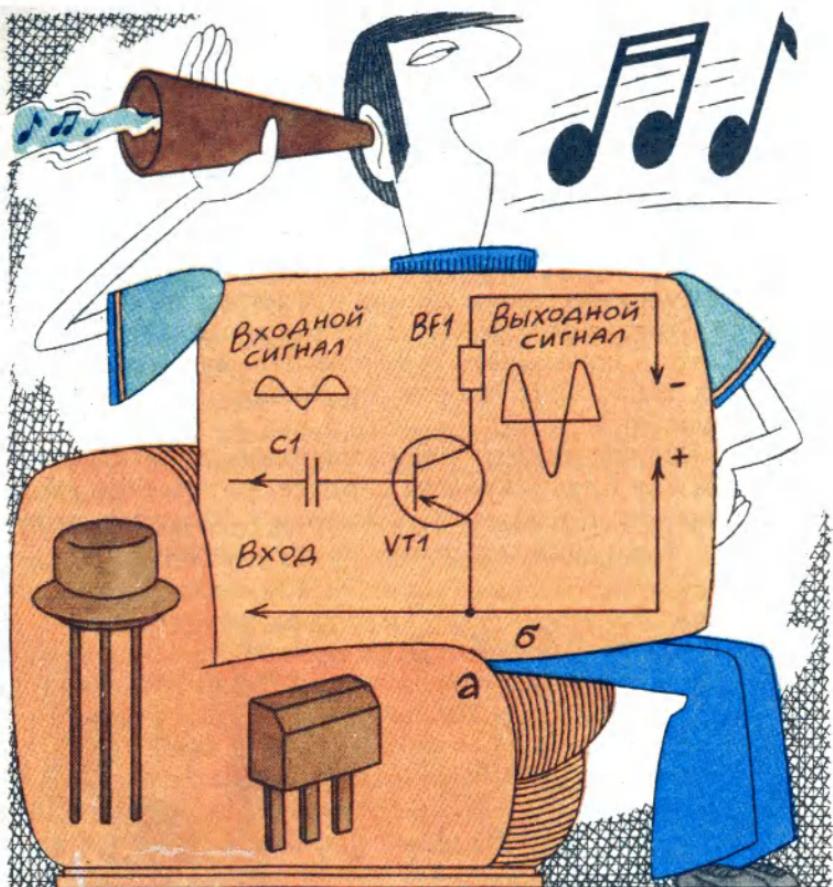
Транзистор — это полупроводниковый прибор с тремя электродами (выводами), предназначенный для усиления электрических колебаний. Наиболее массовый транзистор представляет собой кремниевую или германиевую пластинку полупроводника, обладающего электронной или дырочной проводимостью. С двух сторон в этой пластинке с помощью наплавления кусочков индия создаются области с другим типом проводимости. В на-

шем примере крайние области имеют р-тип проводимости. Фактически в пластине полупроводника имеются два п-р-перехода с одной общей областью, включенные «навстречу» друг другу.

Саму пластинку полупроводника называют базой Б, р-область меньшего объема — эмиттером Э, р-область большего объема — коллектором К. Каждая область имеет свой контактный вывод. Условное обозначение транзистора на принципиальных электрических схемах представлено на рисунке. Стрелка эмиттера в условном обозначении транзистора показывает основное направление движения тока через транзистор по цепи коллектор — эмиттер.

Обычно транзистор расположен в металлическом или пластмассовом корпусе, из которого выведено три металлических вывода (коллектор, эмиттер, база), как это показано на рисунке.





Основное свойство транзистора — усиление электрических колебаний. На рисунке показан один из вариантов использования транзистора в качестве усилителя колебаний низкой (звуковой) частоты. Клемма ВХОД, куда подается усиливаемый сигнал, является входом усилителя, а коллекторная цепь с включенным телефоном — выходом усилителя. Подавая на базу транзистора колебания небольшой величины, можно получить на выходе (в коллекторной цепи) значительное усиление сигнала. Такая схема подключения транзистора в качестве усилителя является широко распространенной и обеспечивающей хорошее усиление входного сигнала.

С самой интегральной схемой, ее работой и устройством генератора-мультивибратора мы познакомим вас чуть позже. Сейчас же нужно понять главное — если допущена ошибка, логическая цепочка выключателей подает ток на световое табло и звуковой генератор, дающий звуковой сигнал. Согласно блок-схеме алгоритма работы автомата световое табло и звуковой сигнал будут оставаться до тех пор, пока игрок не исправит свою ошибку.

Допустим, что через несколько ходов (включая сюда и исправление возможных ошибок) волк, коза, капуста и перевозчик оказались на другом берегу — ручки всех выключателей SA1 — SA4 переведены в верхнее положение. После нажатия на кнопку SB1 замыкается цепь питания лампочки HL1 (контакты SA1.1, SA2.2, SA3.1, SA4.1 замкнулись), которая подсвечивает световое табло ФИНИШ. После этого необходимо выключить сетевое питание, вернуть все выключатели в исходное положение, и автомат готов к новой партии игры.

Возможно, что в процессе «перевозки» ошибка будет допущена на втором берегу. Например, крестьянин перевез сначала козу, затем капусту и вернулся на первый берег за волком — переключены выключатели SA3 (коza) и SA1 (капуста). После нажатия на кнопку SB1 ПЕРЕПРАВА электрический ток пойдет по следующей цепи: минус выпрямителя, замкнутые контакты кнопки SB1, переключившиеся контакты SA1.2, замкнутые контакты SA4.2, лампочка HL2, переключившиеся контакты SA3.1, телефон BFI, транзистор VTI, плюс выпрямителя. При этом загоревшаяся лампочка HL2 подсвечивает табло ОШИБКА-2, и одновременно действует звуковая сигнализация.

Для контроля правильности уже собранного автомата необходимо знать хотя бы один вариант решения этой игровой логической задачи. Один из вариантов правильного решения может быть таким: сначала крестьянин переправляет козу, затем возвращается и перевозит капусту. Оставив капусту на другом берегу, он перевозит козу обратно на первый берег. После этого он перевозит волка, затем возвращается и последним рейсом переправляет козу. Избежав опасных комбинаций «волк — коза» или «коza — капуста», крестьянин за семь ходов решает эту задачу. Существуют и другие варианты решения.

В игровом автомате использованы следующие дета-

ли: интегральная схема DD1 — К155ЛА3; транзистор VTI — П214Б; выключатели SA1 — SA3 — ТП1-2; выключатель SA1 — ТВ2-1; в качестве выключателя SA4 использован телефонный ключ типа КТРО с достаточным числом контактных групп; лампочки HL1 — HL3 — МН2,5Вх0,26 А; конденсатор C1 — типа К50-6; кнопка SB1 — К1; в качестве излучателя ВFI применен наушник от головных телефонов типа ТГ. Сетевой трансформатор T1 набран из пластин Ш32, пакет толщиной 20 мм. Обмотка I содержит 2750 витков провода ПЭЛ 0,15, обмотка II — 44 витка провода ПЭЛ0,51.

Лицевая панель автомата изготавливается из листового текстолита или гетинакса достаточной толщины. Звуковой излучатель — наушник крепится с обратной стороны отверстия с помощью скобы, само отверстие заклеивается непрозрачной тканью. Световые табло изготавляются аналогично описанному ранее.

### 34Ø GO TO 3Ø5

Рисунок пейзажа наносится масляной краской или нитрокраской. Сам корпус автомата может изготавливаться из тонкого листового железа или дюралюминия, возможно использование листовых пластиков. Конструктивное оформление корпуса игрового автомата может быть и другим в зависимости от имеющихся возможностей и творческой фантазии юного конструктора.

Если все электромонтажные соединения выполнены правильно, автомат не нуждается в дополнительной настройке и работает сразу же после включения в сеть.

### 345 РЕМ ИНТЕГРАЛЬНАЯ МИКРОСХЕМА

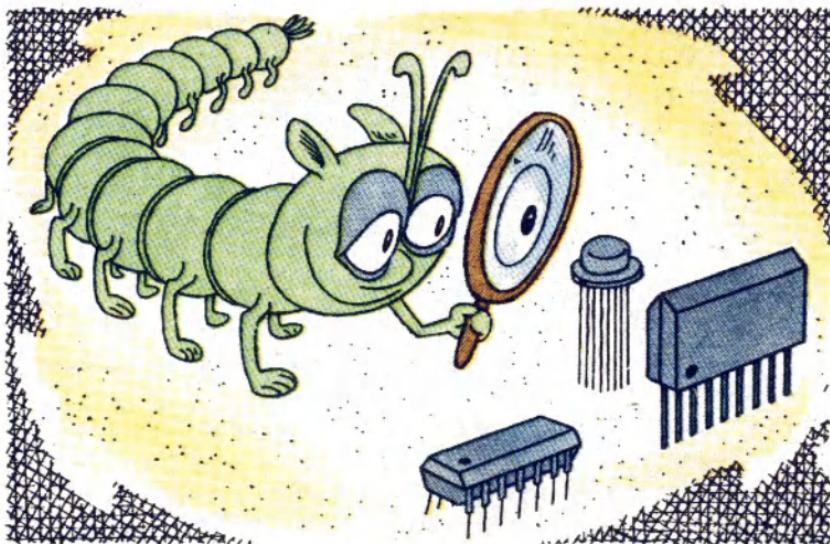
Полупроводниковая интегральная микросхема представляет собой кристалл кремния, в поверхностном слое которого с помощью специальной технологии сформированы транзисторы, диоды, резисторы, конденсаторы и соединения между ними. Общее число перечисленных элементов на один квадратный сантиметр очень велико — оно может достигать более одного миллиона. В зависимости от числа элементов различают микросхемы малой

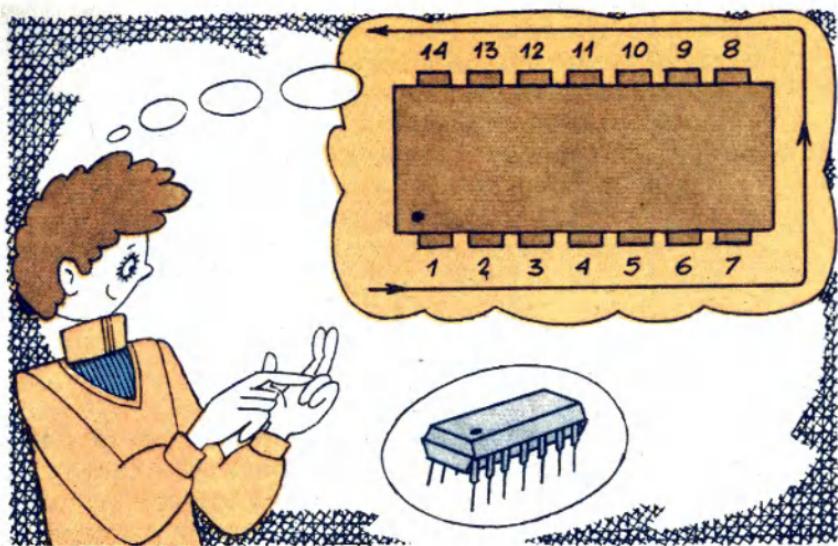
степени интеграции (число элементов — около 10), средней степени интеграции (около 100 элементов), большие интегральные схемы — БИС (около 1000 элементов), сверхбольшие интегральные схемы (число элементов — более 10 000).

Одна микросхема может выполнять функцию целого блока радиоприемника, измерительного прибора, автоматического устройства, микрокалькулятора, узла ЭВМ. В электронно-вычислительной технике широчайшее применение нашли так называемые цифровые микросхемы, которые позволяют выполнять все операции, необходимые для преобразования информации.

Внешне интегральная микросхема представляет собой квадратную или прямоугольную пластинку общей площадью около половины квадратного сантиметра и толщиной 0,5 мм. Кремниевая пластинка помещается в герметичный корпус с несколькими выводами — количество выводов может достигать 64. Внешний вид некоторых интегральных схем в корпусах представлен на рисунке 3.19. Размер интегральной схемы весьма невелик, так же невелика и масса микросхем — не более нескольких граммов.

На корпусе микросхемы обычно имеется ее обозначение (например, К155). Буква К в обозначении



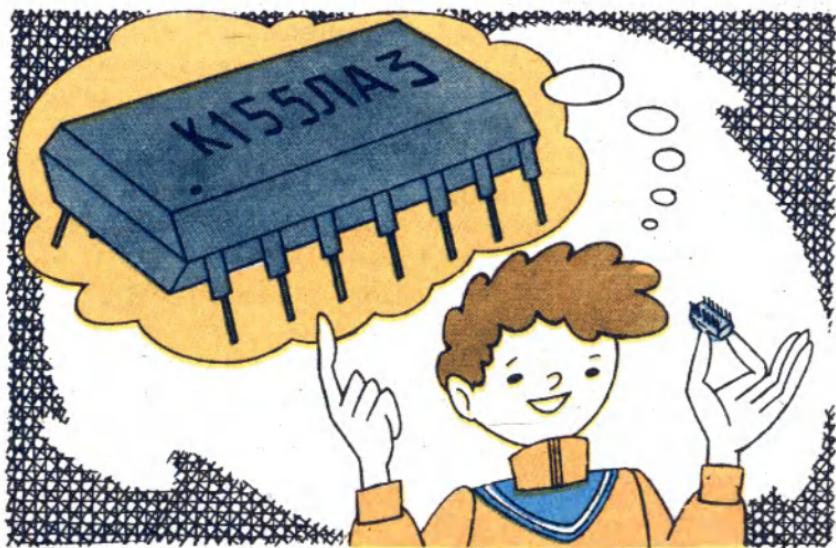


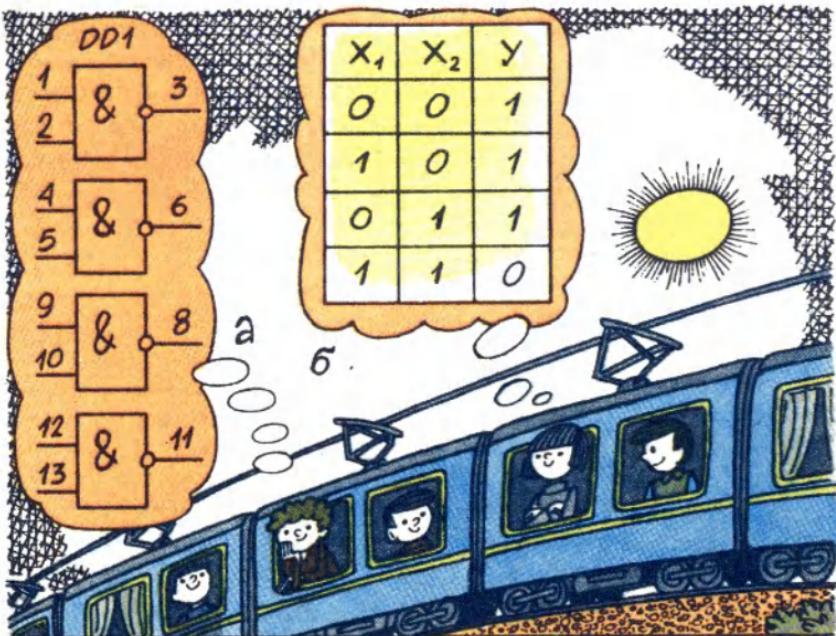
указывает на то, что эта микросхема широкого применения; цифры 155 — серия микросхемы; две предпоследние буквы определяют ее функциональные возможности. Цифра 3 — номер разработки микросхемы в данной серии. Кроме того, на корпусе имеется специальная метка в виде углубления, выступа или утолщения одного из выводов. От этой метки ведется отсчет нумерации выводов микросхемы. Например, в микросхемах серии 155 отсчет ведется от метки в направлении против часовой стрелки сначала по нижнему, потом по верхнему ряду выводов, как это показано на рисунке. Цифровые интегральные схемы, с которыми мы будем встречаться на страницах этой книги, обозначаются на принципиальных электрических схемах в виде прямоугольников с линиями входов и выходов. Линии входов располагаются слева, линии выходов — справа. Следует иметь в виду, что на схематическом изображении микросхем обычно не указываются выводы подключения электропитания.

С интегральной схемой К155ЛАЗ и ее работой необходимо познакомиться более подробно, так как она применяется в большинстве игровых автоматов, описанных в книге. Внешний вид микросхемы

**K155ЛАЗ** представлен на рисунке. Из пластмассового корпуса пластинчатой формы выведены 14 выводов: семь выводов с одной стороны корпуса и семь — с другой. Расстояние между двумя соседними выводами — 2,5 мм. Сверху слева на корпусе имеется небольшое круглое углубление — ключ. Нумерация выводов ведется от ключа против движения часовой стрелки, если смотреть на микросхему сверху. На корпусе микросхемы написан ее тип — **K155ЛАЗ**.

Эта микросхема состоит из четырех независимых блоков 2И-НЕ, которые питаются от одного источника постоянного тока напряжением 5В. Колебания напряжения согласно техническим условиям допускаются не более 5 процентов в ту или иную сторону. Отрицательный полюс источника тока подключается к выводу 7, положительный полюс — к выводу 14. На условном графическом изображении микросхемы выводы питания обычно не указываются. Каждый из четырех элементов «2И-НЕ» представляет собой совершенно самостоятельную микросхему. Такой элемент имеет два входа и один выход и работает как комбинация элементов И и НЕ. Кружок на линии выхода указывает на элемент НЕ, знак 8 служит условным симво-





лом элемента И. Характер взаимосвязи между входными и выходными сигналами такого элемента показан на рисунке.

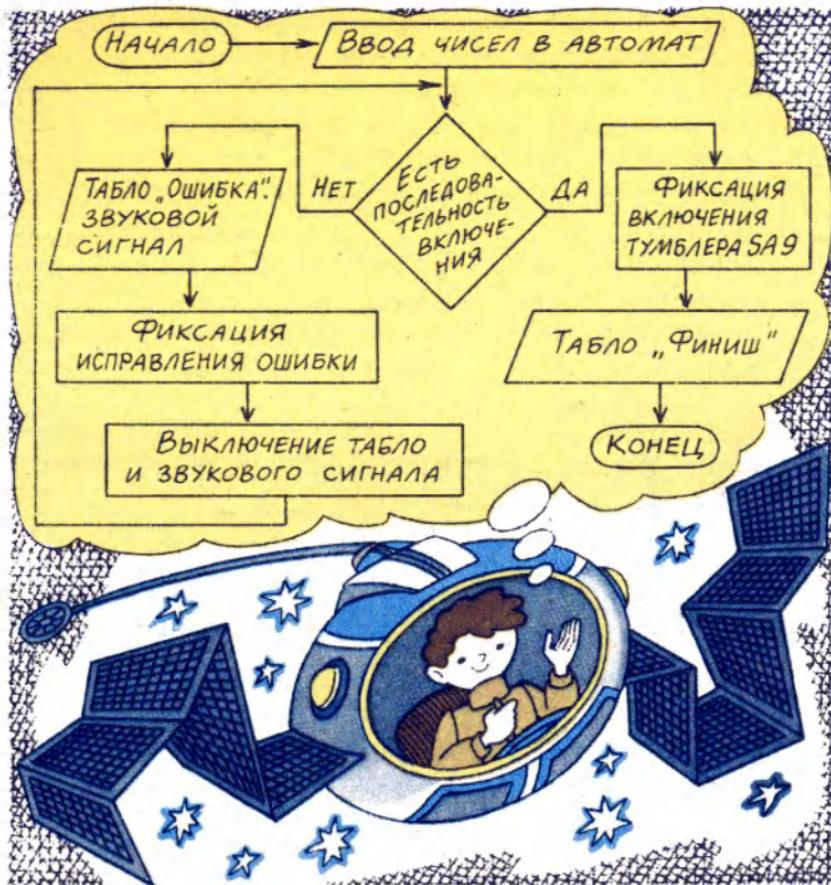
В таблице входы обозначены как  $X_1$  и  $X_2$ , а выход — как  $Y$ . Если на обоих входах имеется сигнал низкого уровня (логический 0), то на выходе — сигнал высокого уровня (логическая 1). Если на одном из входов имеется логический 0, а на другом — логическая 1, то на выходе формируется логическая 1. Только в одном случае, когда на входе  $X_1$  и  $X_2$  подается логическая 1, на выходе появляется логический 0. В микросхеме К155ЛАЗ уровню логического 0 соответствует напряжение низкого уровня (от 0 до 0,4 В), а уровню логической 1 — напряжение высокого уровня (не менее 2,4 В и не более 5 В). Следует иметь в виду одну особенность микросхемы К155ЛАЗ — неподключение входных выводов равнозначно подаче на них высокого уровня напряжения (логической 1).

Хотя микросхема К155ЛАЗ требует для своей работы напряжения питания 5В, она неплохо работает и при несколько пониженном напряжении.

Например, можно использовать для питания плоскую батарейку от карманного фонаря (типа 3336Л), дающую напряжение 4,5 В. Элементы микросхемы (напоминаем, что их 4) обычно изображаются не слитно, а раздельно в разных участках принципиальной электрической схемы игрового автомата. Определить номера выводов, которые принадлежат входам и выходу каждого элемента, можно по рисунку. Так, например, у одного из элементов входами являются выводы 9 и 10 микросхемы, а выходом — вывод 8.

### 35Ø REM МУЛЬТИВИБРАТОР НА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ

Мультивибратором называется электронное устройство, генерирующее электрические колебания, близкие по форме к прямоугольной. Мультивибратор, собранный на двух элементах микросхемы К155ЛА3, показан в составе схемы автомата. В самом общем виде принцип работы его заключается в периодической зарядке и разрядке конденсатора С1 через резистор R1 и входы и выходы элементов DD1.1 и DD1.2. Время перезарядки конденсатора, а значит, и период колебаний мультивибратора зависит от величины емкости конденсатора С1 и сопротивления резистора Р1. Изменяя указанные величины, можно добиться значения частоты колебаний мультивибратора от десятых долей герца до мегагерц. С выхода элемента DD1.2 скачкообразно меняющееся напряжение подается на базу транзистора VT1. В те моменты, когда на выходе DD1.2 напряжение низкого уровня, транзистор VT1 открыт и через него проходит ток (соответственно ток проходит и через включенный в коллекторную цепь наушник). При подаче на базу транзистора с выхода DD1.2 напряжения высокого уровня транзистор закрывается. Таким образом обеспечивается получение звукового сигнала в игровом автомате.



### ИГРОВОЙ АВТОМАТ-ТРЕНАЖЕР •ВНИМАНИЕ И СОСРЕДОТОЧЕННОСТЬ•

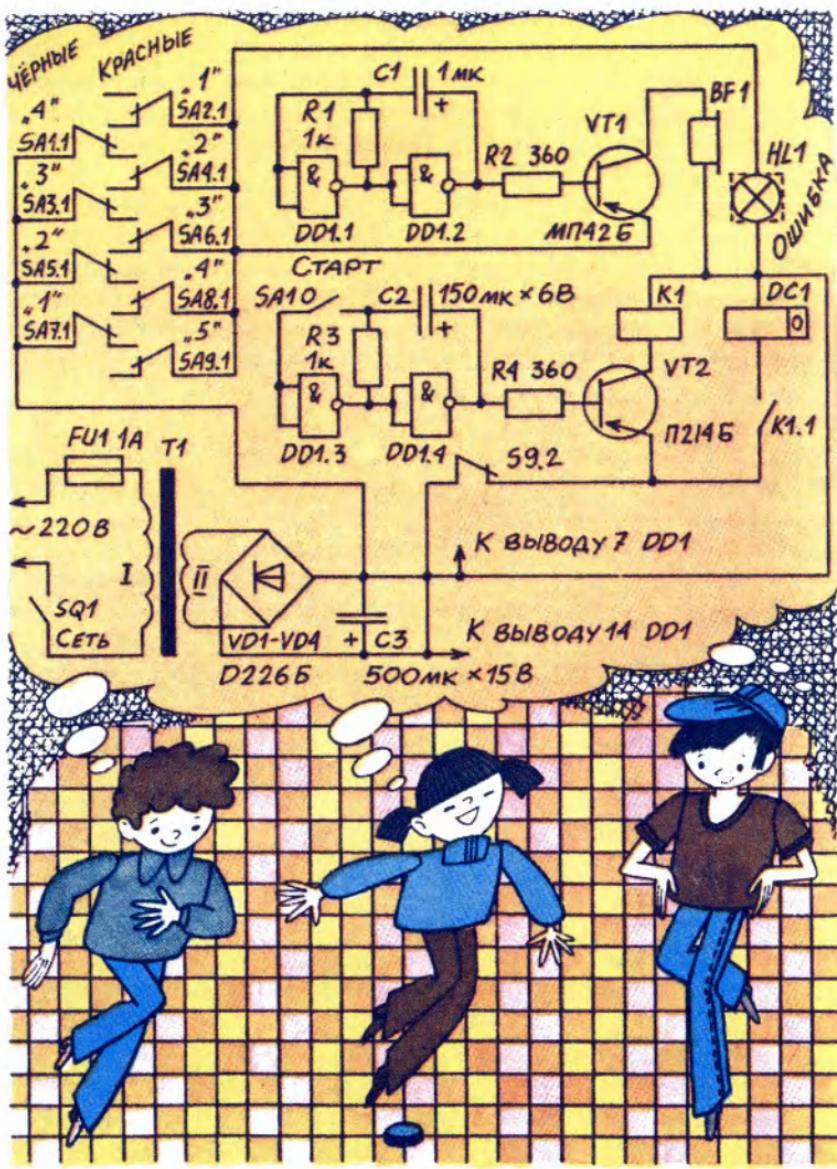
Данный игровой тренажер позволит не только интересно и увлекательно провести свободное время, но и будет способствовать выработке таких качеств личности, как внимание, сосредоточенность, устойчивость к различного рода помехам и др. Он разработан на основе одного психофизиологического теста, который применялся при подготовке первых советских космонавтов. Основой этого теста является специальная тест-таблица. Она представляет собой большой квадрат, разбитый на более мелкие квадратики. В этих квадратиках в произвольной комбинации написаны цифры красного и черного цвета. Игрок должен непрерывно вести счет крас-

ных чисел в возрастающем порядке, а черных — в убывающем, чередуя между собой эти действия. Например, 1 — красный, 4 — черный, 2 — красный, 3 — черный, 3 — красный и т. д. Чем быстрее время выполнения игрового задания и меньше допущенных ошибок, тем лучше.

Блок-схема алгоритма работы игрового тренажера представлена на рисунке. При введении чисел в автомат проверяется выполнение правила последовательности их включения: красные в возрастающем порядке, черные — в убывающем. Если такая последовательность не нарушается (на блок-схеме — «ДА»), то автомат ожидает введение последней цифры, которой является красная пятерка. Зафиксировав включение выключателя, соответствующего этой цифре, автомат сигнализирует об окончании партии игры зажиганием светового табло ФИНИШ.

Допустим, что игрок нарушил последовательность введения цифр в автомат. Тогда автомат фиксирует отсутствие последовательности (на блок-схеме — «НЕТ») и включает табло ОШИБКА и звуковой сигнал. Световой и звуковой сигналы не отключаются до тех пор, пока





игрок не исправит свою ошибку. Автомат фиксирует исправление игроком допущенной ошибки и включает после этого световое табло и звуковой сигнал. Затем автомат возвращается в исходное положение — к проверке правильности последовательности введения чисел. Здесь мы снова встречаемся со структурой ЦИКЛ блок-схем алгоритмов, которая была описана ранее.

## 355 GO TO 25Ø

Внешний вид лицевой панели игрового тренажера представлен на рисунке. На ней расположена тест-таблица. В каждом квадрате укреплен выключатель. Слева от таблицы расположены счетчик времени, табло ОШИБКА, прикрытый декоративной тканью звуковой излучатель-телефон, выключатели СТАРТ и СЕТЬ.

Принципиальная электрическая схема игрового тренажера приведена на рисунке. Рассмотрим работу автомата на конкретных примерах. После включения выключателя SQ1 СЕТЬ необходимо включить выключатель SAIO СТАРТ.

## 36Ø REM СЧЕТЧИК ВРЕМЕНИ

Контакты SAIO замыкают цепь, связывающую входы элемента DD1.3 с времязадающей цепочкой конденсатора C2 и резистора R3, и мультивибратор на элементах DD1.3, DD1.4 начинает работать. Период его колебаний равняется одной секунде. Колебания усиливаются транзистором VT2, в коллекторную цепь которого включено электромагнитное реле K1. Контакты реле K1.1 периодически, с частотой 1 Гц, замыкают цепь питания счетчика времени PC1, который отсчитывает на своем табло время (в секундах) игры.

Логическая цепочка из контактов выключателей SA1 — SA9 обладает интересным свойством: если выключатели включаются в указанной ранее последовательности, то эта цепочка не пропускает электрический ток. Стоит только ошибиться — включить выключатель не по порядку, как через эту цепочку потечет ток: загорится лампочка HL1, подсвечивающая табло ОШИБКА; включится электропитание звукового генератора на элементах DD1.1 и DD1.2 с усилителем на транзисторе VTI, который будет давать звуковой сигнал частотой около 1 кГц. Световой и звуковой сигналы не прекратятся до тех пор, пока ошибка не будет исправлена (в соответствии с блок-схемой алгоритма работы автомата). Для исправления ошибки необходимо отключить неверно включенный выключатель и продолжать включать другие выключатели соответственно правилам игры.

В конце игры, при включении выключателя SA9 (5 — красная), контакты SA9.2 размыкают цепь питания счетчика времени и генератора секундных импульсов, фиксируя тем самым время, затраченное на выполнение игрового упражнения.

Для того, чтобы начать игру снова, необходимо выключить сетевое питание, поставить выключатели тест-таблицы и выключатель СТАРТ в исходное положение и снова включить сетевое питание.

Налаживание игрового тренажера необходимо начать с установления времени колебаний секундного генератора на элементах DD1.3 и DD1.4. Изменяя в небольших пределах сопротивление резистора R3 и емкость конденсатора C2, необходимо добиться, чтобы период колебаний мультивибратора (а соответственно и срабатывания реле K1) был равен 1 секунде. Остальная часть схемы при использовании исправных деталей в правильном выполнении электромонтажа не требует наладки. В редких случаях может потребоваться подбор величины сопротивления резистора R2 для получения громкого и неискаженного звучания звукового сигнала.

В игровом тренажере применены выключатели SA1 — SA9 — ТП2-1; выключатели SA10, SQ1 — ТВ2-1; лампочка HL1 — ЛН 3,5 В × 0,28 А; интегральная схема DD1 — К155ЛА3; транзистор T1 — МП42Б; реле K1 — РЭС9 (паспорт РС4. 534. 131); счетчик РС1 — СБ-1М/100; звуковой излучатель ВГ1 — телефонный наушник от высокомомных головных телефонов. Счетчик секунд укреплен с внутренней стороны лицевой панели на кронштейне. Выключатель счетчика в автомате не используется, поэтому его необходимо удалить. Для установки нуля с тыльной стороны счетчика имеются головки, которые нужно удлинить стержнями, выведя их на заднюю стенку корпуса игрового автомата.

### 365 REM СЕТЕВОЙ ТРАНСФОРМАТОР

Сердечник сетевого трансформатора набран из пластин Ш20, пакета толщиной 20 мм. Обмотка I состоит из 2750 витков провода ПЭЛ 0,15, обмотка II — из 65 витков провода ПЭЛ 0,51.

## 37Ø REM ЛИТЕРАТУРА

Игошев Б. М., Комский Д. М. Кибернетика в самоделках.— М.: Энергия, 1978.

Криницкий Н. А. Алгоритмы вокруг нас.— М.: Детская литература, 1978.

Отряшенков Ю. М. Юный кибернетик.— М.: Детская литература, 1978.

Паргин А. С., Борисов В. Г. Введение в цифровую технику.— М.: Радио и связь, 1987.

Соломатин Н. М. Логические элементы ЭВМ.— М.: Высшая школа, 1987.



## ИЗ БЛОКОВ ЭВТ...

### Язык нулей и единиц

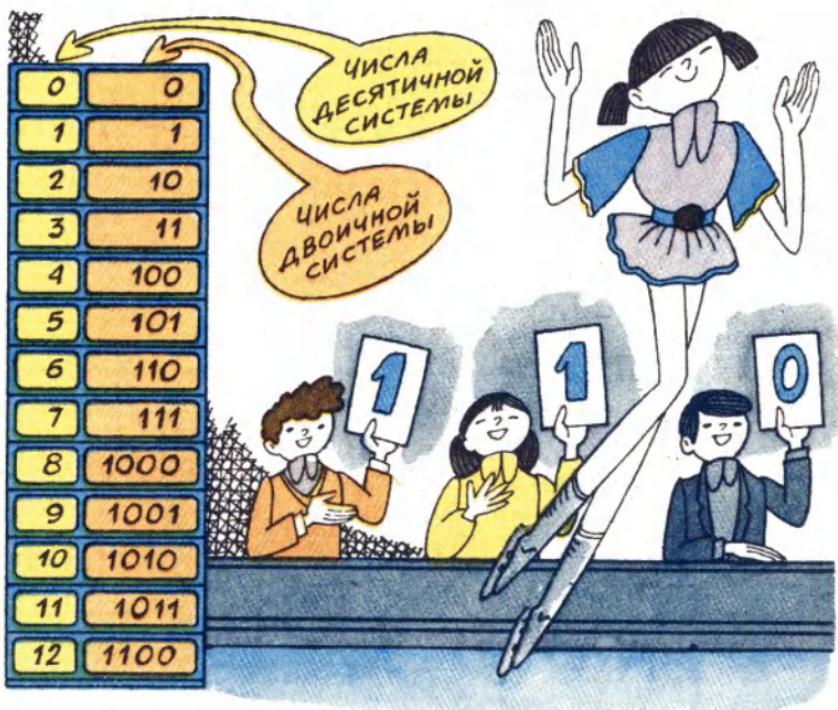
В повседневной жизни мы привыкли вести счет, пользуясь десятичной системой счисления. В этой системе все числа записываются с помощью десяти цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. При этом каждая единица каждого старшего разряда числа больше единицы младшего разряда (т. е. находящегося справа от него) в 10 раз. Многорядные числа составляются как суммы различных степеней числа 10. Например, число 2305 представляется следующим образом:  $2305 = 2 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$ .

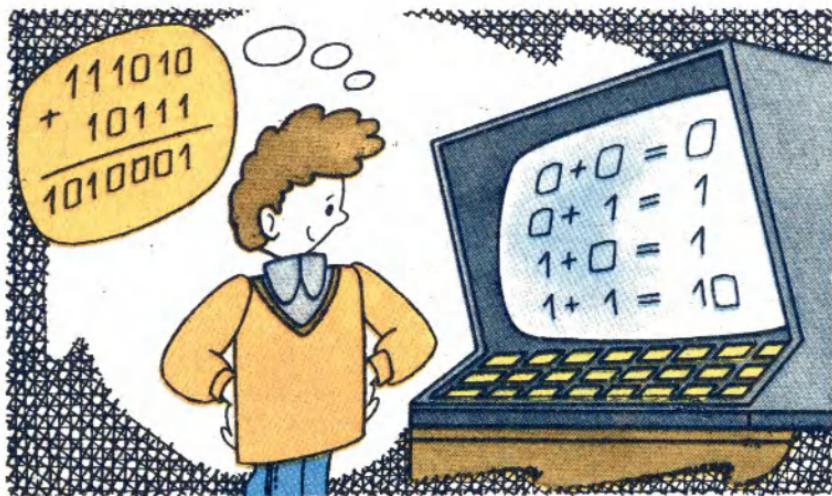
Появление и широкое распространение десятичной системы счисления, несомненно, связано со счетом по пальцам на руках. Однако в электронно-вычислительной технике использование десятичной системы счисления является очень неудобным, что связано с особенностями построения схем вычислительных устройств. В самом деле, любая электронная схема, использующаяся в вычислительной технике, работает по принципу — есть ток, нет тока. Практически это означает, что в ЭВТ

используется только два знака: один для обозначения наличия тока в цепи, другой — для отсутствия тока в цепи. В частности наличие тока (иногда говорят — наличие сигнала) обозначается как единица («1»), а отсутствие тока (сигнала) — как нуль («0»).

Поэтому наше внимание должна привлечь особая система счисления, в которой используются только две цифры: 1 и 0. Эта система счисления называется двоичной системой и широко используется при конструировании и применении средств современной электронно-вычислительной техники. В двоичной системе счисления единица каждого старшего разряда любого числа больше единицы соседнего с ним младшего разряда не в 10 раз (как в десятичной системе), а только в два раза.

Многоразрядные числа составляются как суммы различных степеней двойки. Например, десятичное число 13 в двоичной системе счисления записывается так:  $1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1101$ . В приведенной таблице показано, как записываются в двоичной системе счисления числа от 0 до 12.





Познакомимся с основными правилами двоичной арифметики. Арифметические действия над числами в двоичной системе выполняются по обычным правилам (так же, как и в десятичной системе).

Сложение многоразрядных чисел производится по разрядам, начиная с младшего. Для этого используется таблица сложения одноразрядных чисел:

$$\begin{array}{r} 0+0=0 \\ 0+1=1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1+0=1 \\ 1+1=10 \end{array}$$

Вот пример сложения «столбиком» двух двоичных чисел:

$$\begin{array}{r} + 111010 \\ 10111 \\ \hline 1010001 \end{array}$$

Вычитание в двоичной системе счисления также можно выполнять обычным для систем счисления способом. При этом применяется следующая таблица вычитания одноразрядных чисел:

$$\begin{array}{r} 0-0=0 \\ 1-0=1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1-1=0 \\ 10-1=1 \end{array}$$

Умножение чисел в двоичной системе счисления гораздо проще, чем в десятичной. Двоичная таблица умножения содержит всего четыре строки:

$$\begin{array}{r} 0\times 0=0 \\ 0\times 1=0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1\times 0=0 \\ 1\times 1=1 \end{array}$$

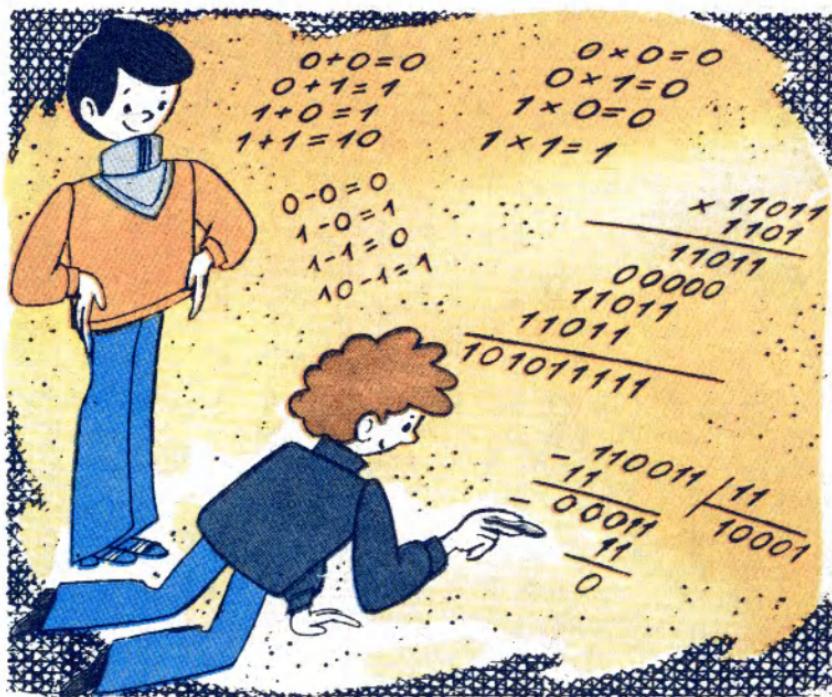
Вот пример умножения двух многоразрядных чисел:

$$\begin{array}{r} \times \quad 11011 \\ \quad \quad 1101 \\ \hline 11011 \\ 00000 \\ 11011 \\ \hline 11011 \\ \hline 101011111 \end{array}$$

Этот пример лишь показывает, что при двоичном умножении достаточно лишь записать значения множимого одно под другим со сдвигом на один разряд (в случае равенства нулю очередного разряда множителя — со сдвигом на два разряда, в случае равенства нулю двух соседних разрядов множителя — со сдвигом на три разряда и т. д.), а затем произвести сложение записанных таким образом чисел.

Продемонстрируем теперь деление в двоичной системе счисления:

$$\begin{array}{r} - \quad 110011 \quad \underline{\quad 11 \quad} \\ - \quad 11 \quad \quad \quad 10001 \\ \hline - \quad 00011 \\ \hline \quad \quad 11 \\ \hline \quad \quad \quad 0 \end{array}$$

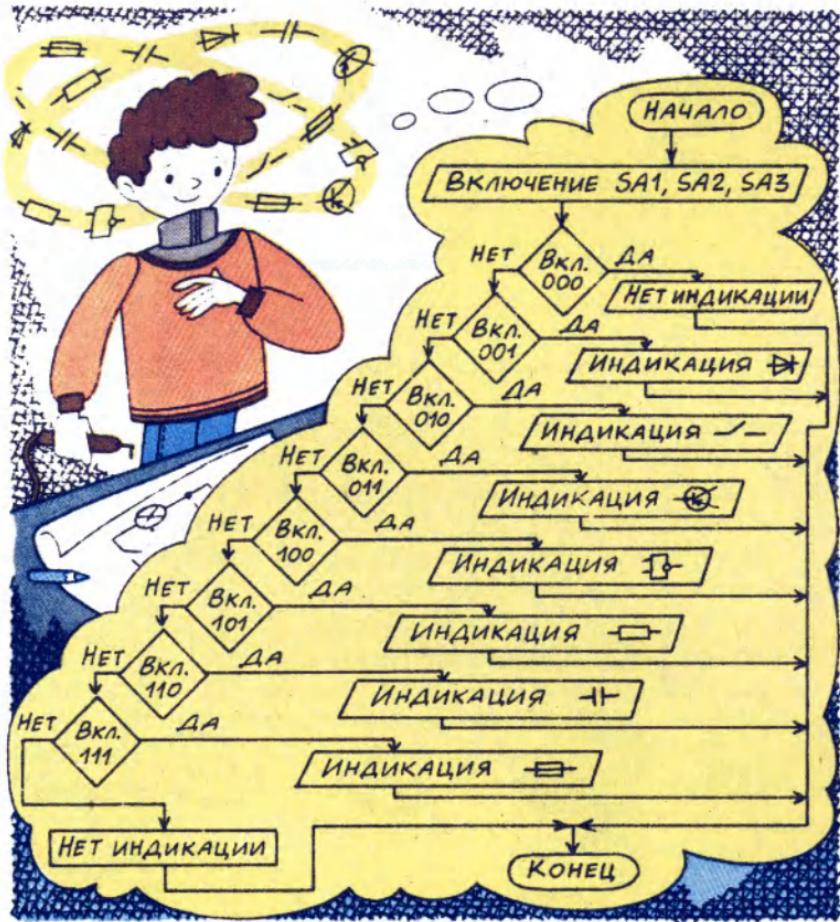


Покажем теперь, как переходить от десятичной записи чисел к двоичной их записи и обратно от двоичных чисел к десятичным. Для этого достаточно запомнить общий прием перевода целых чисел из одной системы в другую. Нужно разделить данное десятичное число на 2; полученный от деления остаток будет младшим разрядом числа в двоичной системе. Затем частное от деления нужно снова разделить на 2; остаток является следующим разрядом числа в двоичной системе. Такое последовательное деление необходимо продолжать до получения частного, которое окажется меньше 2. Это частное будет старшим разрядом числа в двоичной системе счисления.

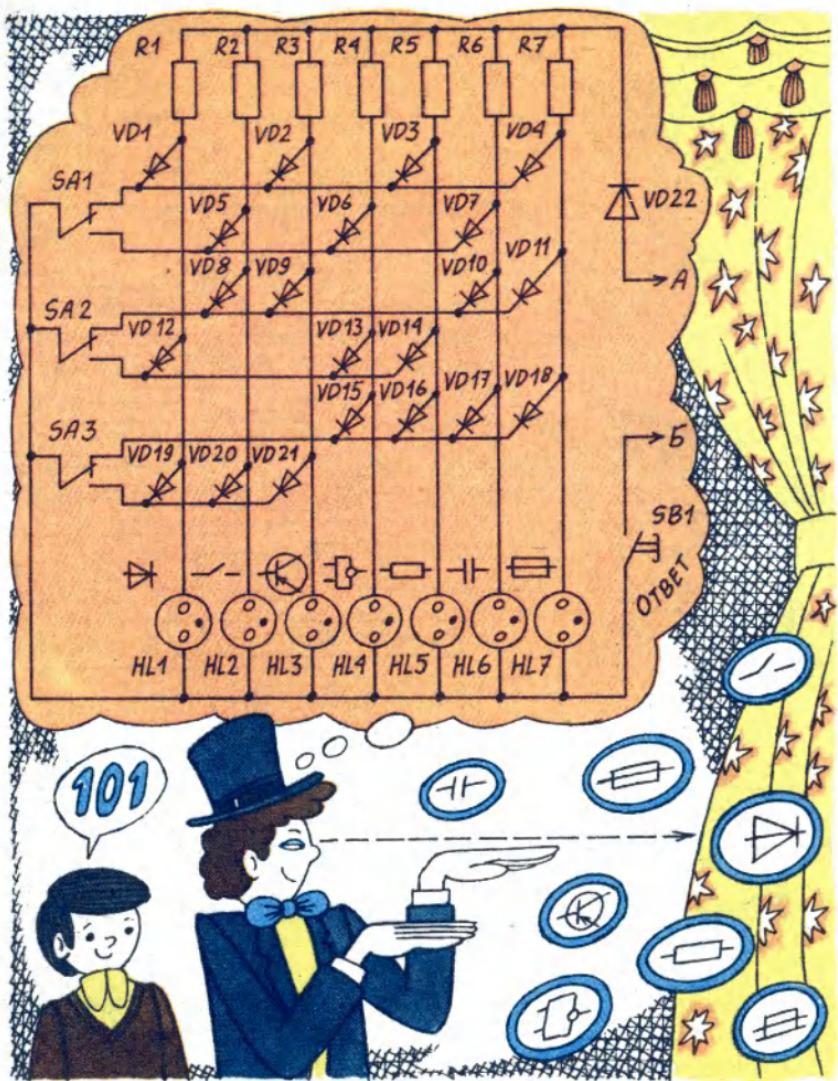
#### ИГРОВОЙ АВТОМАТ «ЗНАЙ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭВТ»

Этот автомат представляет собой информационно-логическое устройство, отгадывающее задуманное человеком обозначение одного из схемных элементов компьютерной техники. На лицевой панели этого игрового





автомата укреплены три таблички, в каждой из которых указано какое-либо обозначение элементов, которые применяются при производстве электронно-вычислительной техники. На табличках отмечены обозначения полупроводникового диода, выключателя, транзистора, элемента 2И — НЕ интегральной схемы, резистора, конденсатора и предохранителя. Под табличками укреплены выключатели, внизу расположена табличка с правилами игры, кнопка ОТВЕТ и сетевой выключатель. Действует автомат следующим образом: человеку предлагается задумать какое-либо обозначение, указанное в трех табличках; затем перевести в верхнее положение (положение «ДА») выключатели, расположенные под теми табличками, в которых встречается загаданное



обозначение. После этого при нажатии кнопки ОТВЕТ будет загораться световое табло, расположенное в верхней части лицевой панели автомата, подсвечивающее задуманное обозначение.

Блок-схема алгоритма работы этого игрового автомата представлена на рисунке. Обозначим выключатели, находящиеся под табличками с обозначениями элементов, начиная слева направо, как SA1, SA2, SA3. Если выключатель переведен в верхнее положение (т. е. в

этой табличке имеется задуманное обозначение), то будем обозначать на блок-схеме его состояние как «1»; если же выключатель в исходном, нижнем положении, то его состояние обозначим как «0».

Таким образом, если все выключатели, например, переведены в верхнее положение, на блок-схеме это состояние самого автомата обозначено как 111; если же ни один из выключателей не включен — то состояние автомата обозначается как 000 и т. д.

После введения в автомат информации (включения выключателей, обозначенных нами SA1, SA2, SA3) автомат начинает проверять выполнение ряда условий. Если не включен ни один из выключателей (000), то автомат не дает никакой индикации. Если же это условие не выполняется, то проверяется следующее условие — включение 001. Если это условие выполнено, автомат выводит на индикатор изображение полупроводникового диода. Если же условие не выполняется, то автомат переходит к проверке следующего и т. д. Все возможные варианты работы автомата нетрудно проследить по блок-схеме алгоритма самостоятельно.

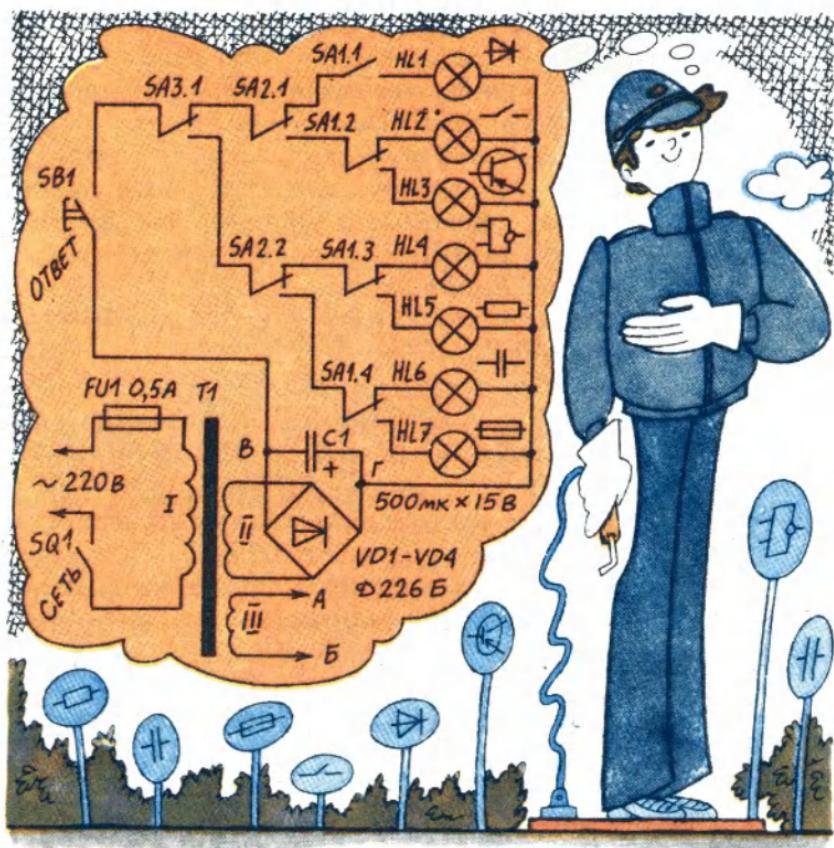
Принципиальная электрическая схема игрового автомата представлена на рисунке. Основу этой схемы представляет собой контактный двоично-десятичный дешифратор на три двоичных разряда. Он переводит введенное в автомат с помощью выключателей двоичное число в десятичное и подсвечивает на табло задуманное человеком обозначение.

Рассмотрим работу автомата на конкретных примерах. Допустим, что человек задумал обозначение элемента 2И — НЕ интегральной схемы. Это обозначение имеется в третьей табличке на лицевой панели автомата. После переключения в верхнее положение выключателя SA3 человек нажимает на кнопку ОТВЕТ. При этом электрический ток распространяется по следующей цепи: минус выпрямителя блока питания, замкнутые контакты кнопки SB1 ОТВЕТ, переключенные контакты SA3.1, контакты SA2.2, контакты SA1.3, лампочка HL4, плюс выпрямителя. Лампочка HL4 загорается и подсвечивает световое табло с обозначением задуманного человеком элемента 2И — НЕ. Аналогичным образом работает автомат и при отгадывании других задуманных человеком обозначений.

В игровом автомате применены следующие детали: переключатели SA1 — SA3 — телефонные ключи типа КТРО с достаточным числом контактных групп; кнопка SB1 — K1; лампочки HL1 — HL7 — 3,5 В × 0,28 А; выключатель SQ1 — ТС-1. Сетевой трансформатор аналогичен описанному ранее.

## 41 Ø GO TO 365

Если предполагается не слишком интенсивное использование игрового автомата, можно применить автономный источник электропитания, например батарею от карманного фонаря типа 3336Л. Ее необходимо подключить в точки В и Г принципиальной схемы автомата. Обозначения элементов рисуются на ватмане тушью

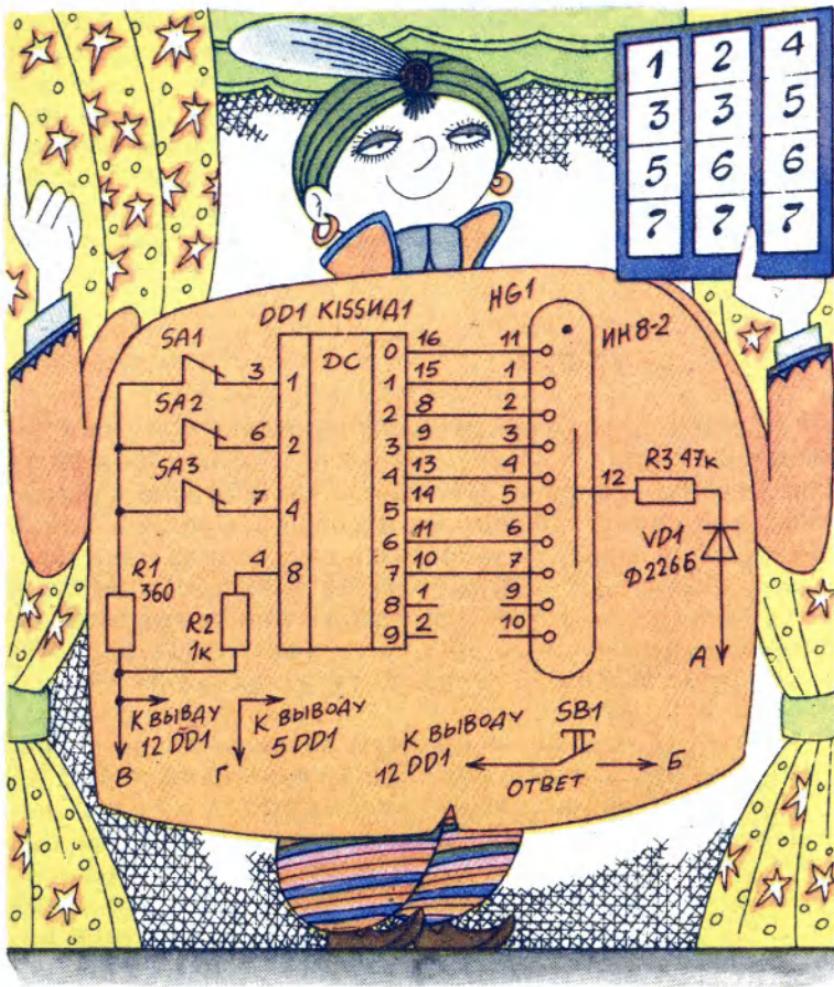


и помещаются в табличках на лицевой панели с помощью тонкого прозрачного оргстекла, которое крепится небольшими болтами. При необходимости можно менять отгадываемые человеком символы на другие или вообще вводить обозначения из других областей науки и техники. Для этого достаточно сменить нарисованные на ватмане обозначения в колонках и в световых табло в верхней части автомата. Устройство световых табло описано ранее.

### 415 GO TO 31Ø

Перевод чисел из двоичной системы счисления в десятичную может осуществляться не только с помощью контактного дешифратора, лежащего в основе принципиальной схемы описанного игрового автомата. Такой дешифратор может быть собран и на основе так называемой диодной матрицы; в качестве лампочек-индикаторов в этом случае можно использовать неоновые газоразрядные лампы, включенные последовательно с балластными резисторами. Принципиальная схема такого варианта игрового автомата представлена на рисунке. Здесь диоды матрицы соединяют переключатели с лампами так, что при вводе любого из сочетаний от 001 до 111 напряжение поступает только на одну из ламп, которая и указывает на соответствующее (загаданное) обозначение. Допустим, что человек задумал обозначение полупроводникового диода и переключил выключатель SA1 (на принципиальной схеме выключатели находятся в положении «НЕТ»). После нажатия на кнопку SB1 ОТВЕТ электрический ток пойдет по следующей цепи: ввод А, диод VD22, резистор R1, лампа HL1, замкнутые контакты кнопки SB1, ввод Б. Таким образом, после нажатия на кнопку ОТВЕТ загорается лампа HL1, расположенная рядом с обозначением полупроводникового диода. Другие варианты работы электрических цепей автомата можно проследить по принципиальной схеме.

Внешний вид этого варианта игрового автомата может быть таким же, как и у варианта с контактной пирамидой. Единственное отличие состоит в устройстве световых табло. Поскольку неоновые лампы дают не очень сильное свечение, обозначения элементов рисуются так, чтобы они были видны без подсветки. Рядом с каждым



рисунком укрепляется соответствующая неоновая лампа, загорание которой и указывает на отгадывание автоматом соответствующего обозначения.

Во втором варианте игрового автомата используются следующие детали: выключатели SA1 — SA3 — ТП2-1; полупроводниковые диоды VD1 — VD22 — D226Б; балластные резисторы R1 — R7 — сопротивлением по 80 кОм; кнопка SB1 — K1; неоновые лампы HL1 — HL7 — МН-3 или МН-6.

Электропитание этого варианта игрового автомата осуществляется от точек А и Б сетевого трансформатора блока питания игрового автомата первого типа. Обмотка

III трансформатора Т1 такая же, как и обмотка I. Если все электромагнитные соединения выполнены правильно, автомат не нуждается в наладке и работает сразу же после включения в сеть. Поскольку в цепях игрового автомата используется высоковольтное напряжение (220 В), следует быть осторожным и соблюдать правила техники безопасности.

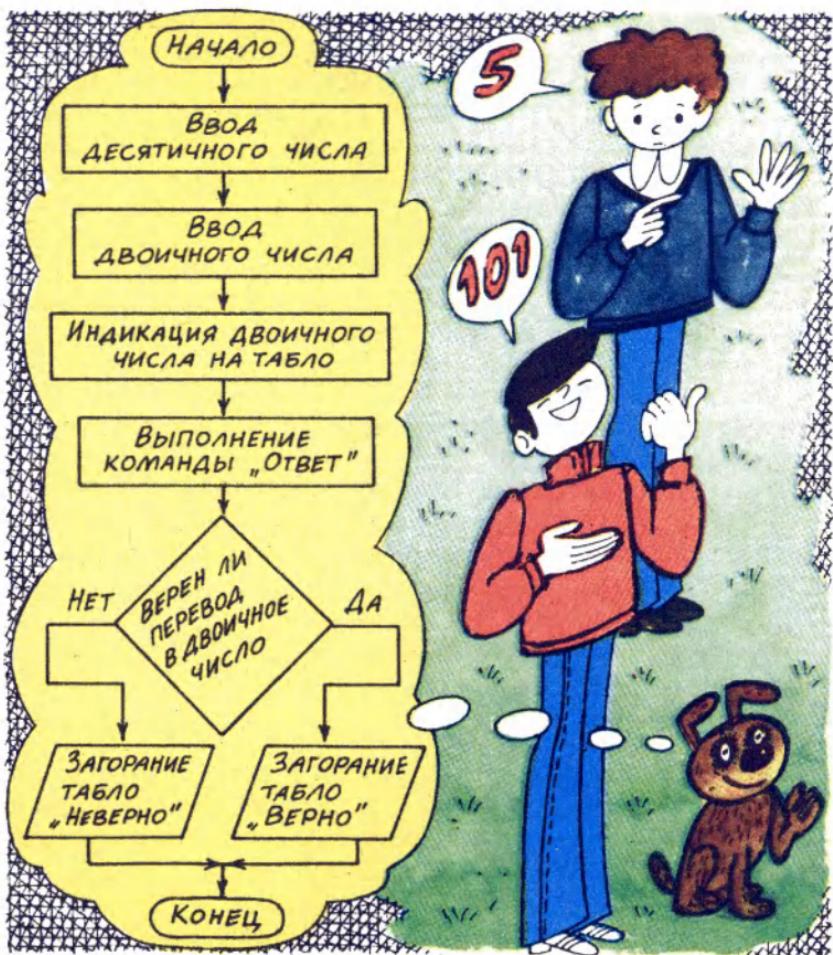
Третий вариант игрового автомата выполнен с использованием самой современной элементной базы — интегральной схемы К155ИД1. Принципиальная электрическая схема этого варианта игрового автомата представлена на рисунке 4.5. Этот автомат отгадывает задуманные человеком цифры (от 1 до 7), расположение в табличках на лицевой панели автомата так, как это показано на рисунке 4.6.

Интегральная схема К155ИД1 представляет собой двоично-десятичный дешифратор, который рассчитан на совместную работу с высоковольтным цифровым газоразрядным индикатором. С таким индикатором мы уже встречались ранее на страницах книги.

## 42Ø GO TO 32Ø

Интегральная схема К155ИД1 проделывает ту же операцию перевода числа из одной системы счисления в другую, как и контактный дешифратор и дешифратор на полупроводниковых диодах. У микросхемы 4 входа, на которые подаются сигналы двоичного кода — в нашем случае от выключателей на лицевой панели. Десять выходов микросхемы можно соединить с катодами высоковольтного индикатора (в нашем автомате с катодами индикатора соединены 8 выводов микросхемы).

Рассмотрим работу автомата на конкретных примерах. Допустим, человек задумал число 3, которое находится в первой и второй колонках на лицевой панели автомата. После перевода выключателей SA1 и SA2 в верхнее положение и нажатия кнопки SB1 ОТВЕТ на индикаторной лампе HL1 загорается цифра 3. Для того чтобы подготовить автомат к новой партии игры, необходимо вернуть все выключатели SA1 — SA3 в исходное положение и нажать на кнопку ОТВЕТ. При этом на индикаторной лампе должна загореться цифра 0, что говорит об исправности игрового автомата. Следует иметь в виду, что, если не включен ни один из выключателей и



при этом нажата кнопка ОТВЕТ, автомат выводит на индикацию цифру «0». В этом содержится отличие его работы от блок-схемы алгоритма, которая описана на рисунке 4.2. В блок-схеме при отсутствии включения выключателей на индикатор не выводится никакая информация.

Внешний вид этого варианта отгадывающего автомата на интегральной схеме несколько отличается от показанной на рисунке 4.1. В верхней части лицевой панели вместо семи световых табло устанавливается индикаторная лампа HL1. В колонках вместо обозначений элементов электронных схем помещаются цифры. Корректируются также и правила игры на табличке в нижней части панели.

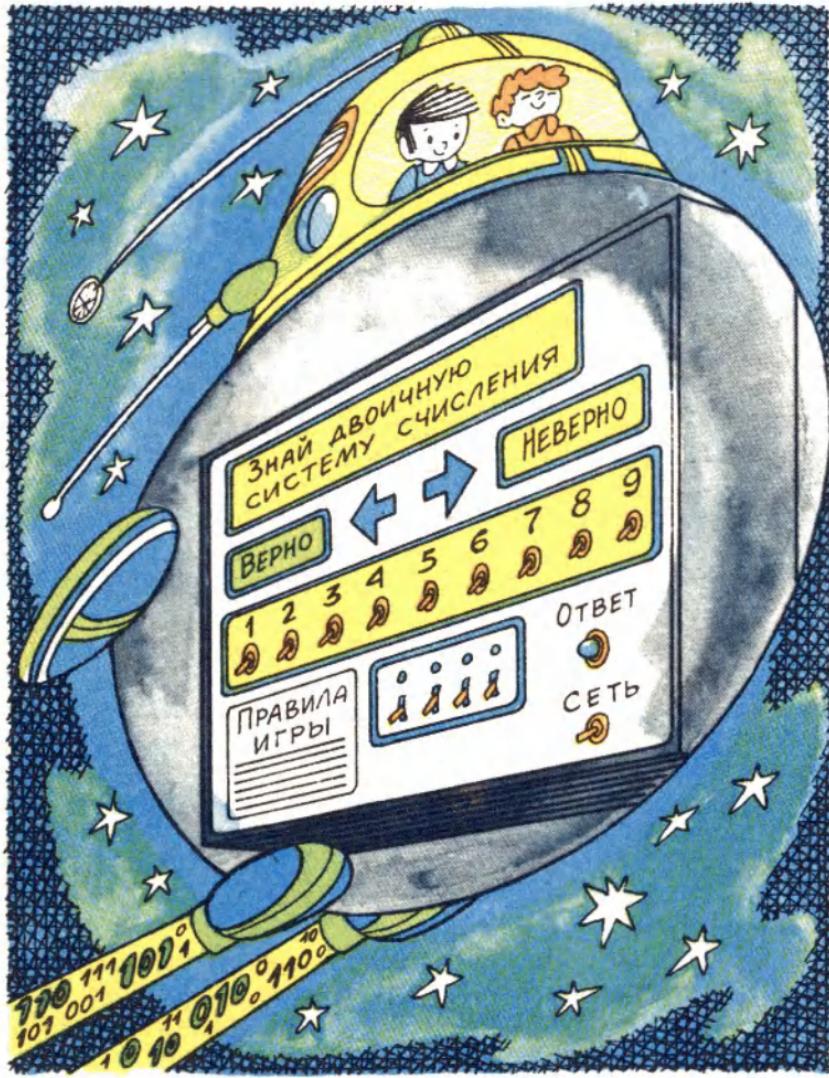
Типы и характеристики применяемых в этом варианте игрового автомата деталей отражены на принципиальной схеме. В качестве блока питания используется блок питания от первого варианта игрового автомата. Электропитание подключается в точки А, Б, В, Г, отмеченные на этой схеме. Выключатели SA1—SA3—ТП2-1, кнопка SB1—К1. Если все электромонтажные соединения выполнены верно, автомат не нуждается в наладке и работает сразу же после включения в сеть. Следует соблюдать особую осторожность при монтаже и подключении автомата, поскольку в нем используется высоковольтное напряжение.

### ИГРОВОЙ АВТОМАТ «ДВОИЧНАЯ И ДЕСЯТИЧНАЯ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ»

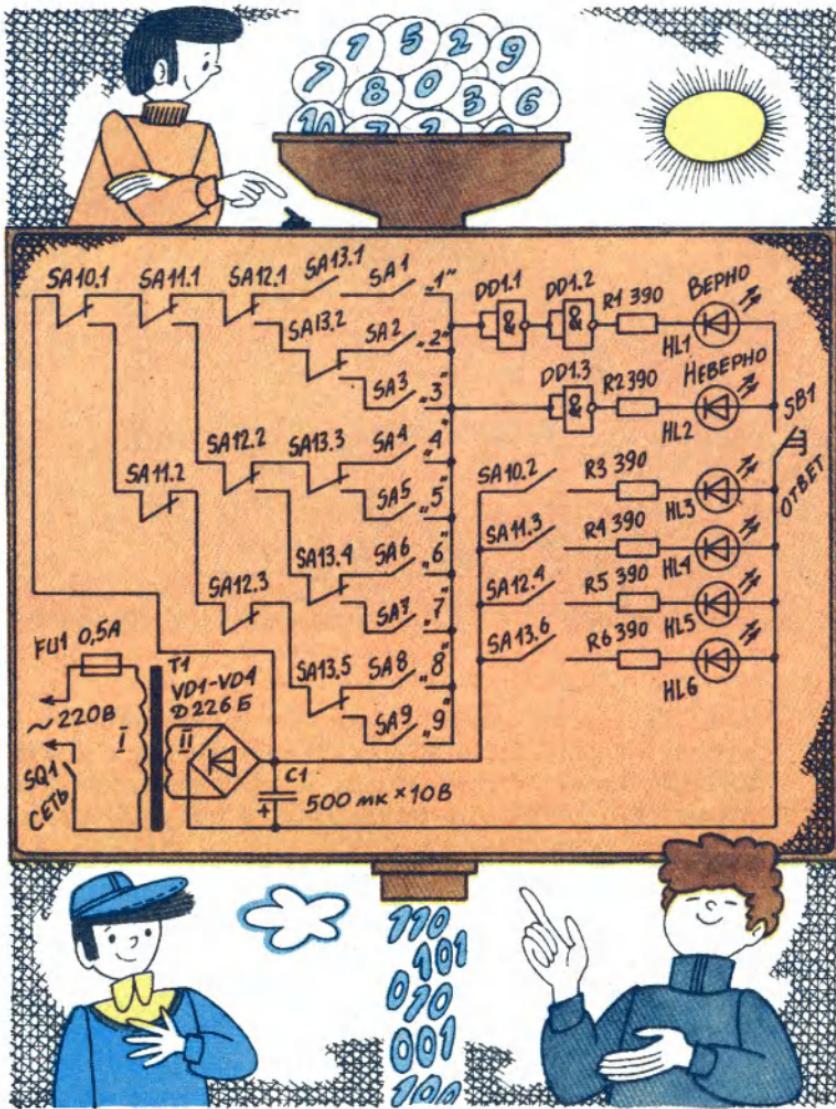
Описываемый игровой автомат поможет в игровой форме усвоить навыки перевода чисел из двоичной системы в десятичную и наоборот. Блок-схема алгоритма работы автомата приведена на рисунке. После ввода в автомат десятичного числа, которое нужно перевести в число двоичной системы счисления, в автомат вводится соответствующее десятичному двоичное число. При этом двоичное число индицируется на лицевой панели автомата. После нажатия на кнопку ОТВЕТ автомат проверяет условие верности перевода числа из десятичной системы счисления в двоичную. Если «ДА», то загорается табло ВЕРНО. Если перевод неверен, то загорается табло НЕВЕРНО.

Внешний вид игрового автомата «ДВОИЧНАЯ И ДЕСЯТИЧНАЯ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ» представлен на рисунке. На лицевой панели вверху расположены два табло ВЕРНО и НЕВЕРНО, под ними укреплены девять выключателей, с помощью которых в автомат вводится десятичное число. Еще ниже расположены четыре переключателя, осуществляющие перевод числа в двоичную систему счисления. Слева внизу расположена табличка с правилами игры, справа — кнопка ОТВЕТ и сетевой выключатель.

Принципиальная электрическая схема игрового автомата представлена на рисунке. Рассмотрим работу автомата на конкретных примерах. Играть с этим автоматом удобнее вдвоем. После включения сетевого питания выключателем SQ1 один из игроков вводит (включает) на лицевой панели одно из чисел от 1 до 9, предлагая



второму игроку перевести это число в двоичную систему. Допустим, что было введено число 5 — включен выключатель SA5. Пусть второй игрок правильно перевел это число в двоичную систему — переключил выключатели SA11 и SA13. При этом контакты SA11.3 замыкают цепь питания светодиода HL4, а контакты SA13.6 — цепь питания светодиода HL6. Эти светодиоды загораются и сигнализируют о том, что в автомат введено двоичное число 0101 (отметим, что горящий светодиод означает «1», а негорящий — «0»).



### 375 REM СВЕТОДИОД

Светодиодом называется полупроводниковый прибор, излучающий свет при протекании через него электрического тока. Обозначение светодиода на принципиальной электрической схеме и его внешний вид показаны на рисунке. Светодиод излучает свет только при прохождении через него прямого



тока. Для отчетливой индикации достаточно пропускания тока всего в несколько тысячных долей ампера, поэтому светодиоды удобно использовать в качестве элементов индикации в полупроводниковых схемах. Свечение светодиодов в зависимости от типа применяемого прибора может быть красным, оранжевым, желтым или зеленым.

После нажатия на кнопку SB1 ОТВЕТ электрический ток распространяется по следующей цепи: минус выпрямителя блока питания, контакты SA10.1, переключенные контакты SA11.1, контакты SA12.2, переключенные контакты SA13.3, замкнутые контакты SA5, входы элементов DD1.1 и DD1.3. Таким образом на входы элементов DD1.1 и DD1.3 подано низкое напряжение (логический 0). На выходе элемента DD1.3, к которому подключен светодиод HL2, будет высокий уровень напряжения (логическая 1), и светодиод не загорится.

В свою очередь, на выходе элемента DD1.1 и, значит, на входах элемента DD1.2 будет высокий уровень напряжения (логическая 1), а на выходе элемента DD1.2 — низкий уровень напряжения — логический 0. Светодиод HL1, расположенный рядом с надписью ВЕРНО, загорится, сигнализируя о том, что второй игрок справился с

заданием — правильно перевел число 5 из десятичной системы счисления в двоичную.

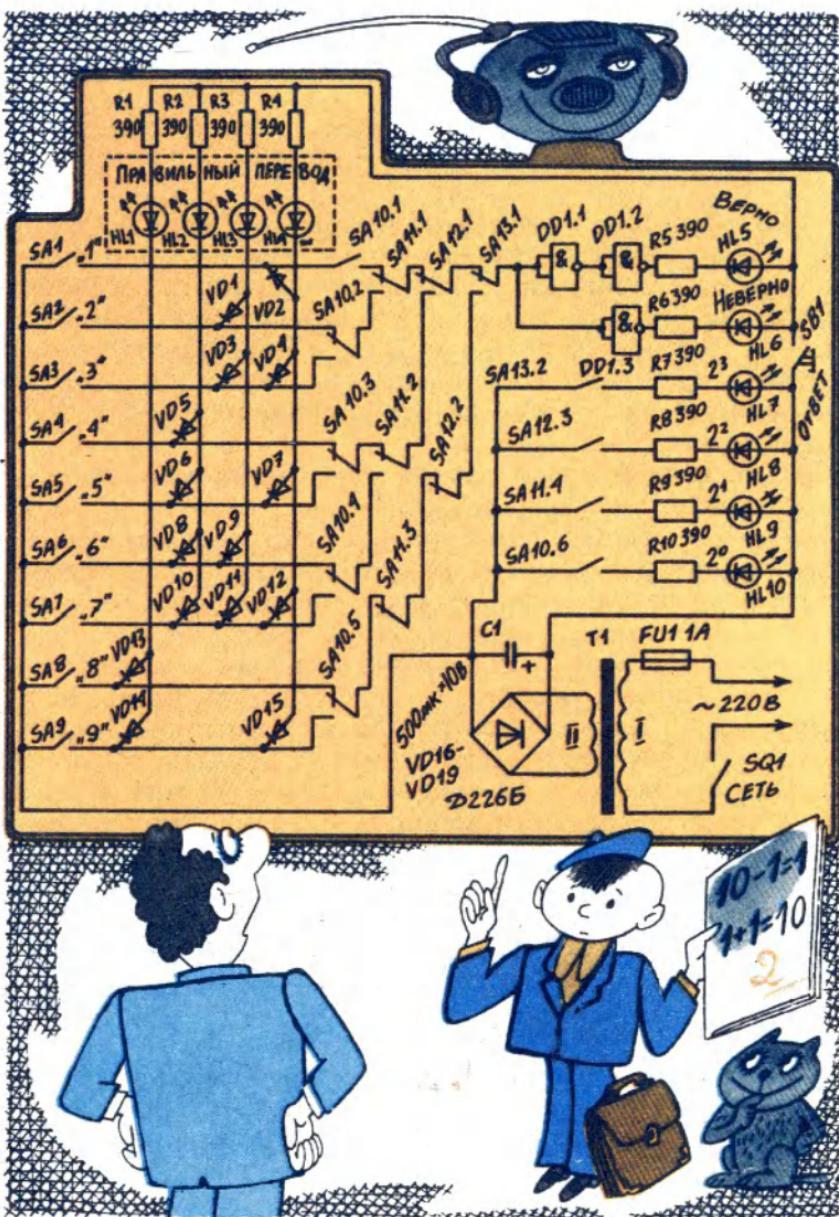
Допустим, что второй игрок неправильно сделал перевод числа 5 в число двоичной системы счисления. При этом низкий уровень напряжения (логический 0) поступит на входы элементов DD1.1 и DD1.3. На входах DD1.1 будет логическая 1, значит, на выходе DD1.1 и соответственно на выходах DD1.2 будет логический 0. На выходе DD1.2 будет логическая 1 (высокий уровень напряжения), и светодиод HL1 гореть не будет. Логическая 1 на входах элемента DD1.3 дает логический 0 на его выходе. Светодиод HL2, расположенный рядом с табло НЕВЕР-НО, загорается, сигнализируя об ошибке игрока.

Внимательно взглянувшись в принципиальную схему игрового автомата, читатель, вероятно, уже обнаружил контактную пирамиду двоично-десятичного дешифратора, составленную из контактов выключателей SA10—SA13. Действительно, двоично-десятичный дешифратор преобразует введенный в автомат ответ второго игрока в десятичное число, которое затем сравнивается с исходным десятичным числом.

Для начала новой партии игры необходимо отключить сетевое питание, вернуть все выключатели в исходное положение (ручками вниз) и затем снова включить электропитание. Нами описан вариант игры с автоматом двух игроков, один из которых задает исходное десятичное число, а второй осуществляет перевод его в двоичную систему. Безусловно, игроки могут в процессе игры меняться своими функциями — тот, кто задавал десятичное число, переводит теперь уже ему заданное число в двоичную систему счисления, — соревноваться как на правильность, так и на скорость осуществления перевода. Играть с автоматом можно и одному — сначала ввести десятичное число, а затем перевести его в двоичную систему. В любом случае достигается конечный результат — в процессе игры вы закрепляете навыки перевода чисел из одной системы в другую, привыкаете оперировать системой, которая используется в электронно-вычислительной технике.

Описанный игровой автомат годится не только для проверки правильности перевода чисел десятичной системы в двоичную, но и для обратной процедуры — перевода чисел из двоичной системы в десятичную. Для этого первый игрок задает какое-либо двоичное число с помощью выключателей SA10—SA13, а второй с по-

мощью выключателей SA1—SA9 вводит в автомат получившийся у него результат перевода. После нажатия кнопки SB1 ОТВЕТ электрические цепи автомата работают аналогично ранее описанному — если перевод выполнен правильно, загорается светодиод рядом с над-



писью ВЕРНО; если игрок ошибся — загорается свето-диод рядом с надписью НЕВЕРНО.

В автомате использованы следующие детали: интегральная схема DD1—K155LA3; выключатели SA1—SA9—TB2-1; переключатели SA10—SA13 — телефонные ключи типа КТРО с достаточным числом контактных групп; светодиоды HL1—HL6—AL102B; кнопка SB1—K1; выключатель SQ1—TC-1. Сетевой трансформатор аналогичен описанному ранее.

### 43Ø GO TO 365

Игровой автомат не нуждается в налаживании и работает сразу же после включения в сеть. В некоторых случаях требуется подбор сопротивления резисторов R1—R6 для получения яркого свечения светодиодов.

В работе описанного игрового автомата имеется один недостаток — если игрок ошибся в переводе из одной системы счисления в другую, то автомат фиксирует ошибку загоранием табло НЕВЕРНО, но не дает правильного ответа и не указывает, в чем именно ошибся игрок.

На рисунке представлена принципиальная электрическая схема второго варианта игрового автомата «Двоичная и десятичная системы счисления», в которой при переводе из десятичной в двоичную систему счисления автомат в каждой партии игры выдает результат правильного перевода на лицевую панель. Правильный ответ отмечается четырьмя светодиодами на специальном табло под названием «Правильный перевод», которое дает индикацию при нажатии на кнопку ОТВЕТ.

Рассмотрим работу электронных цепей автомата. Принципиальная схема очень похожа на схему первого варианта игрового автомата, но в ней дополнительно имеется устройство, собранное на резисторах R1—R4, светодиодах HL1—HL4, полупроводниковых диодах VD1—VD15. Устройство называется шифратор и осуществляет перевод вводимых в автомат с помощью выключателей SA1—SA9 десятичных чисел в двоичные. Это типовая схема, которая используется в устройствах электронно-вычислительной техники.

Рассмотрим работу игрового автомата на конкретных примерах. Допустим, что первый игрок выбрал число 5 для перевода в двоичную систему — включен выключатель SA5. Пусть второй игрок правильно сделал пере-

вод — переключил выключатели SA10 и SA12. При этом загорелись светодиоды HL8 и HL10, показывая двоичное число 0101. После нажатия на кнопку SB1 ОТВЕТ загорается светодиод HL5, расположенный рядом с надписью ВЕРНО. Кроме того, электрический ток будет проходить по следующим цепям: плюс выпрямителя, замкнувшиеся контакты кнопки SB1 ОТВЕТ, резистор R2, светодиод HL2, полупроводниковый диод VD6, замкнутые контакты SA5, минус выпрямителя; плюс выпрямителя, замкнувшиеся контакты кнопки SB1 ОТВЕТ, резистор R4, светодиод HL4, полупроводниковый диод VD7, замкнутые контакты SA5, минус выпрямителя. Таким образом, на табло «Правильный перевод» будет отмечено число 0101. Во всех партиях игры после нажатия на кнопку ОТВЕТ шифратор будет выводить на табло «Правильный перевод» двоичное число, соответствующее введенному в автомат десятичному числу. В случае ошибки игрок имеет возможность проконтролировать себя и выяснить, где им допущена ошибка.

Внешний вид лицевой панели второго варианта игрового автомата отличается от приведенного на рисунке 4.8 только наличием табло «Правильный перевод» из четырех светодиодов, которое расположено между выключателями для ввода десятичного числа и выключателями для ввода двоичного числа.

Дополнительной наладки игровой автомат не требует. Используемые светодиоды HL1—HL4—AL102Б; полупроводниковые диоды VD1—VD15—D226Б. Все остальные детали такие же, как и в первом варианте принципиальной электрической схемы игрового автомата.

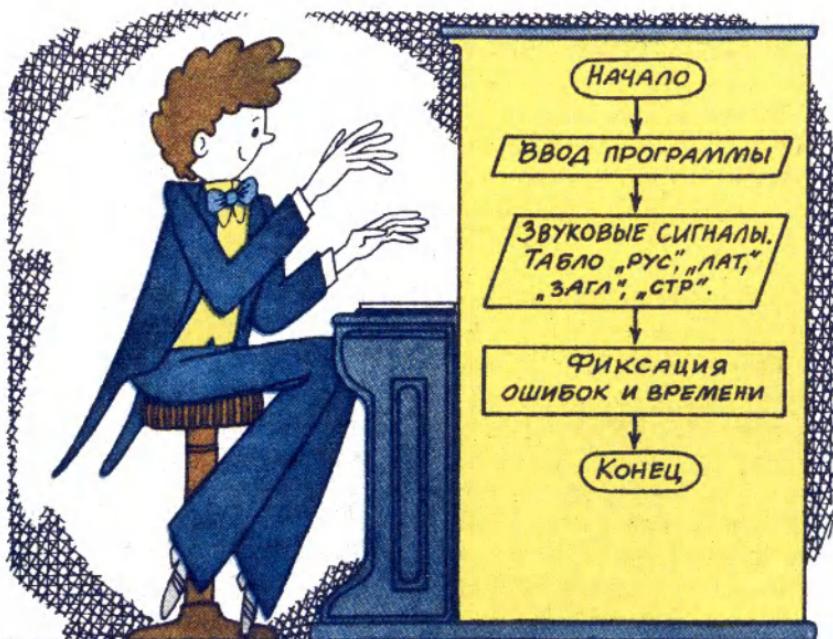
#### ИГРОВОЙ ТРЕНАЖЕР «КЛАВИАТУРА ЭВМ»

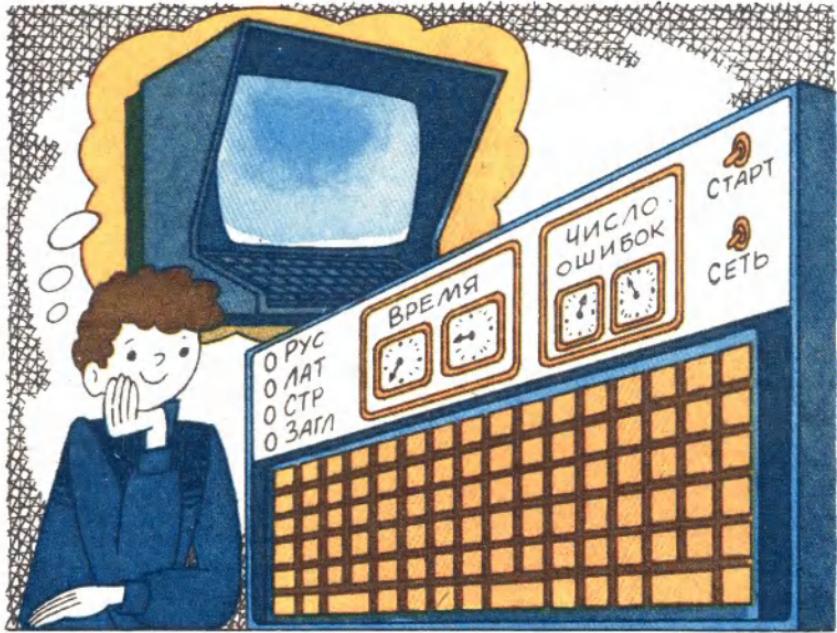
Для работы с персональной ЭВМ необходимо иметь ряд навыков работы с клавиатурой. При наборе программы используются латинские и русские буквы, заглавное и прописное их начертание. Если допустить ошибку, то компьютер будет выполнять программу неверно или вообще не будет ее выполнять. Еще далеко не все школы имеют дисплейные классы или комплекты персональных ЭВМ. Однако учиться работать с клавиатурой ЭВМ можно, используя устройства значительно более простые и дешевые, например такие, как описываемый ниже тренажер «Клавиатура ЭВМ».

Блок-схема работы тренажера представлена на рисунке. Один из игроков вводит в тренажер заранее составленную и написанную на карточке программу; второй следит за правильностью ввода программы и при ошибках первого игрока нажимает на кнопку ОШИБКА, которая находится прямо у него в руке. При этом счетчик отсчитывает на своем табло количество ошибок, и ведется учет скорости выполнения задания (ввода программы). Фиксирует время игры счетчик времени, который в начале игры включается выключателем СТАРТ.

Внешний вид тренажера представлен на рисунке. Он может имитировать клавиатуру какого-либо персонального компьютера, который поставляется в школу в качестве учебного оборудования — «Агата», БК-0010, ДВК, КОРВЕТА и др. дисплея, естественно, у нашего тренажера нет, но на лицевой панели расположены световые табло: РУС (русская), ЛАТ (латинская), СТР (строчная), ЗАГЛ (заглавная). Кроме этого, на панели расположены счетчик времени, счетчик ошибок и прикрытый тканью звуковой излучатель-наушник от телефона. Вверху справа укреплены выключатель СТАРТ и СЕТЬ. Здесь же разъем для подключения кнопки ОШИБКА.

Принципиальная электрическая схема игрового ав-





томата приведена на рисунке 4.14. Рассмотрим работу автомата на конкретных примерах. После включения выключателем SQ1 сетевого питания необходимо включить выключателем SA1 СТАРТ счетчик времени. После этого можно приступать к набору программы на клавиатуре.

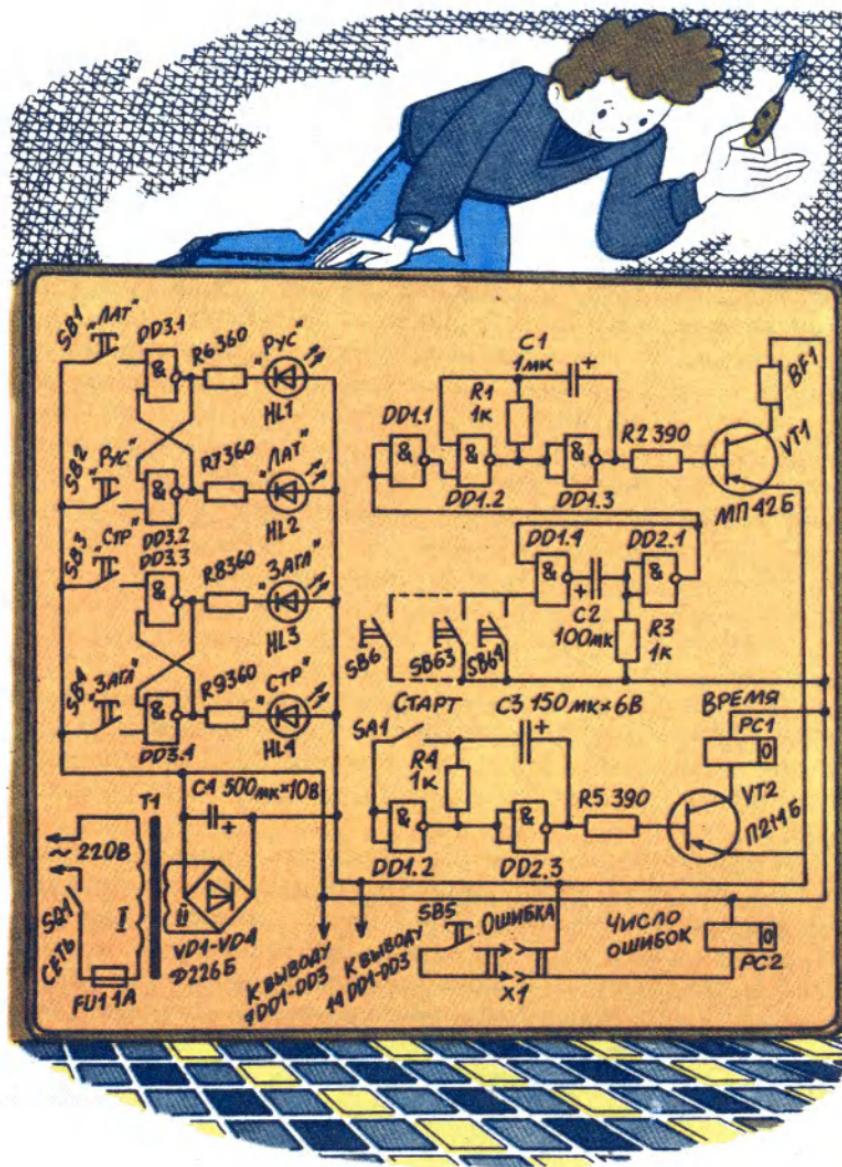
Включение выключателя SA1 СТАРТ замыкает цепь секундного генератора-мультивибратора на элементах DD2.2 и DD2.3. С работой такого мультивибратора на элементах типа 2И—НЕ мы уже знакомились.

#### 44Ø GO TO 35Ø

Колебания мультивибратора усиливаются транзистором VT2, в коллекторную цепь которого включен счетчик PC1 ВРЕМЯ, который отсчитывает на своем табло время игры. При рассмотрении принципиальной схемы вы наверняка обратили внимание на перекрестные соединения двух элементов 2И—НЕ — триггеры. Действительно, в принципиальной схеме игрового тренажера использованы два триггера: на элементах DD3.1 и DD3.2, DD3.3 и DD3.4.

## 45Ø REM ТРИГГЕР

При нажатии на кнопку SB1 ЛАТ на вход элемента DD3.1 поступает логический 0, и на выходе появляется логическая 1. Соответственно с выхода DD3.1 логическая 1 подается на вход DD3.2 (отметим, что другой вход DD3.2 ни с чем не соединен —



значит, на нем тоже логическая 1). Таким образом, на выходе DD3.2 устанавливается логический 0 и светодиод HL2, расположенный рядом с надписью ЛАТ на лицевой панели тренажера, загорается. При нажатии на кнопку SB2 РУС триггер переключается, светодиод HL2 гаснет, а светодиод HL1 РУС загорается. Аналогичным образом работает и триггер на элементах DD3.3 и DD3.4. При нажатии на кнопку SB3 СТР загорается светодиод HL4, расположенный рядом с надписью СТР; при нажатии на кнопку SB4 ЗАГЛ загорается светодиод HL3, расположенный рядом с надписью ЗАГЛ. Следует подчеркнуть, что триггеры широко используются в электронно-вычислительной технике в качестве ячеек памяти.

При нажатии на клавишу настоящей персональной ЭВМ раздается короткий звуковой сигнал, который сигнализирует о том, что ЭВМ приняла вводимый в нее знак или команду. В нашем тренажере этот короткий звуковой сигнал формирует блок, собранный на элементах DD1.1 — DD1.4 и DD2.1. В этом блоке сразу же можно выделить мультивибратор, собранный на элементах DD1.2 и DD1.3, сигнал которого усиливается транзистором VT1 и воспроизводится наушником BF1. Работу такого мультивибратора мы подробно рассматривали ранее.

## 46Ø GO TO 35Ø

Однако здесь имеется одно отличие — один из входов элемента DD1.2 соединен с выходом элемента DD1.1. В ранее же рассматриваемой схеме мультивибратора оба входа элемента DD1.2 были соединены между собой.

Устройство, которое на короткое время включает мультивибратор для подачи звукового сигнала, собрано на элементах DD1.4 и DD2.1 и называется «ждущий мультивибратор». В исходном состоянии на выходе DD2.1 находится высокий уровень напряжения (логическая 1). Действительно, на соединенные между собой входы через резистор R3 подается уровень логического 0, а значит, на выходе будет уровень логической 1. Поскольку этот уровень будет подаваться на соединенные между собой входы элемента DD1.1, на его выходе будет

уровень логического 0, который, в свою очередь, подается на один из входов элемента DD1.2. Отметим, что мультивибратор на элементах DD1.2 и DD1.3 генерирует колебания только тогда, когда на одном из его входов имеется уровень логической 1. Поскольку в данном случае на его входе (второй вход соединен с конденсатором C1) имеется уровень логического 0, мультивибратор не будет генерировать колебания.

Система из элементов DD1.4 и DD2.1 (ждущий мультивибратор) является устойчивой системой, потому что на выходе элемента DD2.1 соединен со входом элемента DD1.4. Соответственно на выходе этого элемента устанавливается уровень логического 0 (второй вход DD1.4 не соединен ни с чем, что эквивалентно подаче на него уровня логической 1).

Как только замкнутся контакты хотя бы одной из соединенных параллельно кнопок (а эти кнопки и представляют собой клавиатуру тренажера), на один из входов DD1.4 будет подан уровень логического нуля. На выходе этого элемента сразу же установится уровень логической 1. Создающийся в этот момент скачок положительного напряжения на выходе DD1.4 передается через конденсатор на входы второго элемента, который (как это следует из принципа его работы) переключается, и на его выходе появляется уровень логического нуля. Этот уровень напряжения (логический 0) поступит на соединенные между собой входы элемента DD1.1, на выходе которого сразу же установится уровень логической 1. Как мы уже отмечали несколько раньше, при подаче на один из входов элемента DD1.2 логической 1 мультивибратор на DD1.2 и DD1.3 начинает генерировать колебания, которые усиливаются транзистором и подаются на телефонный наушник BF1.

Такое состояние элементов всей системы сохранится недолго. Как только на выходе DD1.4 появится уровень логической 1, через резистор R3 начинает заряжаться конденсатор C2. Это будет происходить потому, что второй вывод резистора R3 подключен к отрицательному выводу источника тока (уровень логического 0). Как только конденсатор C2 зарядится, снова через резистор R2 уровень логического 0 будет подаваться на входы элемента DD2.1. На выходе этого элемента установится уровень логической 1, который сразу же поступит на входы элемента DD1.1. На выходе DD1.1 появится уровень логического 0, который будет подан на один из вхо-

дов элемента DD1.2. Мы уже знаем, что, если на входе элемента DD1.2 будет низкий уровень напряжения, мультивибратор работать не будет. Соответственно прекратится и звуковой сигнал.

Таким образом, можно сделать следующий обобщающий вывод: после нажатия на одну из параллельно соединенных кнопок на клавиатуре тренажера ждущий мультивибратор переключается в другое устойчивое состояние и включает мультивибратор на элементах DD1.2 и DD1.3, который дает звуковой сигнал. После зарядки конденсатора С2 ждущий мультивибратор возвращается в исходное состояние и отключает мультивибратор — звуковой сигнал прекращается. Длительность звучания сигнала зависит от того, как долго ждущий мультивибратор остается в переключенном состоянии (сколь долго заряжается конденсатор С2). Изменяя время зарядки конденсатора С2, можно регулировать время звучания звукового сигнала. Это можно сделать, изменяя емкость этого конденсатора (чем больше емкость, тем больше время зарядки) и в небольших пределах изменяя сопротивление резистора R3 (примерно от 300 Ом до 2 кОм).

Число сделанных при введении с помощью клавиатуры ошибок отмечается счетчиком РС2 ЧИСЛО ОШИБОК. Этот счетчик соединен через разъем на боковой панели тренажера с выносной кнопкой SB5 ОШИБКА, которую держит второй игрок. Он контролирует правильность ввода программы первым игроком и в случае ошибки нажимает на кнопку SB5 ОШИБКА. Цепь питания счетчика РС2 замыкается, и он отсчитывает на своем табло ошибку.

В игровом тренажере использованы следующие детали: интегральные схемы DD1—DD3—К155ЛА3; светодиоды HL1—HL4—АЛ102Б; звуковой излучатель BF1 — наушник от головных телефонов; кнопка SB5—K1; выключатели SA1 и SQ1—TC-1; счетчики РС1—РС2—СВ-1М/100. Счетчики укреплены с внутренней стороны лицевой панели на кронштейнах. Выключатели счетчиков в автомате не используются, поэтому их необходимо удалить. Для установки нуля с тыльной стороны счетчиков имеются головки, которые нужно удлинить стержнями, выведя их на заднюю стенку корпуса игрового тренажера. Сетевой трансформатор тренажера аналогичен описанному ранее.

## 47Ø GO TO 43Ø

Кнопки SB6—SB64 могут быть любыми, как промышленного производства, так и самодельными. Сверху на них должны быть укреплены самодельные клавиши, внешний вид которых должен по размерам, цвету и расположению напоминать клавиатуру того типа ПЭВМ, которую имитирует игровой тренажер. Кнопки, подключенные к входу ждущего мультивибратора, расположены под клавишами с алфавитом, цифрами и др. Вообще внешний вид клавиатуры зависит от того, какой тип персональной ЭВМ моделируется в игровом тренажере (клавиатура описанного тренажера имитирует клавиатуру микроЭВМ типа БК-0010), поэтому на тренажере не указаны конкретные обозначения клавиш.

Если все электромонтажные соединения выполнены правильно, игровой тренажер не нуждается в наладке и работает сразу же после включения в сеть. Возможно, потребуется подбор емкости конденсатора C1 для получения нужной частоты и емкости конденсатора C2 и установления нужной длительности звучания звукового сигнала.

## 48Ø REM ЛИТЕРАТУРА

Б и р ю к о в С. А. Радиолюбительские цифровые устройства.— М.: Радио и связь, 1982.

И г о ш е в Б. М., К о м с к и й Д. М. Кибернетика в самоделках.— Энергия, 1978.

К а р а в а е в А. Изготовь тренажер сам.— Информатика и образование, 1987, № 3.

К о м с к и й Д. М., И г о ш е в Б. М. Электронные автоматы и игры.— М.: Энергоиздат, 1981.

П а с к а л е в Ж. Первые шаги в вычислительной технике.— М.: Радио и связь, 1987.



## ЧТО УМЕЕТ МОИ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР?

С незапамятных времен люди стремились облегчить и ускорить счет с помощью вспомогательных средств. В длинном ряду различных помощников человека в его нелегкой вычислительной работе стоят такие устройства и машины, как абак, конторские счеты, палочки Непера, логарифмическая линейка, арифмометры Паскаля, Лейбница, Чебышева, Однера...

Однако все эти счетные приборы обладали низкой скоростью счета и были недостаточно малы по своим размерам, чтобы служить человеку в его ежеминутных потребностях (представьте, например, что для расчетов на сельскохозяйственном поле, в геологической экспедиции используется арифмометр «Феликс», и попробуйте положить его в карман!).

Начало семидесятых годов знаменовалось резким изменением ситуации — на компьютерную сцену выступил чудо-прибор, который назвали микропроцессором. Кремниевая пластинка толщиной 0,5 мм и площадью меньше квадратного сантиметра произвела на-

стоящую революцию — теперь вычислительную машину можно было положить в карман пиджака.

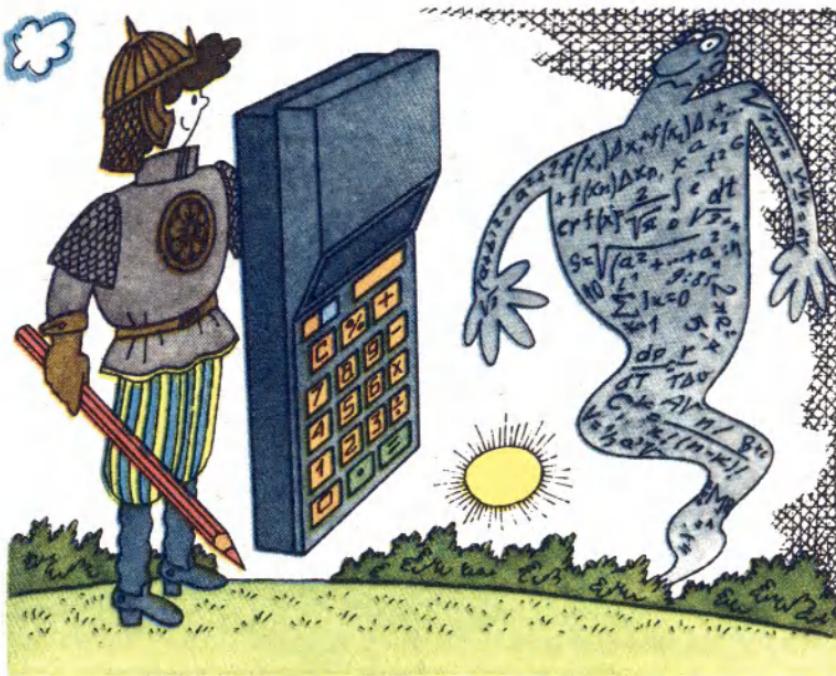
Такие, почти фантастические свойства придают микропроцессору десятки и сотни тысяч транзисторов, размещенных с помощью специальной технологии в приповерхностном слое кристалла кремния площадью чуть меньше копейки. В готовом виде микропроцессор, заключенный в миниатюрный пластиковый корпус, похож на насекомое с многочисленными лапками-контактами...

Появление микропроцессора позволило резко уменьшить размеры и стоимость всех видов вычислительной техники и создать особый ее класс — микрокалькуляторы. Микрокалькуляторы очень быстро проникли в наш быт, на наши рабочие места, письменные столы и школьные парты, стали нашими повседневными помощниками. Небольших размеров, дешевые, обладающие широкими вычислительными способностями, микрокалькуляторы стали самым обычным, массовым инструментом для повседневной работы. Таким же инструментом, как ручка, линейка или циркуль.

Познакомимся поближе с одним из самых простых микрокалькуляторов, выпускемых отечественной промышленностью, — микрокалькулятором БЭ-23. Внешний вид этого МК представлен на рисунке. Ударопрочный пластмассовый корпус МК сделан из двух частей (верхней и нижней), которые соединены между собой с помощью выступов и углублений. Под пластмассовой крышкой батарейного отсека располагаются три элемента питания (батареи типа 316). Микрокалькулятор может работать от сети переменного тока 220 В; для этого в комплекте с ним имеется блок питания, который подключается через розетку в задней стенке корпуса МК.

Ввод чисел и команд для выполнения вычислительных операций производится с помощью клавиатуры, сделанной из цветной пластмассы. Для удобства пользователя клавиши для введения цифр и запятой сделаны из черной пластмассы; клавиши команд (+, -, ×, ÷, =) — из голубой пластмассы; клавиши сброса и % — из желтой.

Вводимые числа и результаты вычислений высвечиваются на световом табло с помощью 9-разрядного индикатора. Девятый разряд (крайний слева) служит для индикации знака «—».



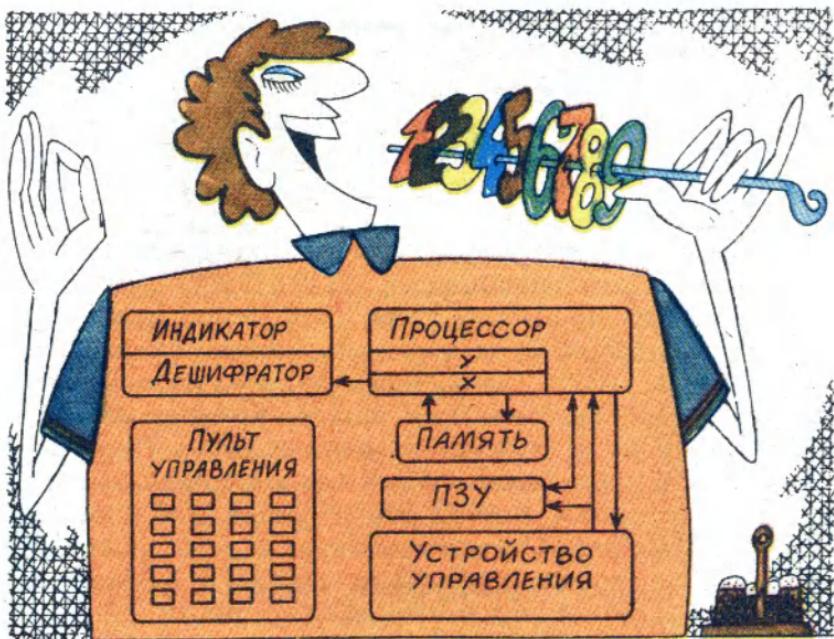
Попробуем аккуратно вскрыть корпус микрокалькулятора и познакомиться с его внутренним устройством. Для этого нужно снять крышку батарейного отсека, убрать из него батареи питания и осторожно нажать на боковые стенки корпуса, раздвигая их в разные стороны. При этом имеющиеся на боковых стенках корпуса пластмассовые выступы освободят панель с клавиатурой и окном индикатора. Панель клавиатуры соединяется с печатной платой внутри корпуса посредством 19 проводников, которые изолированы друг от друга в широкой пластиковой ленте. Клавиатура МК устроена очень просто. Нажатие на клавишу обеспечивает движение пружинной пластинки (она выполнена из тонкой фольги), которая, прогибаясь, обеспечивает контакт с заданной точкой электрической схемы микрокалькулятора. Легкий щелчок является своего рода сигналом того, что нажатие на клавишу произведено с достаточной силой, то есть контакт произошел.

На печатной плате внутри корпуса МК укреплены две интегральные схемы, девятиразрядный индикатор, резистор и три проволочные перемычки. С печатной пла-

той соединен маленький блок преобразователя напряжения (типа Я-154), который расположен около передней стенки МК.

Коротко рассмотрим работу микрокалькулятора при выполнении вычислений, используя для этого блок-схему на рисунке. Введенное человеком на клавиатуре число или команда поступают в устройство управления, а затем в процессор МК. Если человек ввел число, оно поступает в регистр индикации X, затем в дешифратор, преобразующий число в такой вид, чтобы его можно было прочесть на индикаторе. В регистре индикации (регистр — это небольшой блок для хранения информации) число будет храниться до тех пор, пока из процессора не поступит другое число.

Если человек вводит на клавиатуре какую-либо команду (например команду деления), то устройство управления адресует ее в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), где хранятся программы выполнения всех команд, которые имеются на клавиатуре МК. ПЗУ управляет работой процессора, который и проводит «конкретную» работу по делению одного числа на другое. Закончив деление, процессор выводит полученный



результат в регистр X, оттуда число поступает в дешифратор и затем на индикатор.

Следует сразу оговориться, что в любом случае, когда мы говорим, что какое-то число или команда поступает куда-то, мы имеем дело с различного вида электрическими сигналами, электрическим током. Но для удобства рассмотрения говорится о самих числах и командах, подразумевая, что один блок МК передает в другой блок некоторую совокупность электрических сигналов, соответствующих определенному числу или команде.

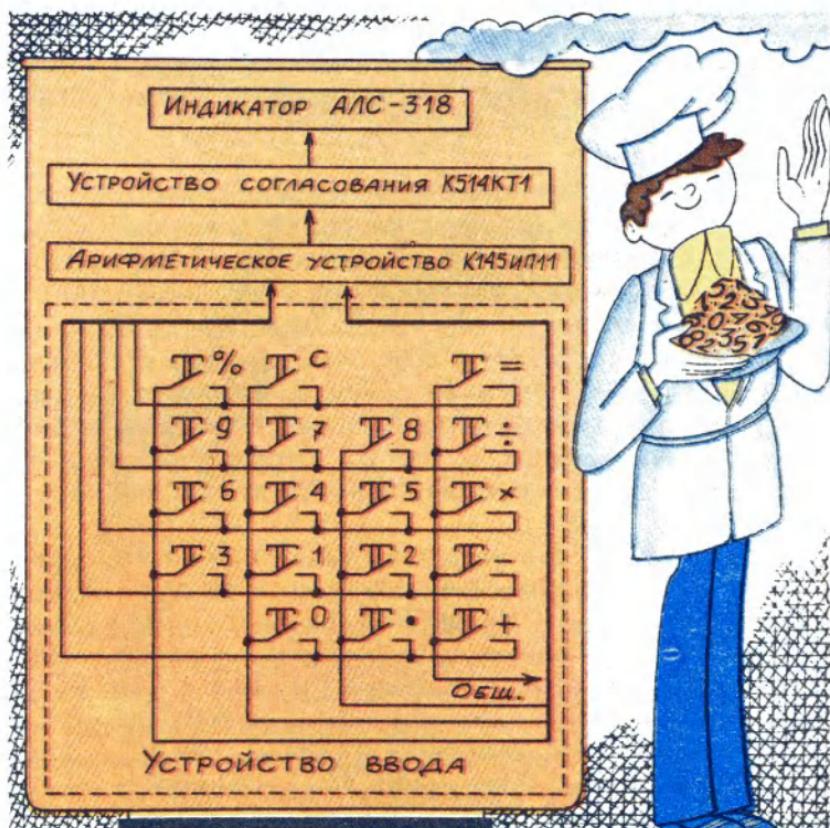
Регистр Y в процессоре служит для промежуточного хранения числа — его иногда называют рабочим регистром. Допустим, что мы складываем число 21 и число 36. При введении на клавиатуре числа 21 оно поступает в регистр индикации X и через дешифратор выводится на индикатор. Затем человек нажимает на командную клавишу «+», и при этом никаких изменений на индикаторе не происходит. Микропрограмма сложения в ПЗУ «извещена» о том, что она сейчас будет нужна, но никаких действий не производится, потому что не введено второе число. На индикаторе по-прежнему светится число 21.

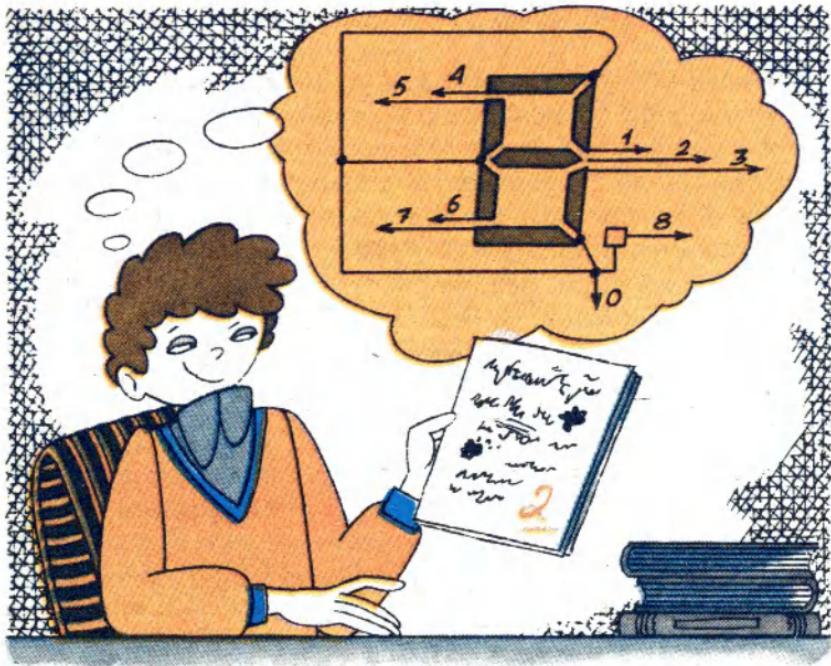
Как только человек начнет вводить второе число, первое сразу же перейдет в рабочий регистр Y, и на индикаторе появится второе число. После нажатия на клавишу команды «=» процессор начинает выполнять микропрограмму сложения и полученный результат будет выведен на индикатор. Блок памяти МК служит для хранения промежуточных результатов вычислений при работе процессора.

В микрокалькуляторе Б3-23 в качестве дешифратора используется интегральная схема К514КТ1, а все остальные блоки (процессор, устройство управления и др.) структурно расположены в составе интегральной схемы К145ИП11А. В качестве индикатора используется полупроводниковая светодиодная шкала, каждый элемент которой состоит из семи отдельных сегментов. Сегменты светятся при пропускании через них электрического тока красным светом; из них могут составляться цифры от 0 до 9. Маленький квадратик внизу справа у каждого элемента светодиодной шкалы показывает знак запятой. С работой светодиода мы знакомились ранее.

Электрическая схема соединений клавиатуры ввода достаточно проста. Каждая клавиша представляет собой обычную электрическую кнопку, один вывод которой мы условно обозначаем «общий», а второй обозначаем так же, как и сама клавиша.

Хотя микрокалькулятор БЭ-23 представляет собой один из самых простых типов МК, устройство его типично для всего большого семейства микрокалькуляторов. Вместе с тем следует отметить, что, несмотря на большие возможности современных МК, их великолепную электронную начинку можно использовать еще более эффективно и разнообразно.



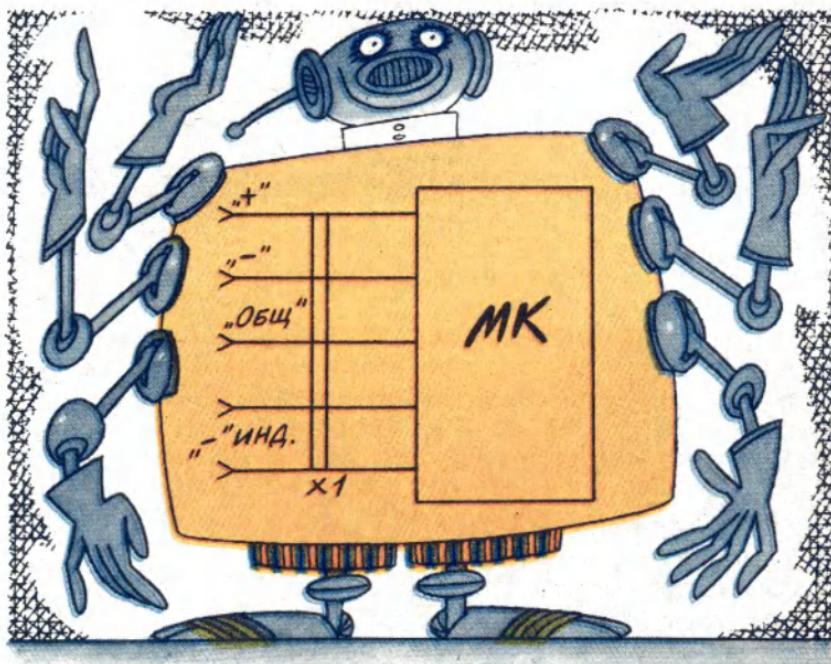


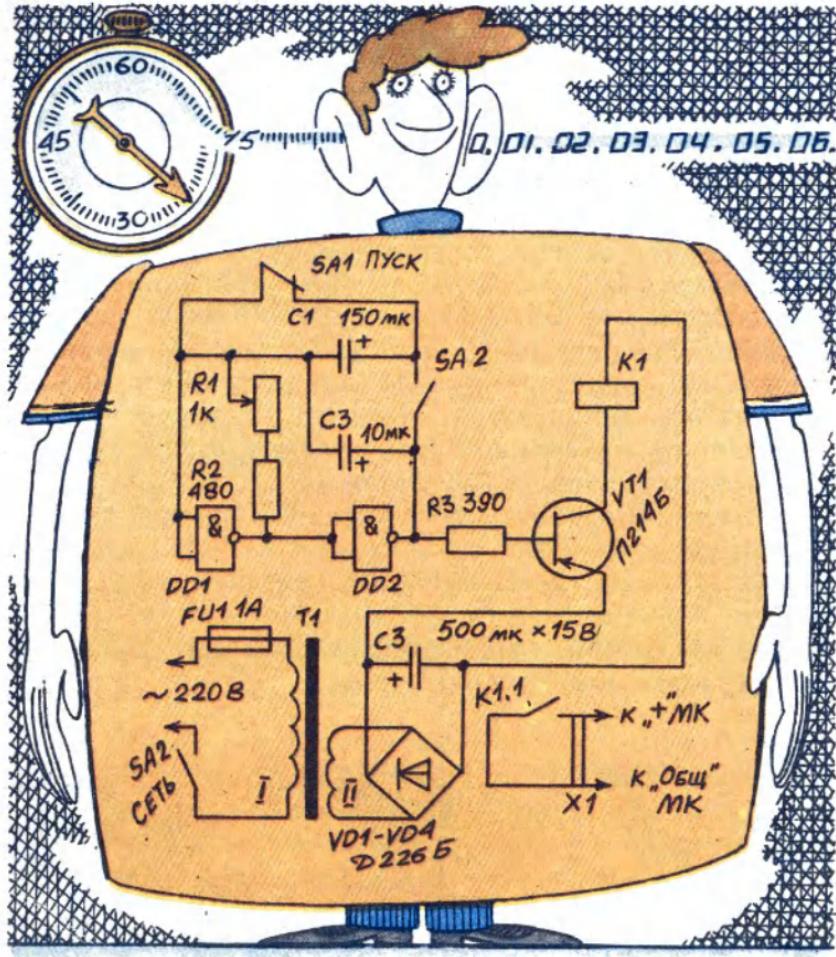
Приведем простой пример расширения возможностей МК. Допустим, что человек набрал на клавиатуре МК цифру 1 и нажимает на клавишу «+». После первого нажатия показания на индикаторе не изменятся, а с каждым последующим нажатием увеличиваются на единицу. Представим себе, что человек нажимает на клавишу «+» один раз в секунду. Что будет показывать индикатор микрокалькулятора? Конечно же, число секунд, прошедших с начала первого нажатия на клавишу «+», то есть будет использоваться как секундомер.

Попробуем сконструировать такое устройство, которое замыкало бы контакты клавиши «+» МК с частотой 1 раз в секунду. Прежде чем начать конструирование такого устройства — приставки, превращающей микрокалькулятор в секундомер (далее в этой главе будут описаны и другие «превращения» МК), нужно немного доработать сам микрокалькулятор. Для этого необходимо аккуратно открыть корпус и припаять два проводника к выводам контактов клавиши «+». Если смотреть сверху на пластиковую ленту, в которую упакованы

проводники, идущие от клавиатуры к печатной плате МК, то припасть нужно к пятому и шестому проводнику слева. Пятый вывод является «общим», а шестой, как мы и условились ранее, обозначается знаком «+».

Для конструирования других приставок к МК, которые будут описаны далее, необходимо сделать выводы от некоторых других точек электрических цепей МК. Все необходимые выводы показаны на рисунке. Вывод «—» делается от седьмого, если считать слева, проводника; выводы от знака «—» на индикаторе делаются от первого и двенадцатого вывода самого индикатора. Концы этих проводников припаиваются к контактам малогабаритного разъема, который устанавливается в любом удобном месте корпуса МК. Затем корпус МК закрывается, и на этом доработка заканчивается. Следует иметь в виду, что все операции, в том числе и пайку внутри микрокалькулятора, необходимо производить при отключенном электропитании (батареи питания из отсека нужно удалить) и очень осторожно, избегая прикасаться к выводам интегральных схем.





### Приставка-секундомер

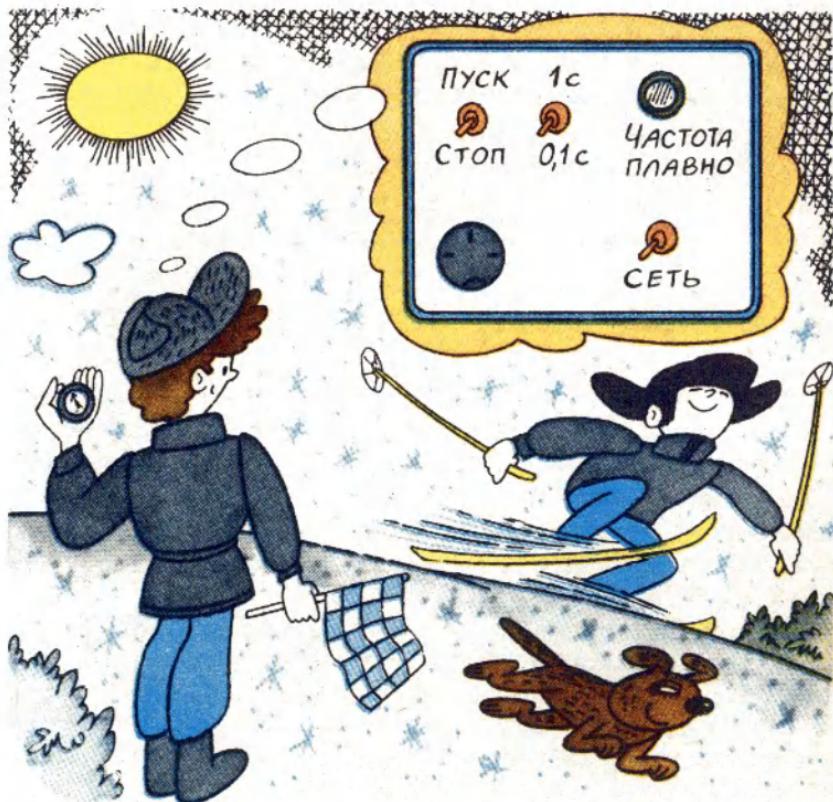
Принципиальная схема приставки-секундомера приведена на рисунке. Она представляет собой мультивибратор на двух элементах микросхемы DD1, выходной сигнал которого усиливается транзистором VT1. С подобным мультивибратором мы уже встречались ранее.

52Ø GO TO 35Ø

В коллекторную цепь транзистора VT1 включено реле K1, контакты которого через разъем подключаются к выводам «+» и «общий» МК. После включения электро-

питания и нажатия на кнопку-выключатель ПУСК мультивибратор начинает формировать импульсы, частота которых зависит от емкости конденсаторов С1 и С2 и сопротивления резисторов R1 и R2. При подключении в цепь конденсатора С2 (так, как это показано в исходный момент на принципиальной схеме) длительность импульсов будет примерно 0,1 секунды; при замыкании контактов выключателя SA2 (включены оба конденсатора) длительность импульса становится равной примерно 1 секунде.

Предварительная подготовка МК сводится к набору числа 0,1 или 1 на клавиатуре в зависимости от длительности импульса. После этого в нужный момент выключателем SA1 ПУСК запускается мультивибратор, причем первое замыкание контактов реле K1.1 не приведет к изменению показаний МК, а последующие будут увеличивать его на 0,1 или 1.



Приставка не требует наладки и, если все электро-монтажные соединения выполнены верно, работает сразу же после включения в сеть. В некоторых случаях требуется подбор сопротивления резистора R3 до уверенного открывания и закрывания транзистора VT1. Регулировка длительности импульса, формируемого мультивибратором, осуществляется «грубо» выключателем SA2 и «плавно» — переменным резистором R1. Если с помощью регулировки не удается точно подобрать период колебаний генератора (0,1 или 1 с) или нет в наличии радиодеталей указанных номиналов, можно поступить следующим образом. С помощью механического или электронного секундомера определяют период колебаний приставки-генератора (например, он оказался 1,18 с). Затем при измерении времени с помощью МК на его индикатор вводится истинный период колебаний генератора — в нашем примере 1,18 с. Каждое срабатывание реле K1 будет увеличивать показания индикатора на величину 1,18.

В приставке-секундомере применены следующие детали: интегральная схема DD1—K155ЛА3; реле K1 — РЭС9 (PC4.524.214); транзистор VT1—П213—П214 с любым буквенным индексом; конденсаторы C1 и C2 — типа К50-6; выключатели SA1—SA2, SQ1—TB2-1. Блок питания аналогичен описанному ранее.

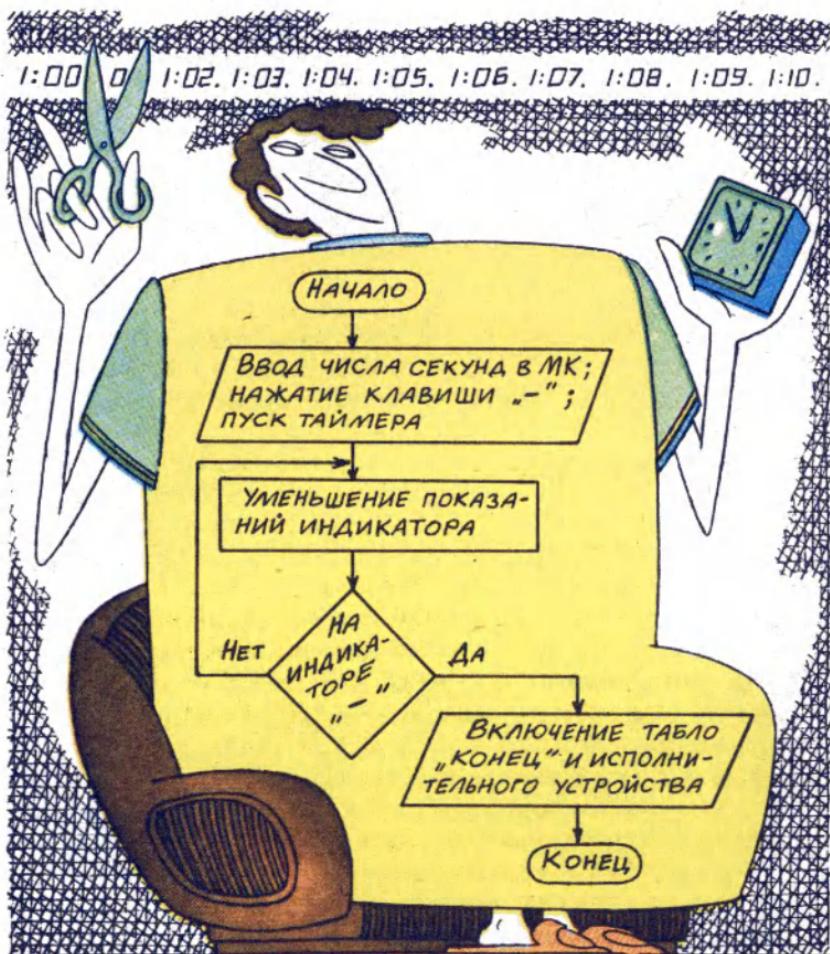
### 53 Ø GO TO 365

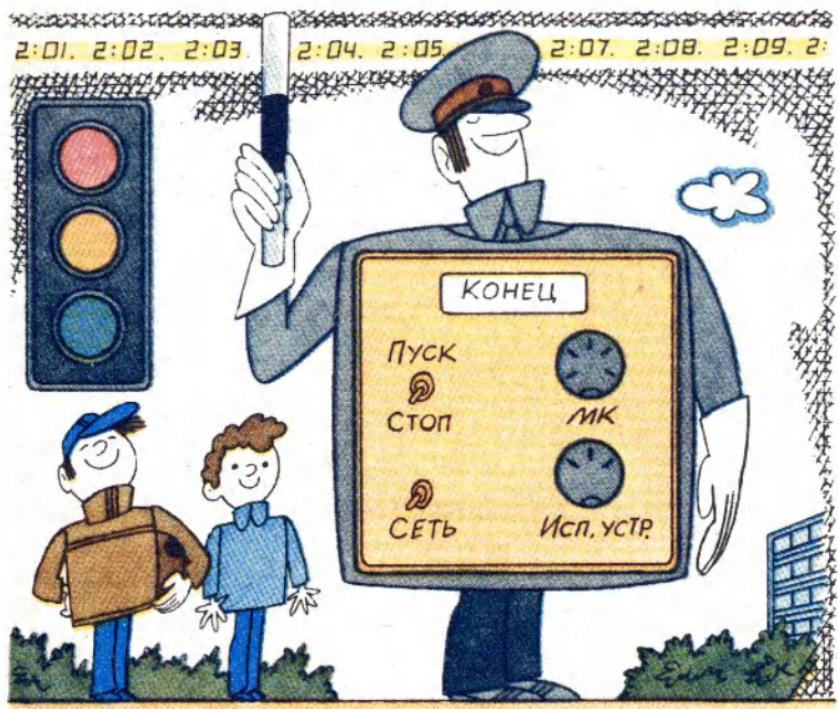
Приставка монтируется в небольшом корпусе, лицевая панель которого приведена на рисунке. На лицевой панели расположены выключатель СЕТЬ, пусковой выключатель ПУСК, выключатель установки частоты колебаний генератора (0,1—1), регулировочная ручка ЧАСТОТА ПЛАВНО и разъем для подключения к микрокалькулятору.

Такой микрокалькулятор-секундомер можно применить в игровых автоматах, где требуется измерение времени («Внимание и сосредоточенность», «Игровой тренажер» и др.), и во всех других игровых состязаниях, где время является одним из условий выполнения игрового задания.

## Приставка-таймер

Таймером называется устройство, которое отсчитывает заранее заданный промежуток времени. Для использования МК в качестве таймера достаточно подключить контакты реле K1.1 (см. принципиальную электрическую схему приставки-секундометра) к выводам «—» и «общий» микрокалькулятора. После этого на клавиатуре МК набирается следующая последовательность чисел и команд: число секунд, которое необходимо задать; команда «—»; число 0,1 или 1 (в зависимости от периода колебаний мультивибратора). При включении выключателя SA1 ПУСК при каждом замыкании контактов





**К1.1** число, набранное на индикаторе, будет уменьшаться на 0,1 или 1. Появление на индикаторе цифры 0 сигнализирует об истечении заданного промежутка времени.

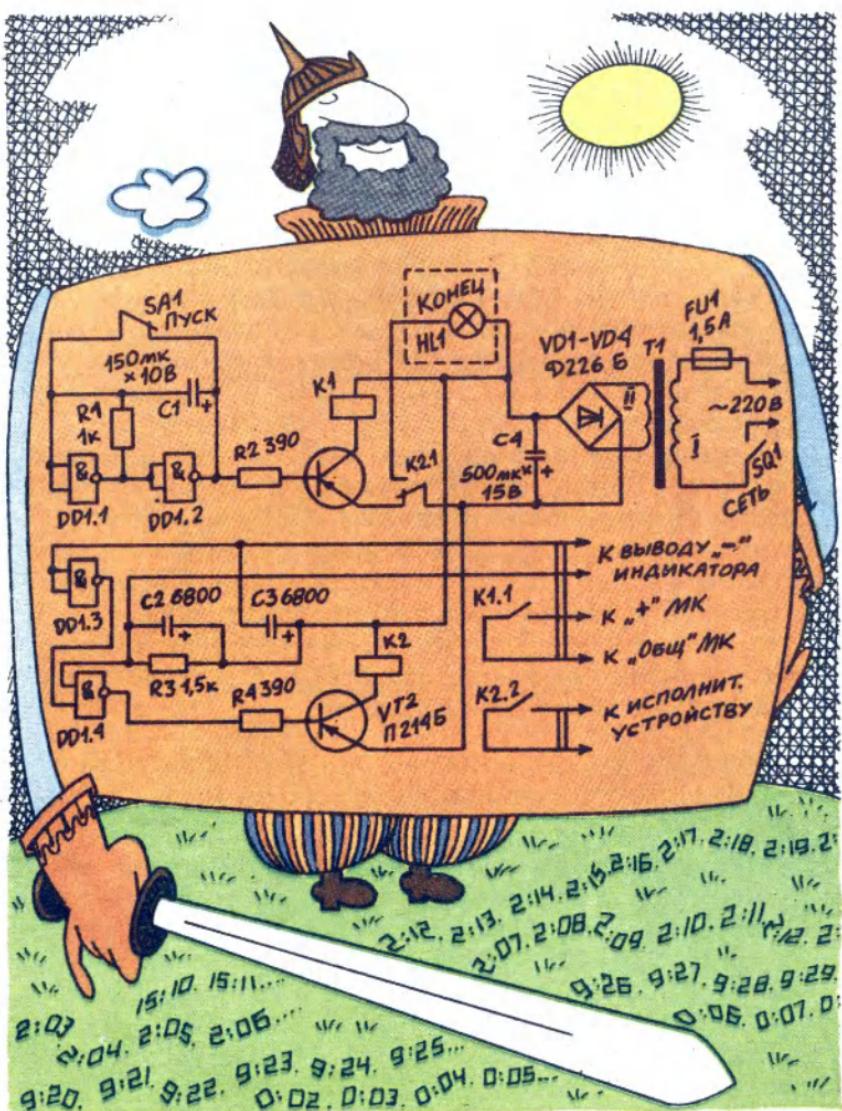
Описанный вариант таймера хотя и достаточно прост технически, но имеет один существенный недостаток. При его использовании необходимо следить за индикатором МК и визуально устанавливать окончание заданного промежутка времени. Второй вариант приставки-таймера автоматически дает сигнал об окончании заданного промежутка времени. Блок-схема алгоритма его работы приведена на рисунке.

После введения заданного числа секунд на индикатор, нажатия клавиши «—» и ввода числа 1 на клавиатуре МК и пуска таймера выключателем ПУСК на индикаторе начинает уменьшаться число секунд. Приставка-таймер проверяет условие появления на индикаторе знака «—», что будет сигнализировать об истечении заданного числа секунд. Если знак «—» появится на индикаторе (на блок-схеме это обозначено, как «ДА»), то

автоматически включается световое табло КОНЕЦ и исполнительное устройство. В качестве исполнительного устройства может быть применен электрический звонок, электрическая лампа большой мощности и др.

Если же условие не выполняется («НЕТ»), то автомат-таймер продолжает работать, и показания индикатора продолжают уменьшаться.

Лицевая панель приставки-таймера показана на



рисунке. На этой панели находится световое табло КОНЕЦ, выключатель СЕТЬ, выключатель ПУСК — СТОП, два разъема: один — для подключения к микрокалькулятору, другой — для внешнего исполнительного устройства.

Принципиальная электрическая схема таймера приведена на рисунке 5.10. После включения сетевого питания выключателем SA1 ПУСК запускается генератор-мультивибратор на элементах DD1.1 и DD1.2. Контакты реле K1.1, подключенные к контактам клавиши «—» МК через разъем X1, периодически замыкаются и уменьшают показания индикатора микрокалькулятора. Как только на индикаторе МК появится знак «—» (это означает, что заданное количество секунд истекло), на входы элемента DD1.3 поступает уровень логического 0, а на один из входов элемента DD1.4 — уровень логической 1. При подаче на оба входа элемента DD1.3 уровня логического 0 на выходе этого элемента установится уровень логической 1. Поскольку выход DD1.3 соединен с одним из входов DD1.4 и на оба входа DD1.4 подается уровень логической 1, на выходе этого элемента установится уровень логического 0. При этом транзистор VT2 открывается и реле K1, включенное в коллекторную цепь, срабатывает. Контакты K2.1 отключают питание мультивибратора на элементах DD1.1 и DD1.2 и включают лампу HL1, подсвечивающую световое табло КОНЕЦ. Одновременно контакты K2.2 замыкают цепь питания внешнего исполнительного устройства, в качестве которого, как мы уже говорили, может быть применен электрический звонок, электролампа и др.

После кратковременного отключения сетевого питания и установки выключателя ПУСК в исходное положение таймер снова готов к работе.

## 54 Ø REM НАСТРОЙКА ТАЙМЕРА

Наладку таймера проводят следующим образом. Вначале, подбирая значения сопротивления резистора R1 и емкости конденсатора C1, необходимо установить период колебаний мультивибратора, равный 1 секунде. Затем устанавливают на индикаторе МК число —1 и подбором значения сопротивления резистора R4 добиваются уверенного срабатывания реле K2. Естественно, что при

этом микрокалькулятор должен быть подключен к приставке.

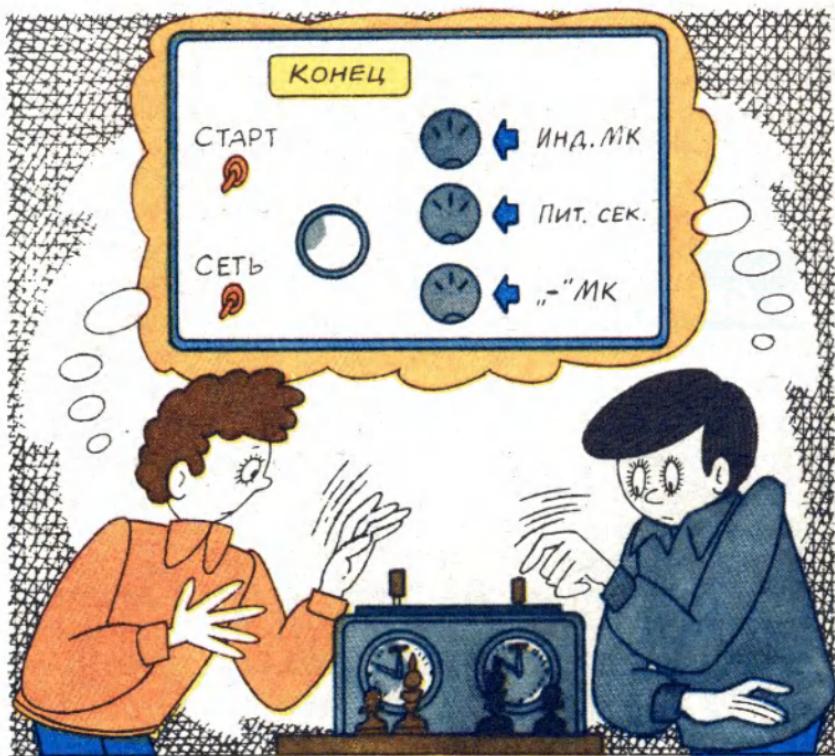
В приставке-таймере применены следующие детали: интегральная схема DD1 — К155ЛА3; реле K1 и K2 — РЭС9 (паспорт РС4.524.214); выключатели SA1 и SQ1 — ТС-1; лампа HL1 — ЛН 3,5 В × 0,28 А. Блок питания аналогичен описанному ранее.

## 55Ø GO TO 365

Данный таймер можно с успехом использовать в описанных в предыдущих главах игровых автоматах, особенно там, где игровая ситуация требует задания определенного отрезка времени.

### ИГРОВОЙ АВТОМАТ-ПРИСТАВКА «КТО БЫСТРЕЕ?»

В игре под названием «Кто быстрее?» игроку необходимо как можно быстрее нажать на кнопку заранее заданное число раз. Играют несколько человек, и тот, кто



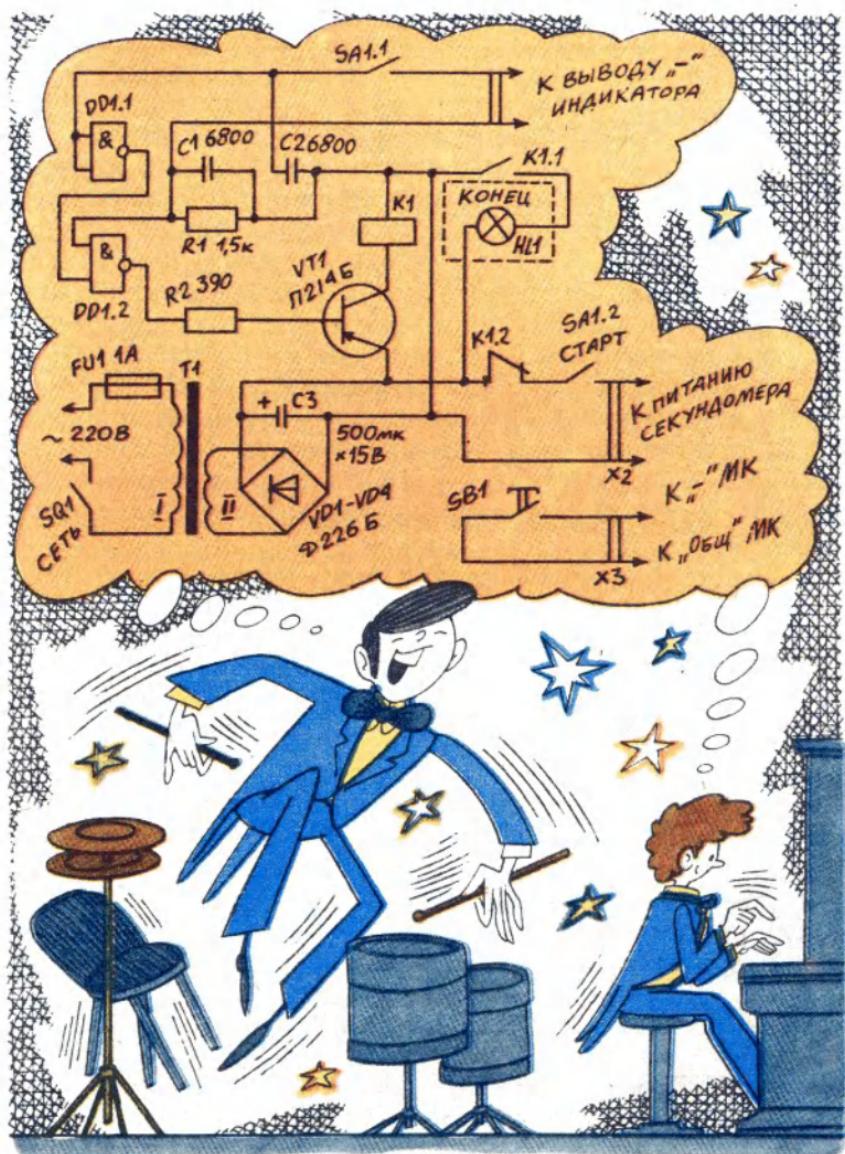


быстрее всех «отожмет» заданное число нажатий на кнопку, является победителем. Блок-схема алгоритма работы данного игрового автомата представлена на рисунке. После ввода определенного числа в МК (напоминаем, что это число является количественным заданием для игрока), нажатия клавиш «—», «1» и включения кнопки СТАРТ игрок должен нажимать на кнопку, и при этом показания индикатора будут с каждым нажатием уменьшаться на единицу. Автомат проверяет условие — «Есть ли на индикаторе МК знак «—». Если есть, то загорается световое табло КОНЕЦ и отключается питание секундомера, фиксирующего время выполнения игрового задания. Если же знака «—» нет, то автомат продолжает работать, при этом показания индикатора продолжают уменьшаться.

Внешний вид лицевой панели игрового автомата-приставки показан на рисунке 5.12. На нем имеется световое табло КОНЕЦ, сетевой выключатель, выключатель СТАРТ, кнопка, разъем подключения к знаку «—» индикатора МК, разъем подключения к контактам кла-

виши  $\leftrightarrow$  МК, разъем подключения электропитания секундометра.

Принципиальная электрическая схема игровой приставки приведена на рисунке. Вглядевшись внимательно в эту схему, мы найдем в ней блок таймера. Входные цепи таймера через разъем X1 подключаются к выводам знака  $\leftrightarrow$  индикатора. Кнопка SB1, на которую дол-



жен нажимать игрок, через разъем X3 подключается к контактам клавиши «—» клавиатуры МК. Через разъем X2 подается электропитание на секундомер, отсчитывающий время игры.

После включения выключателем SQ1 сетевого питания необходимо набрать на клавиатуре МК число, соответствующее задаваемому числу нажатий игрока на кнопку SB1. Затем на клавиатуре набирается знак «—», число «1», и игровой автомат, состоящий из приставки и микрокалькулятора, готов к началу партии игры. Включение выключателя SA1 СТАРТ является сигналом к началу игры. Контакты SA1.1 замыкают цепь, соединяющую «—» индикатора МК и регистрирующий блок игрового автомата; контакты SA1.2 замыкают цепь питания секундомера. Игрок начинает нажимать на кнопку SB1, и показания индикатора начинают уменьшаться на единицу при каждом нажатии. Как только заданное число нажатий будет сделано, на индикаторе МК появится знак минус и электрический сигнал через разъем X1 поступит на входы элементов DD1.1, DD1.2. При этом транзистор VT1 открывается, реле K1 срабатывает; контакты K1.1 замыкаются и загорается лампа HL1, подсвечивающая световое табло КОНЕЦ. Одновременно контакты K1.2 размыкают цепь питания секундомера, который фиксирует время выполнения игрового задания.

Для начала новой партии игры необходимо отключить сетевое питание, произвести ранее описанные операции с клавиатурой МК и снова включить сетевое питание. В качестве секундомера можно применить приставку-секундомер с другим микрокалькулятором или счетчик времени, описанный ранее.

## 56Ø GO TO 36Ø

Процедура налаживания этой игровой приставки аналогична налаживанию приставки-таймера.

## 57Ø GO TO 54Ø

В автомате использованы следующие детали: интегральная схема DD1 — К155ЛА3; реле K1 — РЭС9 (паспорт РС4.524.214); выключатель SQ1 — ТС-1; вы-

ключатель SA1 — ТП1—2; кнопка SB1 — K1 (можно применить любую другую с одной парой нормально разомкнутых контактов). Блок питания аналогичен примененному в игровом автомате «Внимание и сосредоточенность».

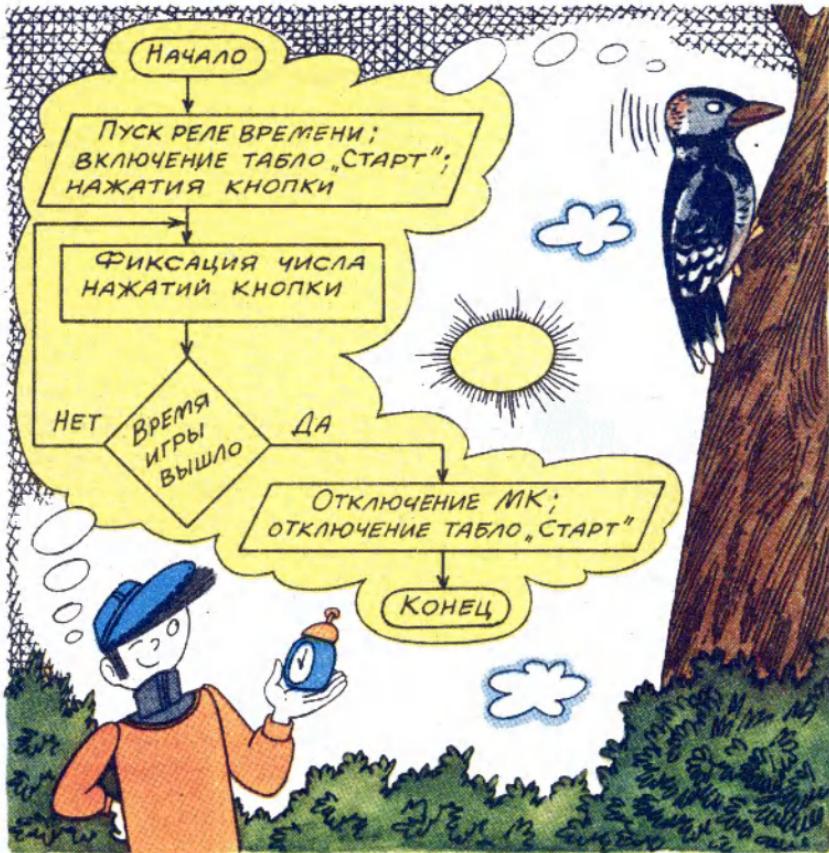
## 58 Ø GO TO 365

Если юные читатели внимательно проанализировали принципиальную схему, то они могли обратить внимание на следующее обстоятельство. Еще до включения выключателя СТАРТ нетерпеливый или не очень корректный в соблюдении правил игры игрок может начать нажимать на кнопку SB1, уменьшая показания индикатора МК. Соответственно время, затраченное на выполнение задания, будет оценено неправильно. Чтобы избежать этого, можно последовательно с контактами кнопки SB1 включить нормально разомкнутые контакты выключателя СТАРТ. Таким образом, игрок не сможет изменить показания индикатора (начать игру) до того, как будет включен выключатель СТАРТ и секундомер начнет отсчет времени. Следует иметь в виду, что описанная модернизация игрового автомата потребует использования другого типа выключателя СТАРТ (необходимо применить выключатель типа П2К).

### ИГРОВОЙ АВТОМАТ-ПРИСТАВКА «КТО БОЛЬШЕ?»

Суть игры заключается в следующем: начав по сигналу нажимать на кнопку как можно быстрее, игрок должен сделать как можно больше нажатий за определенное, заранее заданное время (например, за 1 минуту). После истечения заданного времени электрические цепи автомата отключаются и игра заканчивается.

Блок-схема алгоритма работы игрового автомата «Кто больше?» приведена на рисунке. После пуска реле времени и включения табло СТАРТ игрок с максимальной доступной ему частотой нажимает на кнопку. При этом на индикаторе МК происходит фиксация числа нажатий кнопки. Если заданное время игры не вышло, игрок продолжает нажимать на кнопку, и увеличение показаний индикатора МК продолжается. Если же время игры вышло, то размыкается цепь связи автомата-



приставки с МК, отключается табло СТАРТ, игра заканчивается. Дальнейшие нажатия игроком кнопки ни к чему не приводят.

Внешний вид лицевой панели игровой приставки показан на рисунке. На ней расположено световое табло СТАРТ, выключатель-кнопка СТАРТ, сетевой выключатель, ручка установки времени игры ВРЕМЯ, кнопка, разъем связи с микрокалькулятором.

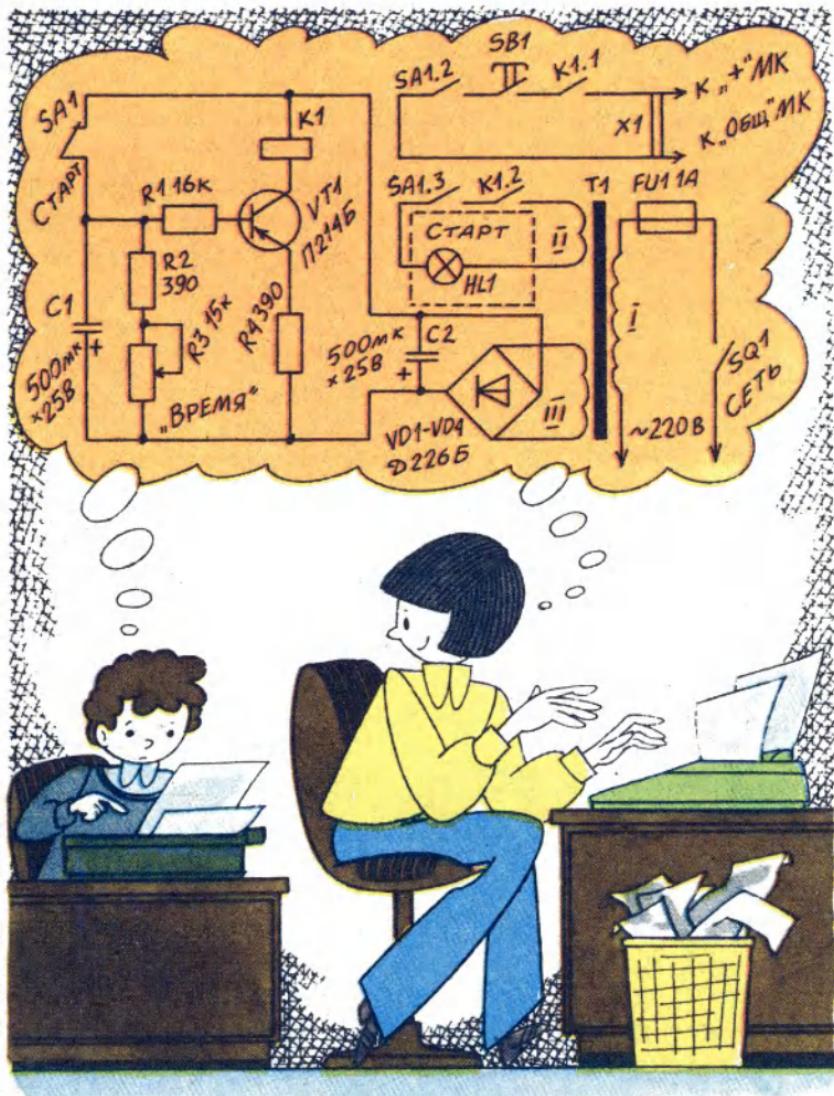
Принципиальная электрическая схема приставки представлена на рисунке. После включения сетевого питания выключателем SQ1 отрицательный потенциал от выпрямителя через замкнутые контакты SA1.1 и резистор R1 поступает на базу транзистора VT1. При этом транзистор VT1 открывается и реле K1, включенное в его коллекторную цепь, срабатывает. Одновременно происходит зарядка конденсатора C1.

После переключения выключателя SA1 СТАРТ на лицевой панели (оно производится нажатием на кнопку этого выключателя, которая фиксируется в нажатом положении) замыкаются контакты SA1.3 и загорается лампа HL1, подсвечивающая табло СТАРТ (контакты K1.2 сработавшего реле K1 замкнуты). Одновременно замыкаются контакты SA1.2, включенные последовательно с контактами кнопки SB1, которую должен нажимать игрок. Отметим, что контакты K1.1 замкнуты.

Игрок по сигналу табло СТАРТ начинает нажимать на кнопку; показания заранее подготовленного индикатора МК начинают увеличиваться с каждым нажатием. Напоминаем, что, как и в предыдущих автоматах, необходимо набрать на клавиатуре микрокалькулятора цифру 1.

Часть конструкции, выполненная на основе транзистора VT1, носит название реле времени, которое работает следующим образом.





## 585 REM РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Как только размыкаются контакты SA1.1 (в это время игрок начинает нажимать на кнопку), конденсатор C1 начинает разряжаться по следующим двум цепям: резисторы R2 и R3; резистор R1, переход «база — эмиттер» транзистора VT1, резистор R4. Через некоторое время напряжение на обклад-

ках конденсатора снизится настолько, что отрицательный потенциал на базе транзистора не сможет удерживать его в открытом состоянии. Транзистор VT1 закроется, и реле K1 отключится. Разомкнувшись контакты K1.2 отключат питание лампы HL1, подсвечивающей табло СТАРТ, что будет служить для игрока сигналом о прекращении данной партии игры. Кроме того, разомкнувшись контакты K1.1 разорвут цепь связи приставки с микрокалькулятором. Если даже игрок не заметит в азарте игры отключения табло СТАРТ или не пожелает закончить игру, никаких изменений на индикаторе МК, несмотря на все его усилия, не произойдет.

Для того чтобы начать новую партию игры, необходимо отключить питание автомата, вернуть выключатель SA1 в первоначальное положение и снова включить сетевое питание. Регулировка времени игры производится переменным резистором R3. Действительно, если сопротивление цепи, по которой разряжается конденсатор, сделать максимальным (оно будет равно сумме сопротивлений резисторов R2 и R3), время игры будет максимальным — конденсатор будет разряжаться медленно. Если же перевести движок переменного резистора R3 в положение минимального сопротивления, то и время разряда конденсатора будет минимальным.

Ручка переменного резистора выведена на лицевую панель автомата, и с ее помощью можно устанавливать время игры. Представляется целесообразным провести градуировку шкалы переменного резистора на лицевой панели автомата. Для этого нужно устанавливать ручку в разные положения и с помощью механического или электронного секундомера определить и нанести на шкалу значения времени, соответствующие данному положению ручки ВРЕМЯ.

Если все электромонтажные соединения выполнены правильно, автомат-приставка не нуждается в наладке и работает сразу же после включения в сеть.

В автомате применены следующие детали: выключатель SA1 — П2К; выключатель SQ1 — ТС-1; лампа HL1 — ЛН 3,5 В × 0,28 А; реле K1 — РЭС9 (паспорт РС4.524.214); кнопка SB1 — К1. Сетевой трансформатор набран из пластин Ш32, пакет толщиной 30 мм. Обмотка I содержит 2750 витков провода ПЭЛ 0,15,

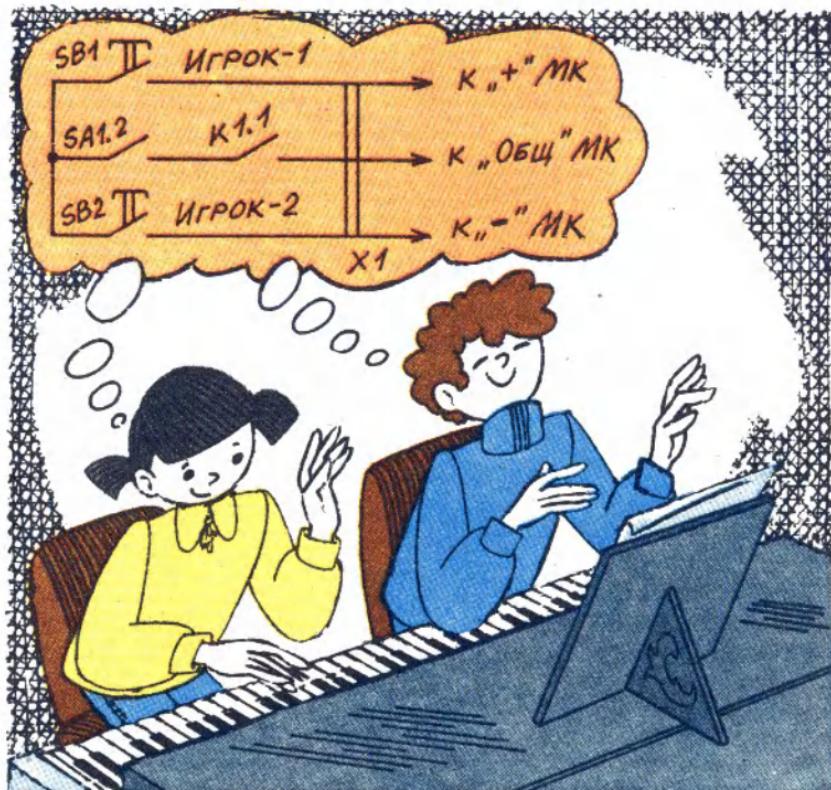
обмотка II — 44 витка провода ПЭЛ 0,51; обмотка III — 300 витков провода ПЭЛ 0,35.

Описанный автомат-приставка предполагает, что в отдельной партии игры принимает участие один игрок, а сравнение результатов игры двух и более игроков может проводиться в нескольких партиях по количеству нажатий на кнопку, которые отмечаются на индикаторе МК. После незначительной доработки игрового автомата «Кто больше?» игру можно будет вести одновременно двум игрокам. Принципиальная электрическая схема изменений, вносимых в игровой автомат, показана на рисунке.

Конструкция приставки остается без изменений, кроме той части, которая связана с микрокалькулятором. На рисунке показаны две кнопки: SB1 — для первого игрока и SB2 — для второго игрока. По команде табло СТАРТ оба игрока начинают нажимать на кнопки, которые связаны с контактами клавишей плюс и минус МК. При этом показания индикатора МК будут непрерывно изменяться (нажатие на клавишу «+» увеличивает, а нажатие на клавишу «—» уменьшает показания индикатора).

Предварительно на индикаторе МК необходимо набрать какое-либо число, например 20. Если по истечении времени игры и отключения (как и в первом варианте игрового автомата-приставки) цепи, связанной с МК, на индикаторе будет число, большее 20, победа принадлежит первому игроку. В противном случае партию игры выиграл второй игрок. Ничья в партии игры будет тогда, когда на индикаторе останется первоначально набранное число.

Используя второй вариант игры «Кто больше?», нужно иметь в виду, что одновременное нажатие на кнопки, связанные с контактами клавиш «+» и «—», или нажатие со сдвигом во времени не более 40 мс приводит к невыполнению команд нажатия. Ни та, ни другая команда не выполняется, и показания индикатора остаются прежними. Таким образом, показания индикатора (и исход партии игры) будут зависеть не только от скорости нажатия игроков на кнопки, но и от удачного совпадения во времени этих нажатий. Безусловно, это вносит дополнительный элемент сложности в выполнение игрового задания и делает игру еще более интересной.

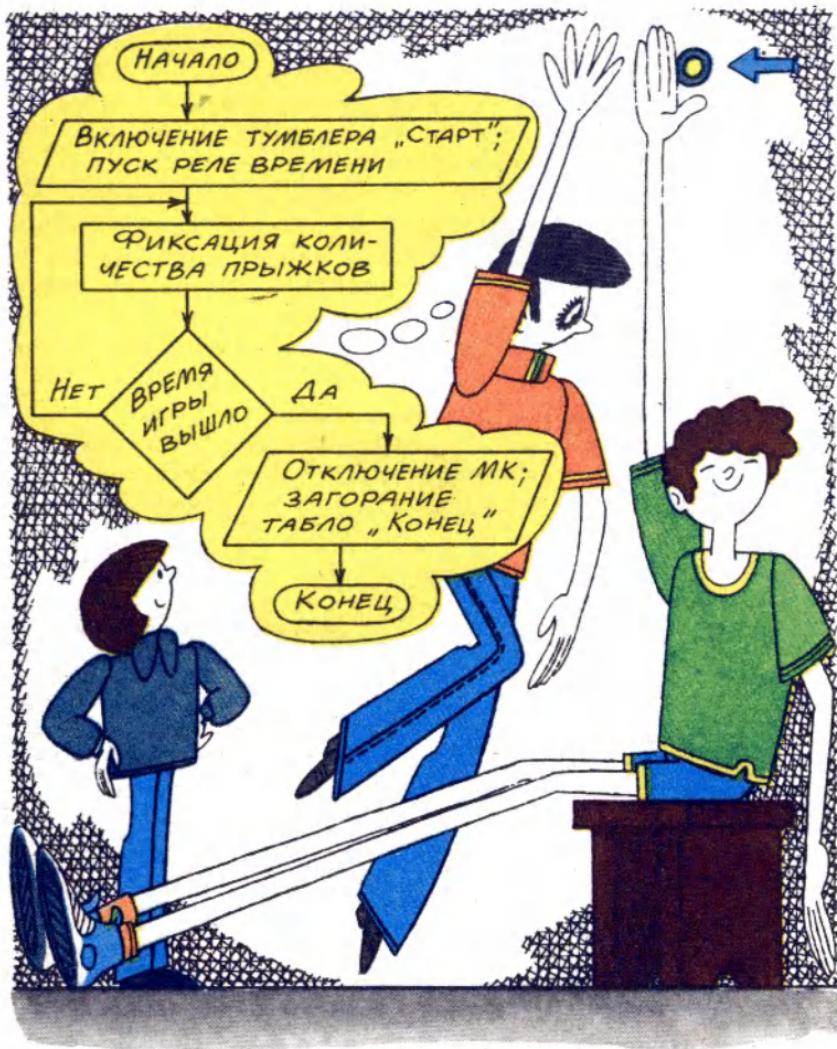


### ИГРОВОЙ АВТОМАТ-ПРИСТАВКА «СДЕЛАЙ БОЛЬШЕ ПРЫЖКОВ»

Суть игры заключается в следующем: на некоторой высоте устанавливается небольшая панель с одним отверстием. Игрок-спортсмен должен в течение заданного отрезка времени сделать как можно больше прыжков, закрывая в каждом из них рукой отверстие на панели.

Блок-схема алгоритма работы этого автомата приведена на рисунке. После включения выключателя СТАРТ и пуска реле времени игрок начинает прыгать, закрывая в прыжке отверстие на панели. При этом микрокалькулятор фиксирует число выполненных прыжков. Еще раз напоминаем, что прыжок тогда будет «засчитан» автоматом, когда рукой будет надежно перекрыто отверстие в панели.

На каждом этапе игры автомат непрерывно проверяет условие «Время игры вышло?». Если время иг-



ры исчерпано, то загорается табло КОНЕЦ и отключается цепь связи автомата с микрокалькулятором. Если же время игры не вышло, продолжается фиксация на индикаторе МК количества выполненных прыжков.

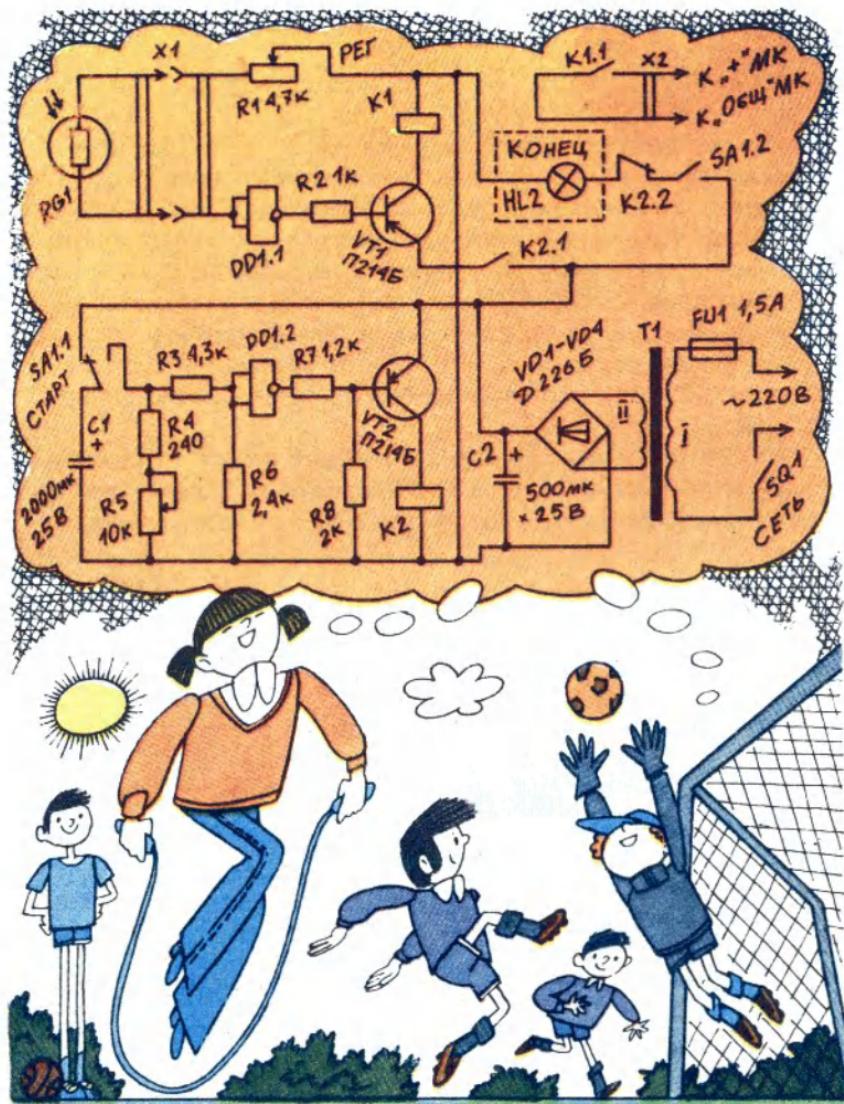
Лицевая панель автомата представлена на рисунке. На ней имеется световое табло КОНЕЦ, сетевой выключатель, ручка регулировки времени игры ВРЕМЯ, выключатель СТАРТ, ручка регулировки чувствительности фоторезистора РЕГ, разъем связи с микрокалькуля-

тором, разъем связи с панелью, которая устанавливается на высоте прыжка.

Принципиальная электрическая схема игрового автомата-приставки показана на рисунке. В качестве элемента, регистрирующего закрывание в прыжке отверстия на панели, используется фоторезистор RG1. В исходном состоянии, когда отверстие с установленным фоторезистором не закрыто, на него падает свет и сопротивление фоторезистора является небольшим. При этом уровень логического 0 поступает от выпрямителя через регулировочный резистор R1 и фоторезистор RG1 на соединенные между собой входы элемента DD1.1. На выходе DD1.1 устанавливается уровень логической 1; транзистор VT1 открыт.

Когда в прыжке игрок закрывает рукой отверстие и прерывает доступ света к фоторезистору, сопротивление фоторезистора резко возрастает (до десятков килоом).





При этом на входах элемента  $\text{DD1.1}$  появляется уровень логической 1, а на выходе — уровень логического 0. Транзистор  $\text{VT1}$  при этом открывается и реле  $\text{K} \text{1}$  срабатывает. Контакты  $\text{K} \text{1.1}$  замыкаются, и показания индикатора МК, к контактам клавиши «+» которого подключена приставка, увеличиваются на единицу. Таким образом, игровой автомат обеспечивает подсчет количества прыжков, выполненных игроком.

Время, в течение которого игрок прыгает, задается реле времени, выполненным на элементе DD1.2 и транзисторе VT2. После включения выключателем SQ1 сетевого питания через замкнутые контакты SA1.1 заряжается конденсатор C1. При включении выключателя СТАРТ контакты SA1.2 переключаются и на входы элемента DD1.2 подается уровень логической 1. На выходе DD1.2 устанавливается уровень логического 0, транзистор VT2 открывается, и реле K1 срабатывает. Контакты K2.1 замыкают цепь питания транзистора VT1 — игру можно начинать.

Через некоторое время, в течение которого конденсатор C1 разрядится через резисторы R4, R5 и R3, R6, на выходе элемента DD1.2 установится высокий уровень напряжения и транзистор VT2 закроется. Реле K1 отключится, и замкнувшиеся контакты K2.2 включат лампочку HL1, подсвечивающую световое табло КОНЕЦ. Одновременно контакты K2.1 отключат узел регистрации прыжков — на этом партия игры закончена.

Для начала следующей партии игры необходимо отключить сетевое питание, вернуть в исходное положение выключатель СТАРТ, сбросить показания индикатора МК, установить на индикаторе МК цифру 1 и снова включить сетевое питание.

Перед началом игры необходимо с помощью регулировочного резистора R1 РЕГ добиться уверенного срабатывания реле K1 при кратковременном закрывании отверстия с фоторезистором. Для удобства пользования ручкой установки времени игры необходимо проградуировать шкалу времени аналогично тому, как это делалось в предыдущем игровом автомате.

Автомат не требует наладки и работает сразу же после включения в сеть.

В автомате-приставке используются следующие детали: интегральная схема DD1 — К155ЛА3; фоторезистор RG1 — ФСК-1; выключатель SQ1 — типа ТС-1; выключатель SA2 — ТП1-2; лампа HL1 — ЛН 3,5 В × × 0,28 А. Блок питания аналогичен описанному ранее.

## 595 РЕМ ЛИТЕРАТУРА

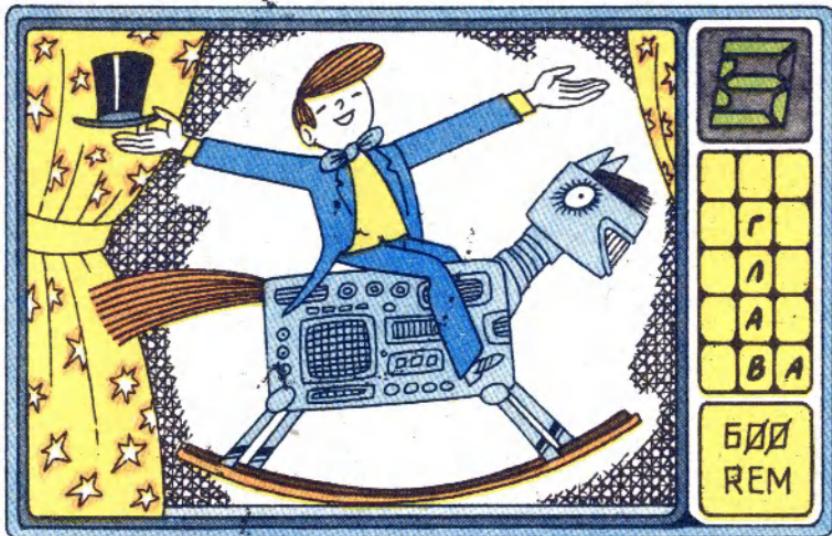
Игошев Б. Что может микрокалькулятор? — Уральский следопыт, 1986, № 1.

Кибернетика. Микрокалькуляторы в играх и задачах.— М.: Наука, 1986.

Лодатко Е. Школьнику о вычислениях с микрокалькулятором.— М.: Просвещение, 1985.

Тищенко В. Новые «профессии» микрокалькулятора БЗ-23.— Радио, 1985, № 6.

Чакань А. Что умеет карманная ЭВМ.— М.: Мир, 1982.



## СДЕЛАЛИ САМИ — СЫГРАЕМ С ДРУЗЬЯМИ

Прочитаны страницы книги, которые ввели вас в удивительный мир вычислительной техники. Надеемся, что вам удалось по предлагаемым описаниям изготовить игрушки-автоматы. Как распорядиться этими самодельными устройствами?

Конечно, можно поиграть дома с сестренкой или братишкой, пригласить друзей и устроить веселое состязание, поупражняться в быстроте, ловкости, сообразительности.

Игрушки-автоматы — хорошее пополнение и для школьной игротеки. Конечно, электронные игры пока редкость в школе, поэтому игровую комнату необходимо предварительно оформить. Специальный выпуск стенгазеты пусть расскажет об истории создания технической игрушки. Тут же можно поместить кроссворды, ребусы, викторины... А стены игротеки украсить занимательными рисунками, иллюстрирующими правила работы игровых автоматов.

В такой игротеке обязательно должен быть актив

ребят, которые хорошо разбираются в технике, изучили работу всех самодельных систем и игровых устройств, которые в случае необходимости смогут устраниТЬ все неисправности.

Во время школьных вечеров и праздников, в дни школьных каникул игровые автоматы можно выставлять в коридорах, в спортивном и актовом залах. Главное, вовлечь в электронные игры как можно больше ребят. Для этого хороши массовые игры: конкурсы, состязания, электронные КВН...

Предлагаем вам сценарий электронной игры.

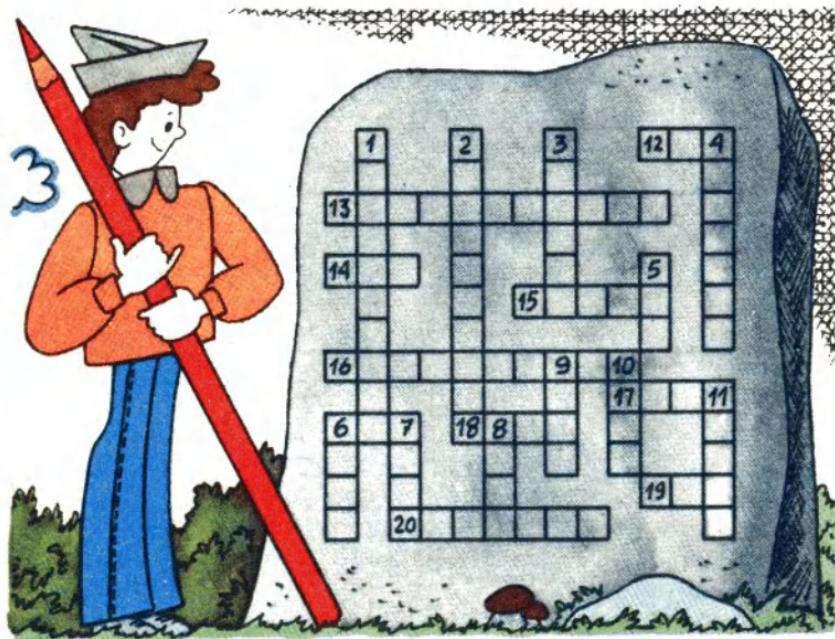
## ЭЛЕКТРОННЫЙ КВН

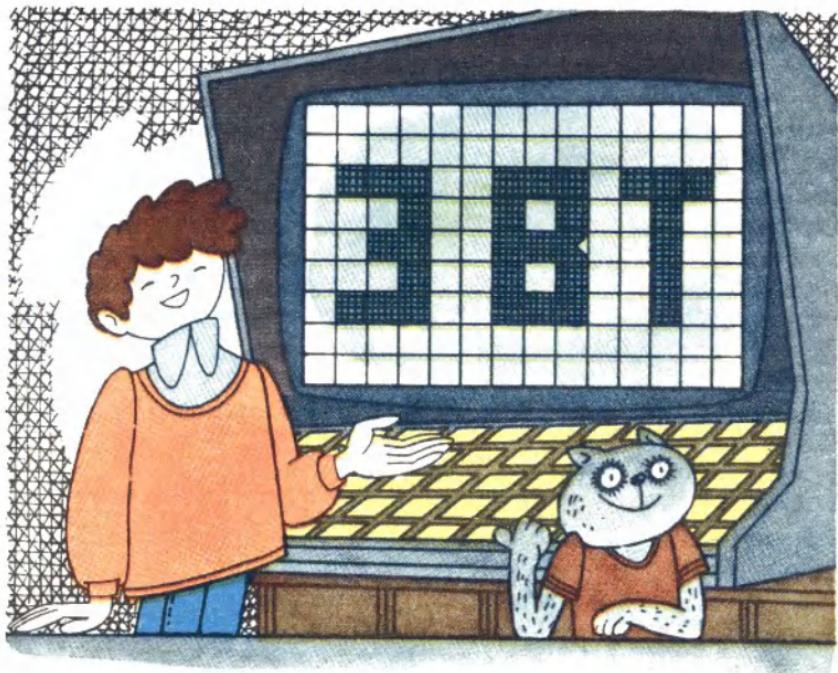
### Соревнования знатоков ЭВТ и ЭВМ

У входа в зрительный зал висит объявление:

Внимание! Внимание!

25 октября в 14.00 межпланетные корабли «Компьютроны» совершают беспосадочный полет к неизведанной планете Аутоматос.





В пути космонавтов ожидает встреча с ужасным Файлосаном, плен Двоичного Дерева, метеорное Болото Ошибок...

Торопитесь посмотреть захватывающий поединок между отважными экипажами и железными силами Техники!

Место и время встречи изменить нельзя.

Информатик

В назначенное время зрительный зал заполняется пионерами. Стены помещения украшены плакатами с изречениями известных ученых, их портретами, пословицами и поговорками: «У умной головы сто рук»; «Знание дороже денег, острее сабли, сильнее пушки»; «В конечном счете рано или поздно появится такой робот, интеллект которого будет сравним с интеллектом среднего человека» (В. М. Глушков); «Чтобы удивиться, достаточно одной минуты, чтобы сделать удивительное, нужны многие годы» (К. Гельвеций). Пионеры толпятся у стенгазет, в которых рассказывается о занимательной истории автоматов, помещены ребусы, кроссворды, загадки.



Звучит песня «До чего дошел прогресс» (муз. Е. Крылатова, сл. Ю. Энтина), ребята рассаживаются по местам и успокаиваются. Открывается занавес, в зале гаснет свет. Сцена освещается вспышками лампочек. На сцене появляются школьники в костюмах роботов. Они исполняют танец, используя популярные элементы брейк-данса в стиле «робот» и «электрик-буги».

Заканчивается танец. Роботы уходят за кулисы. Загорается свет. С двух сторон сцены появляются У м е й - к и н и И н ф о р м а т и к. Умейкин одет в комбинезон, из нагрудного кармана видны пробник и провода. На Информатике — накидка с карманами, в которые вложены перфокарты; на накидке наклеены перфоленты.

У м е й к и н. Здравствуйте, уважаемые гости! Мы рады приветствовать всех, кто пришел сегодня принять участие в увлекательной игре-состязании КВН.

И н ф о р м а т и к. КВН поручено вести нам: Умейкину (*делает жест рукой в его сторону*). Это он вместе с ребятами изготовил электронные игровые автоматы, которые стоят на сцене и в зале.

У м е й к и н . Моим партнером будет Информатик. Его карманы набиты перфокартами (*Информатик до-стает одну и показывает ее болельщикам*), в них можно найти любую информацию об ЭВТ и ЭВМ.

(Звучит музыка песни «Компьютер» (муз. И. Морозова). На сцену под аплодисменты болельщиков с эмблемами выходят соревнующиеся команды в составе 10 человек и пятеро членов жюри. Команды выстраиваются посредине, а члены жюри садятся на стулья, которые расположены у края сцены.)

И н ф о р м а т и к . В КВН принимают участие команды 7-го А (команда делает шаг вперед, ее приветствуют болельщики) и 7-го Б классов (ребята делают шаг вперед



*под аплодисменты болельщиков*) — экипажи космических кораблей: «КОМПЬЮТРОН-1» и «КОМПЬЮТРОН-2», которые отправятся в длительное космическое путешествие. За 3600 секунд корабли должны достичь неизведанной планеты Аутоматос.

У м е й к и н. Представляю Центр наблюдения за полетом (*показывает рукой в сторону жюри*), которые четко будут следить за маршрутами кораблей и оценивать каждый их шаг. Чей путь точнее, глаз зорче, ум быстрее, определят Володя и Лена, которые вооружены микроКалькуляторами.

И н ф о р м а т и к. Первый конкурс — настройка приборов кораблей к полету. Прошу команды начать соревнование.

(Каждая команда настраивает игру на веселый лад, в юмористической форме представляют название команды и девиз ее, приветствуют соперников, жюри, болельщиков.)

У м е й к и н. Пока жюри думает над оценками, а команды осваивают «КОМПЬЮТРОНЫ», объявляем конкурс болельщиков. Информатик, покажи, пожалуйста, ребятам картину. Вопрос — что бы это значило? Ответ на него все желающие посыпают в Центр наблюдения в течение всей игры. Не забудьте только подписать, за чью команду вы болеете. Непременное условие названия картины — краткость, оригинальность и юмор. В конце игры мы огласим самое остроумное название.

И н ф о р м а т и к. Команды к путешествию готовы?

К о м а н д ы. Готовы!

У м е й к и н. А есть ли у вас умелые и находчивые капитаны, которые поведут корабль в полете?

К о м а н д ы. Нет.

И н ф о р м а т и к. Следующий конкурс позволит выявить достойного звания капитана в каждой команде.

У м е й к и н. «Азбука ЭВТ». Каждый из команды должен назвать слова — термины электронно-вычислительной техники. Вначале слово, начинающееся с буквы «а», называет участник первой команды, потом на эту же букву — второй. Затем на букву «б» — из первого экипажа и на эту же букву из второго и т. д. Таким образом, каждая команда называет слова на все буквы алфавита. Если кто-то не сможет выполнить задание, он выбывает из игры. Капитанами становятся те ребята, кото-



рые останутся последними в той и другой командах.  
Всем понятно?

(После выбора капитанов проводится игра «Полет».)  
У м е й к и н. Команды к полету готовы?

К о м а н д ы (*хором*). Готовы!

И н ф о р м а т и к. А болельщики готовы?

Б о л е л ь щ и к и. Готовы!

У м е й к и н. Включить контакты!

**(Ребята вместе с ведущими подражают космонавтам, включающим контакты.)**

**Б о л е л ь щ и к и (хором).** Есть включить контакты!

**И н ф о р м а т и к.** Завести моторы! *(Снова движения руками.)*

**Б о л е л ь щ и к и.** Есть завести моторы!

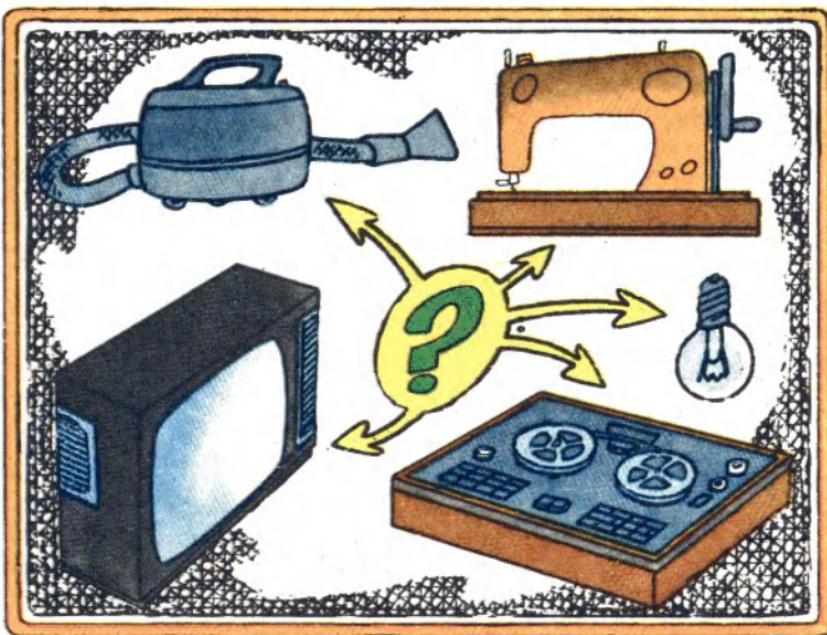
**(Ребята повторяют движения, которые показывают ведущие, и издают звук «У-у-у-у!».)**

**У м е й к и н.** 5, 4, 3, 2, 1, 0 — пуск!

**И н ф о р м а т и к** (*достает перфокарту*). Из Центра наблюдения получена информация. Корабли вышли за пределы земного тяготения. Экипажи нормально перенесли перегрузки, адаптируются к невесомости и приступают к работе.

**У м е й к и н.** На борту кораблей установлены современные ЭВМ. Созданию таких машин предшествовали многие изобретения в технике. Предлагаю следующий конкурс: команде «КОМПЬЮТРОНА-1» по рисунку 6.4,а, а членам экипажа «КОМПЬЮТРОНА-2» — 6.4,б определить, какие приборы были использованы для создания ЭВМ.

**И н ф о р м а т и к.** Пока команды обдумывают ответ,



попросим Центр наблюдения объявить результаты конкурса «Настройка».

(Члены жюри показывают цифры, изображенные на больших листах бумаги. Они хорошо видны из зала. Все конкурсы оцениваются пятибалльной системой. Володя и Лена подсчитывают окончательный результат на микрокалькуляторах. Жюри в это время комментирует выставленные ими отметки. Болельщики возгласами одобрения встречают результаты своих команд.

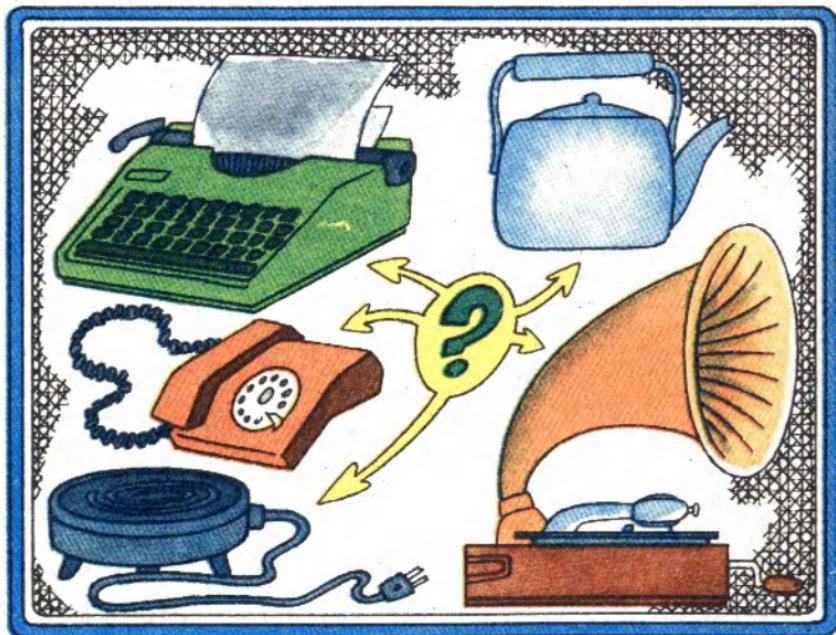
Ответ на вопрос «Из чего мы состоим?» дает вначале первая, затем вторая команды, жюри их оценивает. Более высокую отметку получает экипаж, который не только перечисляет приборы, используемые в ЭВМ, но и сообщает о том, когда и кем они были изобретены.)

У м е й к и н (обращаясь к экипажу «КОМПЬЮТРОНА-1»). Что видно за бортом?

К ос мон а в т п е р в о й к о м а н д ы . Наши бортовые системы обнаруживают неопознанный объект.

И н ф о р м а т и к . Что видят космонавты «КОМПЬЮТРОНА-2»?

К ос мон а в т в т о р о й к о м а н д ы . То же — неопознанный объект. Передаем изображение его на Землю.



**И н ф о р м а т и к** (*достает перфокарту*). Да это туманность Двоичное Дерево. Посмотрите на него внимательно. У него ветки — рогатки, сучки — загадки, листья — нули, а корни — единицы. Дерево обладает тайной. Те, кто его не разгадает, запутается в листьях, затянется в царство компьютерной техники, где будет долго обучаться счету по двоичной системе.

**У м е й к и н.** Преодолеть это препятствие поможет космонавтам автомат «Двоичная и десятичная система».

**И н ф о р м а т и к.** От каждой команды вызывается по одному человеку, знающему двоичную систему. Вначале космонавт первой команды вводит в автомат число десятичной системы, например 2, а космонавт второй команды переводит это число в двоичную систему. Затем они меняются ролями.

(Ребята играют с автоматом.)

**У м е й к и н.** А чтобы болельщиков не затянуло Двоичное Дерево, прошу отгадать его загадки.

**И н ф о р м а т и к.** Терпеливо помогаю инженеру  
и врачу,  
Астроному, агроному, продавцу  
и скрипачу.  
Все длиннющие расчеты  
выполняю тот же час  
Без ошибок, если школьник  
даст мне правильный приказ.

**О т в е т из з а л а . Э В М .**

**У м е й к и н.** Надеваю белый строгий я халат,  
И вхожу я в зал, где робот-автомат.  
Задаю ему программу —

**И н ф о р м а т и к.** Он в ответ играет гамму.

**У м е й к и н.** Нажимаю кнопку «Бой» —

**И н ф о р м а т и к.** Он качает головой.

**У м е й к и н.** Изменю ему заданье —

**И н ф о р м а т и к.** Он возьмется за вязанье.

**У м е й к и н.** Я могу его заставить цифры все  
пересчитать,

Груз поднять, прибор наладить,

Суп сварить, белье стирать.

Кто же он — скажите всем —

**И з з а л а (хором) б о л е л ь щ и к и . ...оператор  
Э В М .**

(Жюри оценивает конкурс «Двоичная и десятичная система».)

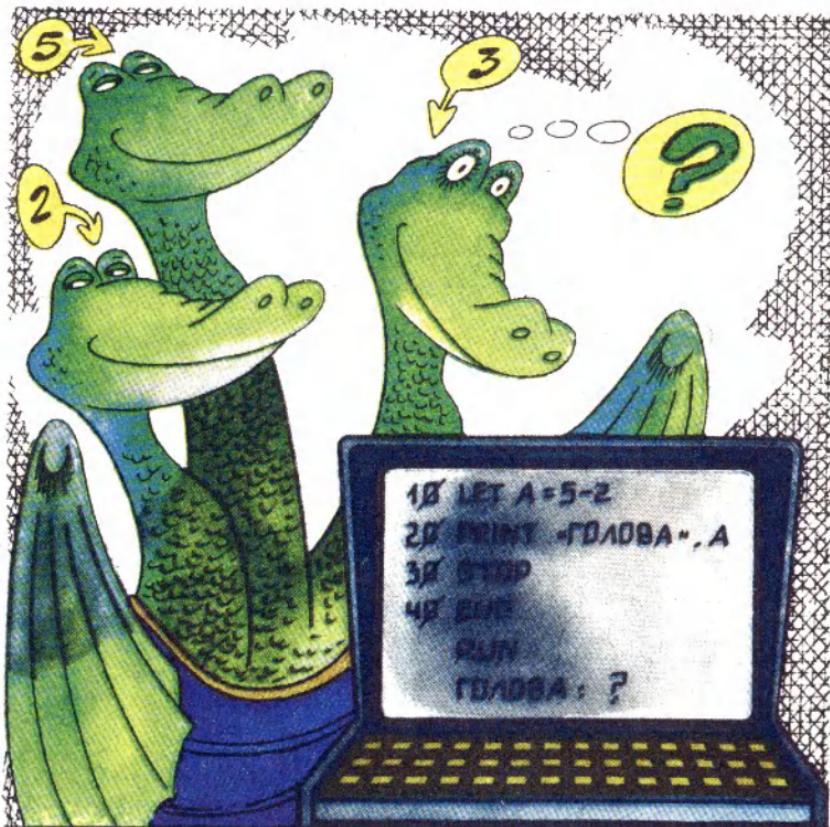
**Информатик.** Внимание! Поступают сигналы тревоги!

Космонавт первой команды. Приборы показывают отклонение от заданного курса. Не можем определить причину.

**Информатик.** Сейчас узнаем. (*Достает перфокарту.*) Все понятно. Это черная дыра — Файлосан. Файл — постоянное место для хранения различной информации — программ, закодированного текста, изображений. Сидит Файлосан в своей Директории, окруженный слугами — Дисководами, и поджидает неосторожных путешественников. Вот к нему и попали наши экипажи.

**Умейкин.** Вырваться из плена Файлосана вам помогут знания. Следующий конкурс «Программа».

**Информатик.** Жил на свете Дракон, не простой Дракон, а ученый. Было у него три ученых головы, а



одна из них самая ученая. Все трудные задачи и вычисления она могла делать тогда, когда две другие уже ничего не могли сообразить. Посмотрите внимательно на программу, что на экранах ваших дисплеев (рис. 6.5), и определите самую ученую голову Дракона. Чья команда быстрее решит эту задачу? Время!

(Жюри оценивает конкурс.)

У м е й к и н. Пролетели мимо Двоичного Дерева и Файлосана — теперь путь прямо на Аутоматос. Как самочувствие? (*Обращаясь к экипажам космических кораблей.*)

К ос мон а в т п е р в о й к о м а н д ы. Все хорошо, только не можем понять картину, что появляется на экране нашего компьютера. То там, то здесь какие-то знаки, линии, цифры. Может быть, мы сбились с курса?

И н ф о р м а т и к. Мне знакомо это место. Это гиблое место — метеорное Болото Ошибок. Куда ни ткнись, все глубже и глубже увязнешь в его трясине.

У м е й к и н. Спасти вас может «Быстрый счет» — следующий конкурс КВН. Экипажи команд должны построиться в шеренгу и встать спиной к зрителям. У нас с Информатиком есть два комплекта карточек (*Информатик достает их из кармана и показывает зрителям*), на которых написаны числа от 1 до 10. Мы прикальываем эти карточки на спины космонавтов. Космонавт не знает, какое число написано на его спине, но может увидеть карточку соседа. По сигналу команды должны построиться так, чтобы числа на их карточках были расположены по порядку. Быстрее из Болота Ошибок вырвется та команда, которая первая выполнит задание. Итак, мы начинаем.

(Проводится веселый конкурс, и выявляется команда-победительница.)

И н ф о р м а т и к. «КОМПЬЮТРОНЫ» подлетают к планете Аутоматос. Кому первому из капитанов вести корабль на посадку, решит конкурс капитанов.

У м е й к и н. Вручаем каждому капитану «черный ящик».

И н ф о р м а т и к. Это устройство, внутреннее содержание которого неизвестно капитанам. Зато снаружи «черных ящиков» видны кнопки, переключатели, лампочки.

У м е й к и н. Манипулируя кнопками и переключателями, капитаны должны определить электрическую

схему устройства, находящегося в «черном ящике», и зарисовать ее.

Электрическими устройствами «черных ящиков» являются у первого капитана — логический элемент «И», у второго — «ИЛИ».

Пока капитаны решают задачу, объявляется конкурс болельщиков. В зале между рядами выставлены игровые автоматы: «Попробуй проведи!», «Знай обозначения элементов ЭВТ», «Внимание и сосредоточенность», «Кто быстрее?», «Кто больше?». От обеих групп болельщиков по одному человеку подходят к каждому автомatu. Судят эти соревнования члены космических экипажей, которые для этого спускаются в зал.

После окончания состязаний капитанов и болельщиков команды собираются на сцене. Объявляются результаты конкурсов, и в зале гаснет свет.)

И н ф о р м а т и к. Прошу всех без паники. Все в порядке! Корабли пробиваются сквозь густую облачность.

(Зажигается свет, на сцене стоят неподвижно школьники в костюмах роботов в различных позах.)

У м е й к и н. «КОМПЬЮТРОНЫ» прилетели на загадочную планету Аутоматос. Но почему их не встречают жители этого небесного тела?

И н ф о р м а т и к. Думается мне, что это проделки Неправильной программы. Придется нам с вами стать операторами-программистами. Это следующий конкурс знатоков ЭВМ.

У м е й к и н. ЭВМ сочиняет стихи, ЭВМ проектирует, ЭВМ рисует, ЭВМ ставит диагноз... ЭВМ... ЭВМ...

И н ф о р м а т и к. Представьте себе, что вы (*обращаясь к экипажу «КОМПЬЮТРОНА-1»*) электронно-вычислительная машина-поэт; а вы (*обращаясь к космонавтам «КОМПЬЮТРОНА-2»*) — операторы. Операторы посылают на вход машины информацию в виде отдельных слов с соответствующей программой, по которым ЭВМ сочинит стихи.

У м е й к и н. Затем команды меняются ролями: только «КОМПЬЮТРОН-1» становится машиной-художником, а «КОМПЬЮТРОН-2» — оператором. На вход машины подается информация в виде различных геометрических фигур, по которым машина рисует картину. На обдумывание заданий — 3 минуты.

И н ф о р м а т и к. Пока экипажи заняты работой, попробуем оживить машину-музыканта. Предлагаю болельщикам по очереди спеть куплет песни, где есть

слова о современной технике. Кто споет последним, тот прибавит очко своей команде.

Болельщики поют песни, затем проводится конкурс между командами. Жюри подводит итоги. Звучит песня «Заводные игрушки» (муз. Е. Крылатова, сл. Ю. Энтина), роботы исполняют звездный танец — приветствие пришельцам с Земли.

И н ф о р м а т и к. Удивительная планета Аутоматос населена одними автоматами. Домашнее задание, которое готовили команды, поможет представить нам школьную жизнь инопланетян.

У м е й к и н. Каждая команда показывает по очереди свой вариант постановки «ЭВТ на уроке в 2100 году».

(Проводится конкурс «Домашнее задание», который оценивается жюри. Затем зачитываются записки, пришедшие от болельщиков на вопрос «Что бы это значило?». Экипажи кораблей определяют самый остроумный из ответов. Подводится окончательный итог соревнования.

Звучит музыка песни «Ты — человек» (муз. Е. Крылатова, сл. Ю. Энтина), под которую все выступающие уходят со сцены.)

КВН окончен.

### Ответы на вопросы кроссвордов и ребусов

Кроссворд «ЭВМ»: по вертикали — 1. Перфолента. 2. Перфокарта. 3. Символ. 4. Триггер. 5. Или. 6. Шифр. 7. Граф. 8. Байт. 9. Цикл. 10. Язык. 11. Канал; по горизонтали — 6. Шаг. 12. Бит. 13. Программист. 14. Код. 15. Алгол. 16. Информация. 17. Знак. 18. Абак. 19. Ада. 20. Фортран.

Кроссворд «ЭВТ»: запись слева направо по вертикали может быть такой: регулятор, тумблер, модель, диод, вольтметр, двигатель, реле, кнопка, ключ, амперметр, резистор, блок, микрофон, усилитель.

Ребусы:

рис. 6.2, а — программа,

рис. 6.2, б — перфолента,

рис. 6.2, в — электричество, выключатель, микрокалькулятор .

## 69Ø REM ЛИТЕРАТУРА

Затейник.— Вып. 29.— М.: Молодая гвардия, 1983.

Крылов А. А. Кольцо управления.— Л.: Дет. литература, 1987.

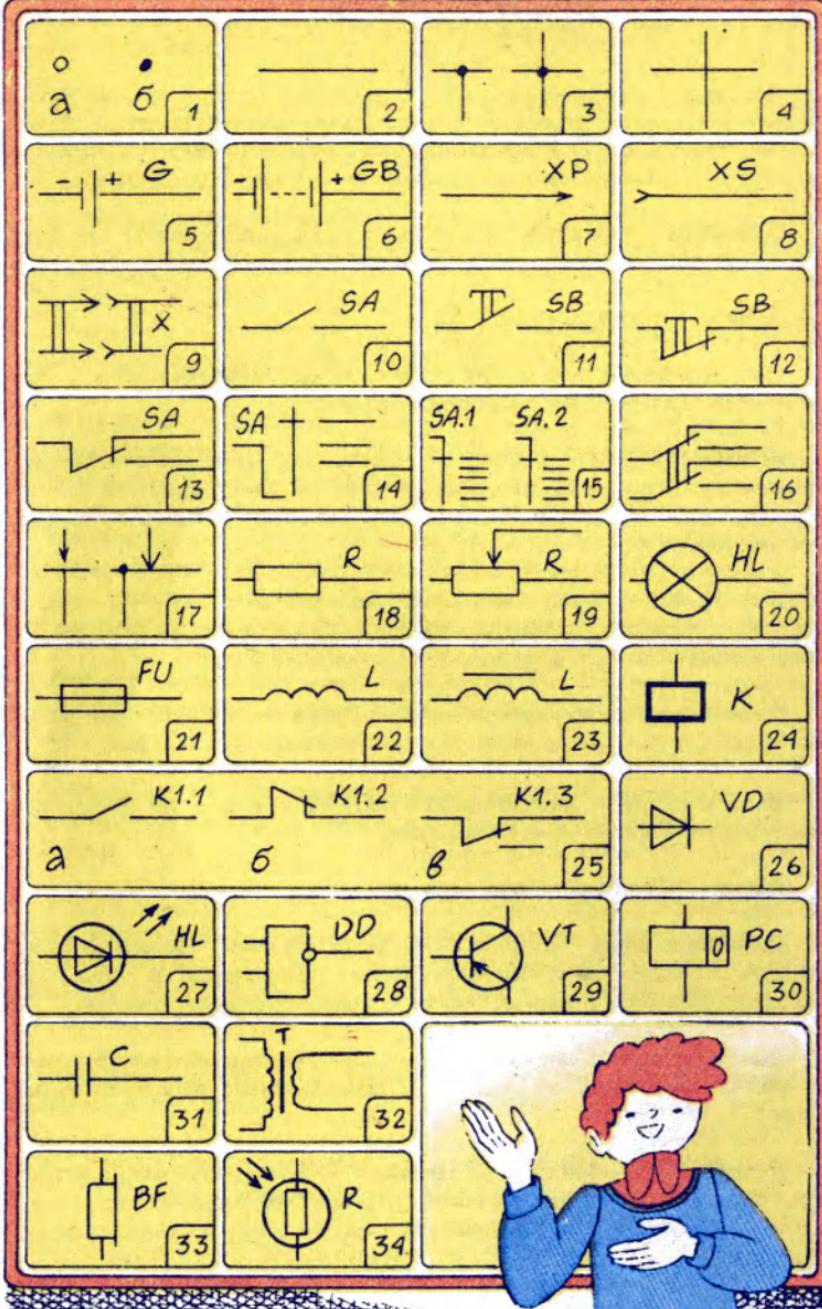
Минский Е. М. Пионерская игротека.— М.: Молодая гвардия, 1987.

Салтовский А. Н., Первина Ю. А. Как работает ЭВМ.— М.: Просвещение, 1986.

# УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ В СХЕМАХ ЭВТ

## Наименование

1. Соединение электрическое:
  - разборное
  - неразборное
2. Провод
3. Соединение при ответвлении проводов
4. Отсутствие соединения при пересечении проводов
5. Гальванический элемент
6. Батарея элементов
7. Штекер (штырь)
8. Гнездо
9. Штепсельный разъем (вилка и розетка)
10. Выключатель (ключ) однополюсный
11. Кнопка с самовозвратом с замыкающими контактами
12. Кнопка с самовозвратом с размыкающими контактами
13. Переключатель однополюсный на два положения
14. Переключатель однополюсный на три положения
15. Переключатель двухполюсный на два положения
16. Переключатель многопозиционный (на 5 положений и 2 направления)
17. Подвижной контакт с токопроводящей поверхностью
18. Резистор (нерегулируемое сопротивление)
19. Переменный резистор
20. Лампочка накаливания сигнальная
21. Предохранитель плавкий
22. Катушка без сердечника
23. Катушка с ферромагнитным сердечником
24. Электромагнит, обмотка реле
25. Контакты реле:
  - а) замыкающие
  - б) размыкающие
  - в) переключающие
26. Полупроводниковый диод
27. Светодиод
28. Элемент «И — НЕ» интегральной схемы
29. Транзистор
30. Счетчик электрической энергии
31. Конденсатор
32. Трансформатор
33. Головные телефоны
34. Фоторезистор



## **КРАТКИЙ СЛОВАРИК**

**Автомат** — техническое устройство (или совокупность устройств), которое без непосредственного участия человека выполняет процессы приема, преобразования, использования и передачи энергии, материалов или информации согласно заложенной в него программе.

**Алгоритм** — последовательность команд (инструкций) данному исполнителю для решения поставленной задачи.

**Ампер** — единица силы тока.

**Бит** — единица измерения информации; информация в 1 бит несет ответ «да-нет» на простейший вопрос.

**Бейсик (BASIC)** — широко распространенный язык программирования (название — сокращение английских слов Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code — букв, всецелевой командный язык для начинающих).

**Блок-схема** — схема какой-либо системы (машины, агрегата и т. д.), содержащая ее основные структурные элементы и связи между ними и позволяющая проследить их взаимодействие.

**Блок-схема алгоритма** — условное изображение алгоритма решения задачи в виде символических графических обозначений.

**Ввод и вывод** — соответственно получение и выдача сообщений электронно-вычислительной машиной.

**Вольт** — единица напряжения электрического тока.

**Вычислительная техника** — область техники, объединяющая средства автоматизации математических вычислений и обработки информации в различных областях человеческой деятельности.

**Вычислительный центр** — предприятие, оснащенное электронными вычислительными машинами и выполняющее вычислительные работы.

**Дешифратор** — (от франц. deschiffer — разбирать, расшифровывать) устройство, устанавливающее однозначное соответствие между входным дешифрирующим сигналом и сигналом на соответствующем выходе.

**Двоичная система счисления** — система счисления, основанием которой служит число 2; в этой системе числа изображаются с помощью двух цифр: 1 и 0.

**Дисплей** (англ. *display* — показ) — устройство визуального отображения информации; на экран дисплея выводятся тексты и графическое изображение.

**Диод** — полупроводниковый прибор с односторонней проводимостью электрического тока; используется для выпрямления переменного тока.

**Запоминающее устройство** — часть ЭВМ или самостоятельное устройство, осуществляющее запись, хранение и выдачу закодированной информации.

**Инвертор** — устройство, реализующее логическое отрицание; входной сигнал инвертора противоположен выходному.

**Индикатор** — устройство для визуального или акустического воспроизведения информации, обычно более простое по сравнению с экраном дисплея или генератором речи.

**Интегральная схема** — законченный электронный прибор, содержащий многие компоненты (диоды, транзисторы, резисторы, конденсаторы), нераздельно (интегрально) выполненный на полупроводниковом кристалле.

**Информатика** — наука об информационных процессах, происходящих при общении: а) людей друг с другом; б) человека и ЭВМ; в) в человеческом обществе в целом.

**Информация** — содержание (смысл) сообщения (сигнала), сведения о чем-либо, рассматриваемые в процессе их передачи и в момент их восприятия.

**Клавиатура** — устройство ввода текстов, чисел и управляющей информации в память персонального компьютера; внешне клавиатура похожа на клавиатуру обычной пишущей машинки, но имеет дополнительные группы клавиш для расширения возможностей управления компьютером.

**Команда** — указание, определяющее один шаг в общем процессе выполнения программы.

**Компьютер** (англ. *computer*, от латин. *comprito* — считаю, вычисляю) — электронно-вычислительная машина.

**Конденсатор** — электрическое устройство из двух проводников (обкладок), разделенных тонким слоем диэлектрика.

**Корвет** — название персональной ЭВМ, специально предназначеннной для использования в системе народного образования.

**Логические элементы** — технические устройства, реализующие определенные логические зависимости между входными и выходными сигналами; используется для построения машин и систем автоматического контроля и управления.

**Линейный алгоритм** — алгоритм, который не содержит логических условий и имеет одну ветвь вычислений.

**Микрокалькулятор (МК)** — электронная малогабаритная клавишная вычислительная машина; МК подразделяется на программируемые и непрограммируемые.

**Микропроцессор** — интегральная схема, обеспечивающая выполнение арифметических, логических и управляющих операций, заданных программой.

**Мультивибратор** — электронное устройство, генерирующее импульсы прямоугольной формы.

**ОЗУ (оперативное запоминающее устройство)** — устройство для хранения оперативной части изменяющейся информации в процессе решения задачи.

**Ом** — единица сопротивления проводника.

**Оператор (в программировании)** — символ, используемый для обозначения строго определенной последовательности действий, которые должны быть выполнены с символами, помещаемыми за знаком оператора.

**Оператор REM** — оператор языка Бейсик, позволяющий включать в текст программы любые комментарии.

**Оператор GO TO** — оператор безусловного перехода в языке Бейсик, который служит для передачи управления (перехода) из одного места программы в другое.

**Память** — общее название для любых средств фиксации и сохранения информации в ЭВМ.

**Периферийное устройство ЭВМ** — часть ЭВМ, включающая устройство ввода-вывода и внешнюю память.

**ПЗУ (постоянное запоминающее устройство)** — устройство для длительного хранения необходимой информации.

**ПЭВМ (персональная электронно-вычислительная машина)** — ЭВМ для одного пользователя, характерная относительно невысокой стоимостью, малыми размерами, высокой надежностью, простотой обслуживания.

**Пользователь** — человек, работающий с ЭВМ, который составляет программы или пользуется готовыми программами.

**Программа** — формулировка алгоритма в форме, допускающей его непосредственную реализацию на вычислительном устройстве.

**Программирование** — процесс составления программ для ЭВМ.

**Программист** — наименование профессии, функцией которой является составление правильно работающих программ по четко сформулированной задаче.

**Резистор** — проводник, обладающий определенным электрическим сопротивлением; элемент электронных устройств.

**Реле электромагнитное** — устройство, с помощью которого одна электрическая цепь управляет другой.

**Робот** — сложная автономная техническая система, способная целенаправленно воздействовать с окружающей средой в изменяющейся обстановке.

**Светодиод** — полупроводниковый диод, р-п-переход которого излучает свет при прохождении через него электрического тока; наиболее распространенные диоды дают красное, зеленое или желтое свечение.

**Счетчик** — устройство, осуществляющее счет сигналов в измерительных устройствах автоматики, телемеханики и т. д.

**Транзистор** — полупроводниковый прибор с тремя электродами (эмиттер, база и коллектор), способный выполнять функцию усиления электрического сигнала; основная компонента интегральных схем и микропроцессоров.

**Терминал** — пункт пользователя, осуществляющий информационный обмен с компьютером по каналам связи.

**Триггер** — логическое устройство, которое может находиться в одном из двух устойчивых состояний; используется в качестве элемента запоминающих устройств.

**Фоторезистор** — полупроводниковое устройство, электрическое сопротивление которого зависит от интенсивности и частоты падающего света.

**Цикл** — многократно повторяемая часть алгоритма или программы; циклический алгоритм (программа) содержит в себе один или несколько циклов.

**Дискета** — устройство для хранения больших объемов информации; представляет собой тонкий круглый пластмассовый диск, покрытый магнитным материалом.

**Черный ящик** — объект исследования, внутреннее устройство которого не принимается во внимание или неизвестно.

**ЧИП** — интегральная схема, выполненная в одном корпусе, обычно на тонкой кремниевой пластинке; название применяется в научных трудах по программированию и пособиях по компьютерной схемотехнике за рубежом.

**Шифратор** — (от франц. chiffer — считать, нумеровать, шифровать) — логический блок, преобразующий комбинации входных сигналов в комбинации сигналов на выходе.

**ЭВМ** — общее название электронно-вычислительной машины как устройства для преобразования информации по заданной программе.

**Элементная база** — электронные приборы, из которых строится электрическая схема (резисторы, конденсаторы и полупроводниковые приборы — диоды, транзисторы, интегральные схемы и др.); по основным употребляемым элементам ЭВМ делятся на ряд поколений — ЭВМ на электромеханических элементах, ЭВМ на электронных лампах, ЭВМ на транзисторах, ЭВМ на интегральных схемах, ЭВМ на микропроцессоре.

**Электрическая принципиальная схема** — изображение элементов электрической цепи и способов их соединения между собой с помощью условных знаков-обозначений.

**Электронно-лучевая трубка** — прибор, в котором электронный луч используется для преобразования электрических сигналов в световые; широко используется в качестве экрана дисплея.

**Язык программирования** — формализованный язык для написания программ, исполняемых на ЭВМ.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

О ЧЕМ ЭТА КНИГА . . . . .	3
ЭВТ НА МАРШЕ . . . . .	6
ВЕЗДЕСУЩИЕ «И», «ИЛИ», «НЕ» . . . . .	21
ИГРОТЕКА АВТОМАТОВ . . . . .	47
ИЗ БЛОКОВ ЭВТ... . . . . .	78
ЧТО УМЕЕТ МОИ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОР? . . . . .	106
СДЕЛАЛИ САМИ — СЫГРАЕМ С ДРУЗЬЯМИ . . . . .	137
ЭЛЕКТРОННЫЙ КВН . . . . .	138
Условные графические обозначения в схемах ЭВТ . . . . .	152
Краткий словарик . . . . .	154

**Игошев Б. М. и др.**

**И 26 ЭВТ : знакомимся, делаем, играем! / Б. М. Игошев, М. А. Галагузова, Д. М. Комский.— М.: Мол. гвардия, 1989.— 157[3] с., ил.**

**ISBN 5-235-00070-6**

Цель книги — приобщить пионеров и октябрят к новейшим достижениям научно-технического прогресса. В ней даны описания игр-состязаний с использованием автоматики, кибернетики, электронно-вычислительной техники, информатики, а также простейших автоматических устройств, которые могут быть изготовлены самими школьниками. Книга адресована пионерскому актуству, воспитателям, организаторам внеклассной работы. Она может быть полезна учителям, руководителям технических кружков.

**И 4802000000—058 241—88  
078(02)—89**

**ББК 32.816**

**ИБ № 5489**

**Игошев Борис Михайлович, Галагузова Минненур Ахмедхановна,  
Комский Давид Матвеевич**

**ЭВТ: ЗНАКОМИСЯ, ДЕЛАЕМ, ИГРАЕМ!**

**Заведующая редакцией Н. Шашерина  
Редактор О. Снегова**

**Художник Е. Шабельник**

**Художественный редактор А. Косаргин**

**Технический редактор Г. Варыханова**

**Корректоры Т. Контиевская, Н. Самойлова**

**Сдано в набор 10.06.88. Подписано в печать 01.12.88. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага  
оффсетная № 2. Гарнитура «Школьная». Печать оффсетная. Усл. печ. л. 8,4+  
+0,84 вкл. Усл. кр.-отт. 8,82. Учетно-изд. л. 7,9. Тираж 100 000 экз. Цена 45 коп.  
Заказ 1603.**

**Ордена Трудового Красного Знамени издательско-полиграфическое объединение  
ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес ИПО: 103030, Москва, Сущевская, 21.**

**ISBN 5-235-00070-6**

45 коп.

