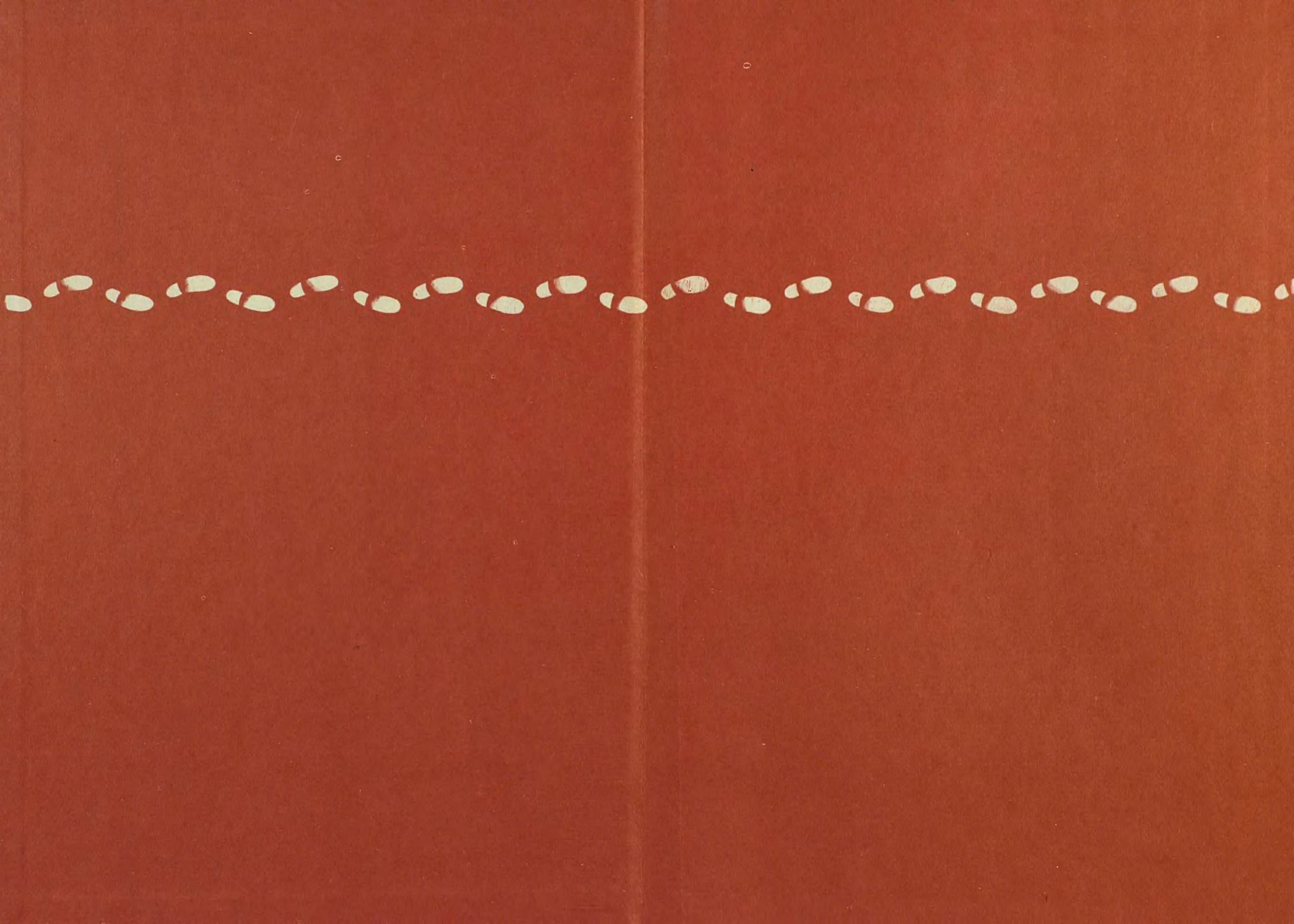


Геннадий Черненко

ПУТЕШЕСТВИЕ В СТРАНУ РОБОТОВ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»



79

4-49

Геннадий Черненко

ПУТЕШЕСТВИЕ

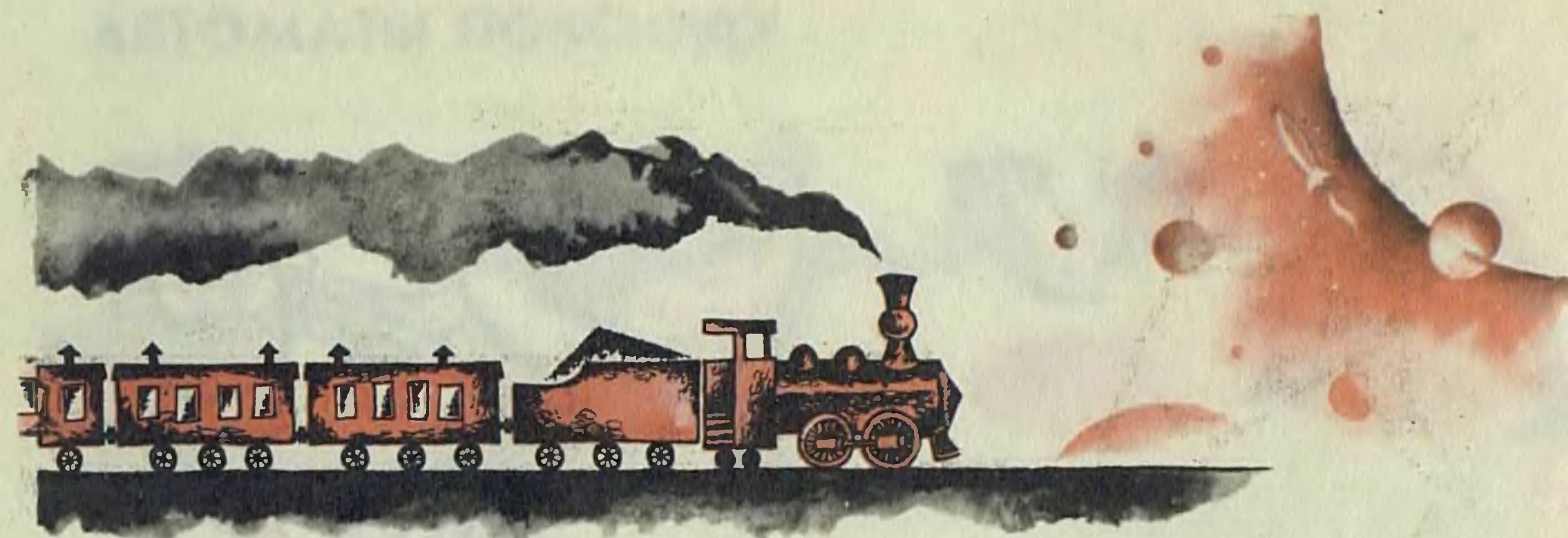
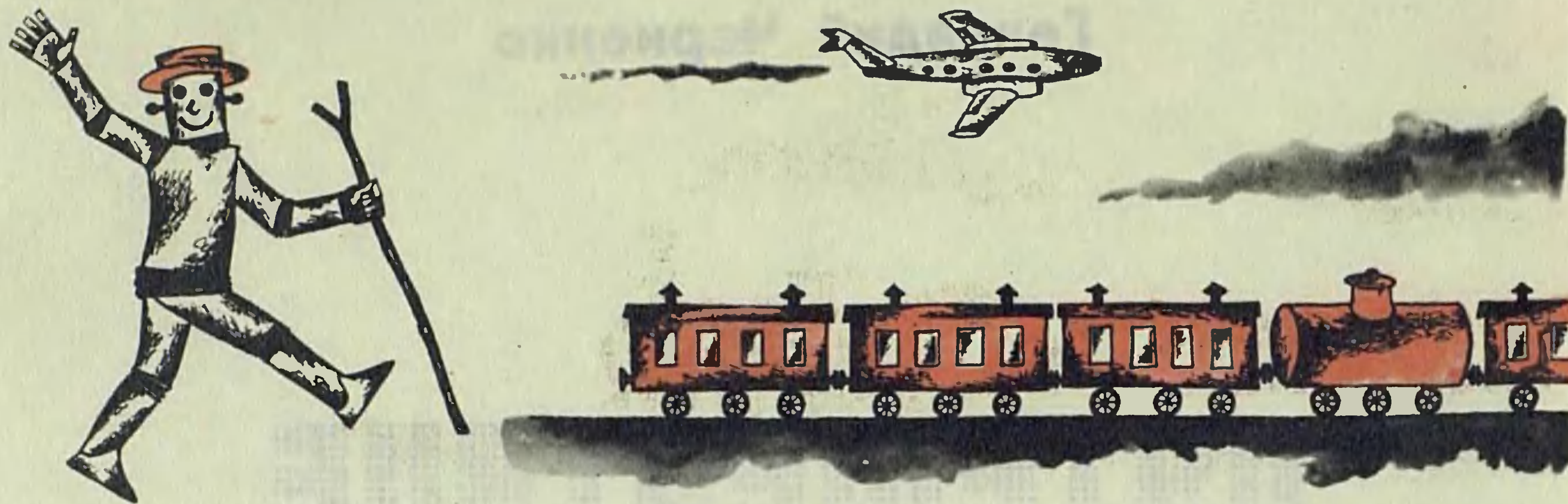
В СТРАНУ

РОБОТОВ

РАССКАЗЫ
ОБ АВТОМАТИКЕ

Рисунки Ю. Клыкова

ЛЕНИНГРАД «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА» 1977



8088

Черненко Г. Т.

Ч-49 Путешествие в страну роботов. Рассказы об автоматике. Рис. Ю. Клыкова. Л., «Дет. лит.», 1977.

96 с. с ил.

Рассказы об автоматике, об истории автоматических устройств. Читатель узнает о том, как автоматы управляют самолётами и космическими аппаратами, как они «научились» играть в шахматы и сочинять музыку, «говорить» и «понимать» человеческую речь, а также о том, какими они станут в будущем.

6 P2.15

70802—172

Ч 422—77

М101(03)—77

© Издательство «Детская литература», 1977 г.

Российская государственная
детская библиотека

ВО
дет
БИБЛИОТЕКА

Когда я был школьником, в нашем классе учился Мишка Григорьев по прозвищу Эдисон. Прозвали его так не случайно. Он вечно что-нибудь изобретал. Я тоже увлекался техникой, и мы с Мишкой дружили.

Однажды Мишка предложил: «Давай сделаем робота». Я согласился. Нашли листы жести, электрический мотор, винты, гайки и принялись за работу. Делали робота долго, месяца два. Он получился ростом с человека. У него было квадратное туловище, а вместо глаз — две электрические лампочки.

Наконец всё было готово. Дали ток. Робот загудел, вздрогнул. Медленно поднял ногу. Шагнул. Один-единственный раз. И вдруг с грохотом повалился на пол. Ноги его смешно задёргались в воздухе. Сколько мы ни бились, ходить робот так и не научился. А какой же он тогда робот? Мы забросили его в сарай и вскоре забыли о нём.

Через много лет, уже став инженером, я часто вспоминал нашего робота. Удивлялся. В автоматике мы с Мишкой были совершеннейшие невежды, а взялись за такой сложный автомат. Ничего хорошего у нас, конечно, не могло получиться.

Автоматика — трудная, но очень увлекательная область техники. Многие из вас, я уверен, хотят знать, как устроены автоматы, как они управляют станками, самолётами, космическими ракетами. А разве не интересно познакомиться с тем, как работают электронно-вычислительные машины, как они «научились» играть в шахматы, сочинять музыку, «говорить» и «понимать» человеческую речь? Вот я и решил написать книжку об автоматике специально для вас. Я надеюсь, что прочитав её, вы поймёте главное: автоматика в жизни людей играет огромную роль, а будущее автоматики — просто грандиозно!



А В Т О М А Т Ы П О В С Ю Д У

ЗАГАДКА ДРЕВНИХ ПЕЩЕР

Многим ребятам я задавал вопрос: «Как вы думаете, давно ли появился первый автомат?» И почти все отвечали примерно так:

— Наверное, давно, но всё-таки не очень. Тогда, когда изобрели разные машины, разную технику.

Верно ли? Прежде чем ответить, хочу рассказать такую историю. Случилась она лет тридцать назад во Франции. Четверо школьников из небольшой деревушки отправились на прогулку. День был великолепный. Ребята шли по лесной дороге, шутили, смеялись. Впереди бежал лохматый пёс. И вдруг собака исчезла, словно под землю провалилась. Так оно и было.

Когда мальчики присмотрелись, они заметили у поваленной сосны большую дыру. Оттуда слышался лай. Недолго думая, один из мальчишек по имени Равида полез в тёмный проход. Метров пять или шесть он полз на четвереньках. Затем проход расширился, и Равида увидел (у него был электрический фонарик), что стоит в пещере, а рядом прыгает его четвероногий друг. Он позвал приятелей, и скоро все четверо с интересом разглядывали каменные своды пещеры.

— Смотрите, — сказал один из мальчиков, — олень!

— А там лошадь! — крикнул другой.

На сводах пещеры чёрной, красной, жёлтой краской были нарисованы животные: лошади, олени, быки. Школьники открыли пещеру с рисунками первобытных людей.

Таких пещер во Франции, в Испании и в других странах обнаружено немало. Есть они и в нашей стране. Учёные вни-

А В Т О М А Т Ы П О В С Ю Д У



мательно изучают первобытное искусство. Ещё бы! Эти картины нарисованы в каменном веке, тысячелетия назад. И надо сказать, нарисованы замечательно. Первобытные художники прекрасно знали животных.

Когда археологи пригляделись к древним рисункам, они заметили рядом какие-то линии. Никто не мог понять, что они означают. Учёные так и записали: «неясные знаки». И только много времени спустя догадались, что это нарисованы ловушки для зверей.

Вот и ответ на вопрос: как давно появились на земле первые автоматы? Десять, а может быть, даже двадцать тысяч лет назад!

Первобытным охотникам автоматические ловушки были нужны, как воздух. Очень уж трудно жилось древнему человеку. Заниматься земледелием, разводить домашних животных он ещё не умел. Целые дни проводил в поисках добычи.

Человек учился у природы. Случалось, что животные попадали в глубокие лесные ямы.

— Ага, — догадывался человек. — Так и я могу. Вырою яму, прикрою её ветвями, засыплю их листьями. Зверь пойдёт и провалится. Яма сама поймает мне зверя.

Человек замечал, что ветки и тонкие стволы деревьев упруги, и в конце концов придумал капкан с деревянной пружиной. Постепенно люди изобрели множество самых разных ловушек для зверей и птиц. Приладит древний охотник ловушку, зарядит её, нацепит приманку и уйдёт. Ловушки-автоматы стали охотиться за человеком.

Самые первые охотничьи автоматы, разумеется, не сохранились. Но ловушки, которыми люди пользовались значитель-

но позднее (да и сейчас ещё кое-где пользуются), очень похожи на те, первые. Как-то в одном из наших музеев я видел такую автоматическую ловушку. Вся она из жилок, палочек, ремешков. Работники музея рассказывали, что им пришлось долго разбираться в устройстве этого охотничьего автомата. Остроумными, выходит, людьми были наши далёкие предки.

ВРЕМЯ АВТОМАТОВ

Древние греки очень любили театр, в котором самодвижущиеся фигурки разыгрывали целые представления. Например, в одной драме на сцене строился корабль. Механические артисты стучали молотками и топорами. Затем корабль спускался на воду. Он в море. Вокруг резвятся дельфины. Начинается шторм. Гремит гром, сверкают молнии. Корабль тонет... И все это делалось с помощью зубчатых колёс, валиков, шнурков. Самодвижущиеся фигурки греки называли автоматами.

Прошли века. Автоматы уже не только развлекали. Они стали помогать человеку, управлять работой машин. И долгое время считалось, что автоматы освобождают от тяжёлого труда лишь руки человека. Как будто при управлении машинами человек не работает головой. Ещё как работает! Теперь на автоматы смотрят иначе. Считают, что они — такие устройства, которые могут взять на себя выполнение и некоторых видов умственного труда. Вот как менялся взгляд на автоматы, а роль их становилась всё важнее и важнее.

Огромных успехов добился человек в освоении космического пространства. Космонавты по несколько месяцев жили на орбитальных станциях. Земляне уже ходили по Луне. Межпланетные автоматы опустились на Венеру и Марс. Почему это стало возможным лишь в наше время?

Вы скажете, что раньше не было космических ракет. Верно. А для того, чтобы создать ракету, нужно было получить прочные материалы, специальное топливо, построить мощнейшие ракетные двигатели.

Но этого мало. Надо было придумать очень сложную автоматику. Ракета без автоматики, словно человек без мозга, без глаз, без ушей. Она сразу сойдёт с пути, разладится работа её механизмов. Ни о каком полёте в космос на такой ракете не может быть и речи.

Или взять орбитальные станции. К примеру, наш «Салют». Много месяцев летает станция вокруг Земли, на огромной высоте, в космической пустоте. На станции живут и работают



космонавты. Там и тепло, и свежий воздух. Тоже благодаря автоматике.

Да что в космосе? Без автоматики и на земле теперь никак не обойтись. Например, на атомных электростанциях. Знаете, сколько там разной автоматики! А современный химический завод? В некоторых его цехах вредно и опасно работать человеку. Выручает автоматика. Она не боится ни жары, ни холода, ни ядовитых газов.

Автоматы ведут самолёты и поезда, управляют судами. Станки-автоматы обрабатывают металл, печатают книги, ткют ткани. Автоматы делают конфеты и электрические лампочки, бутылки и вкусные пирожки.

Самые сложные автоматы из всех — это электронно-вычислительные машины. И глазом не успеешь моргнуть, а машина уже произвела самый сложный расчет. Но эти машины умеют не только считать. Они играют в шахматы, переводят с одного языка на другой, определяют болезни, предсказывают погоду, обучают студентов и школьников, сочиняют музыку и стихи.

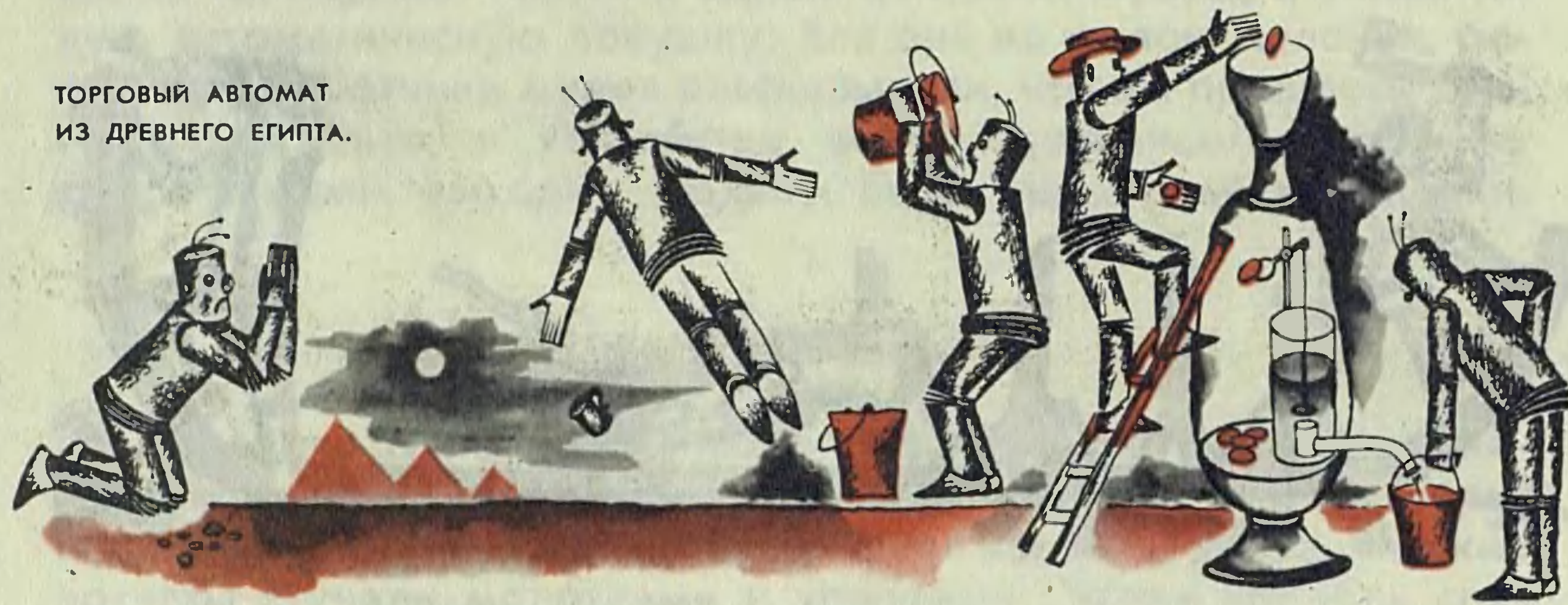
Нам не открылся бы космос, не покорился бы атом, мы не сделали бы многих важных дел без своих надёжных помощников — автоматов.

ВСЕГДА К УСЛУГАМ

В Японии есть автомат, у которого можно занять порядочную сумму денег. Достаточно опустить в него специальную кредитную карточку. Автомат проверит её: не поддельная ли? И если всё в порядке, выдаст деньги. Долг безусловно через некоторое время нужно вернуть и даже с добавкой, но всё

АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ АВТОМАТЫ

ТОРГОВЫЙ АВТОМАТ
ИЗ ДРЕВНЕГО ЕГИПТА.



равно — удобство. А рядом с этим, денежным, автоматом стоят торговые: яркие, сверкающие. Их сейчас в Японии более полутора миллионов.

У нас тоже много торговых автоматов. Их можно встретить где угодно: на улицах, в магазинах, в кафе, на вокзалах. Они всегда к услугам покупателей. Нет у них ни перерывов на обед, ни отпусков.

Вы конечно не раз пили газированную воду, приготовленную автоматом, и, может быть, думаете, что изобретён он недавно. Ошибаетесь. Автоматы торговали водой уже... две тысячи лет назад! Правда, стояли они не на улицах, а в египетских храмах и продавали не газированную воду с апельсиновым сиропом, а «святую».

Вообще-то вода была самая обыкновенная, из колодца, но жрецы выдавали её за особенную. Люди верили и платили за неё деньги. Казалось чудом, как это из кувшина, когда в него бросают монету, начинает вдруг течь вода. А жрецы помалкивали, что всё «чудо» заключено в нехитрой механике автомата. Невыгодно им было раскрывать секрет.

Торговые автоматы изобрели снова лет девяносто назад. Англичанин Ивритт сделал автомат для продажи спичек. Развесил он свои ящики в лондонских магазинах. Лондонцам спичечные автоматы понравились. Тогда изобретатель резонно рассудил: «Если автоматы способны торговать спичками, то почему они не могут продавать, например, плитки шоколада?» И в самом деле, шоколадные автоматы заработали не хуже спичечных. Но тут случился конфуз.

Однажды Ивритт извлёк из автомата вместо монет целую кучу железных кружочков. Ох и проклинал же он нечестных

ПОВСЮДУ АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ



любителей шоколада! Нужно было что-то придумывать, как-то «учить» автоматы отличать настоящие монеты от фальшивых.

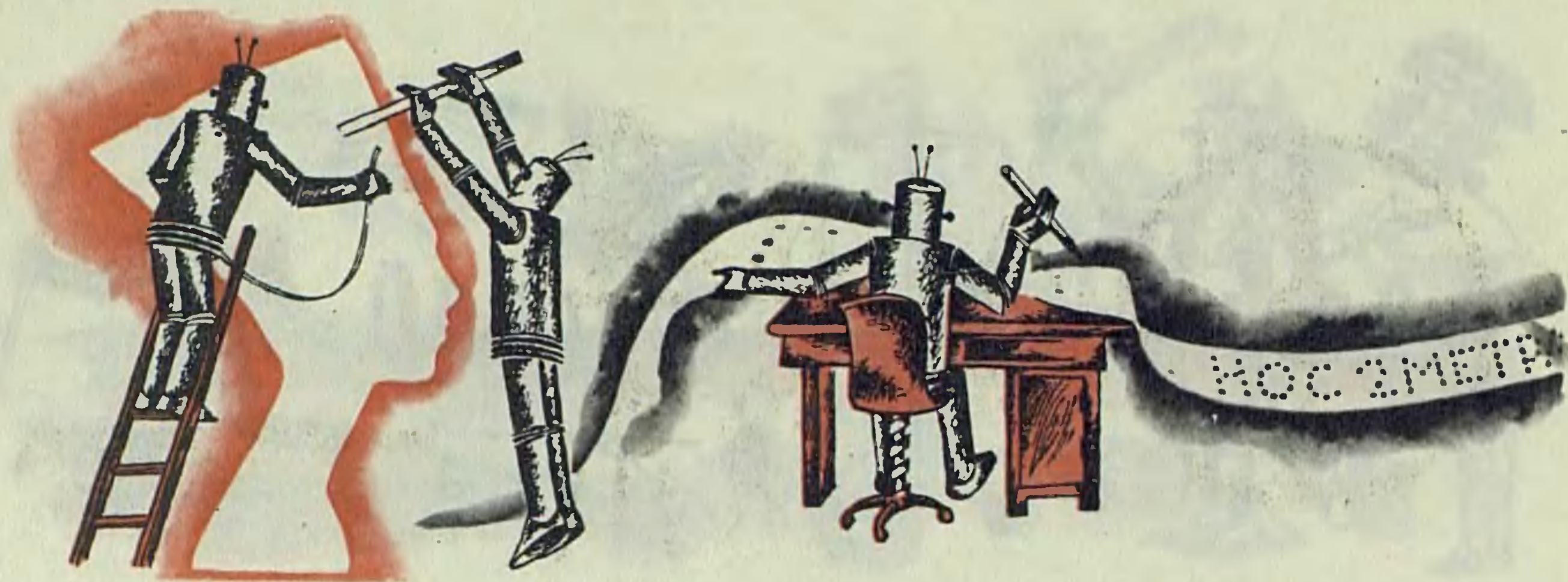
Не сразу, но и этому автоматы «научились». А некоторые, если в них кто-то бросал простую железку, возвращали её и громко произносили: «Будьте любезны в следующий раз опускайте настоящую монету». Внутри у них включался патефон. Были и такие вежливые автоматы, которые приятным голосом благодарили за покупку.

Теперь во всем мире несколько миллионов торговых автоматов. Есть магазины и кафе, где всё продаётся только автоматически. В некоторых странах уличные автоматы выстроились в длинные-длинные ряды. Например, в Стокгольме, столице Швеции, такая «улица автоматов» вытянулась на тридцать метров, и купить здесь можно товары тысячи наименований.

Чем только автоматы не торгуют! Прохладительными напитками, газетами, открытками, карандашами, конфетами, бутербродами, молоком, бензином, пирожными, духами, сосисками, железнодорожными билетами, пудрой, губной помадой... Перечислить всё невозможно, потому что этот список состоял бы из названий пяти — шести тысяч различных предметов, вещей, продуктов и кушаний.

КАРТЫ ЖАККАРА

Приглядывались ли вы когда-нибудь к ткани, из которой сшита ваша рубашка? Если нет, присмотритесь внимательно. Ткань — это густая-густая сетка из перекрещивающихся нитей. Нити, идущие вдоль ткани, называются основой, а те, что попе-



рёк — утком. Есть очень красивые узорчатые ткани, и чем сложнее переплетение нитей, тем красивее получается узор.

Когда-то ткани с узорами изготовлялись вручную. Точнее, не совсем вручную: на ткацких станках, но руками приходилось работать — только успевай. Труд ткачей был тяжёлым, да и не каждый ткач мог выделывать узорчатые ткани.

Многие изобретатели пытались создать станок, который бы автоматически вырабатывал узорчатую ткань. Самый удачный станок изобрёл в 1801 году француз Жозеф Мари Жаккар, простой ткач из Лиона. Ему пришла в голову счастливая мысль применить для управления станком картонные карты с отверстиями. В карту упирались специальные иглы. Вернее, упирались не все, а только те, которые не попадали в отверстия, пробитые в карте.

Для получения сложного узора требовалось несколько тысяч карт, отличавшихся друг от друга расположением отверстий. Карты соединялись в цепь — «картон», навешивались на станок и, когда он начинал работать, по очереди подходили к иглам-щупам. От того, какие иглы проваливались в отверстия, а какие упирались в карту, зависел характер переплетения нитей, а значит, и вид узора. И тут от ткача уже не требовалось большого мастерства, да и скорость работы станка намного увеличилась. Стоило повесить на станок другую картонную цепь — и станок начинал ткать новый узор.

Не сразу станок Жаккара был оценён по достоинству. Лионские ткачи с подозрением следили за работой изобретателя.

— Что он там хочет придумать, этот Жаккар? — тревожно спрашивали они. — Уж не собирается ли он лишить нас работы, а наши семьи куска хлеба?



Когда первые станки Жаккара появились на фабриках Лиона, ткачи вытащили их на городскую площадь, разбили вдребезги и подожгли, а самого изобретателя чуть не бросили в реку Рону. Но Жаккара не так-то легко было сломить. Он верил в полезность своих станков. И действительно, через несколько лет только на родине Жаккара, во Франции, работало десять тысяч его станков. А в 1840 году на площади, где горели жаккардовские станки, был поставлен изобретателю бронзовый памятник с надписью: «Жаккару — благодарный Лион».

Способ, придуманный Жаккаром, оказался настолько удобным, что дырчатые карты и ленты применяются до сих пор для управления самыми сложными, самыми современными машинами.

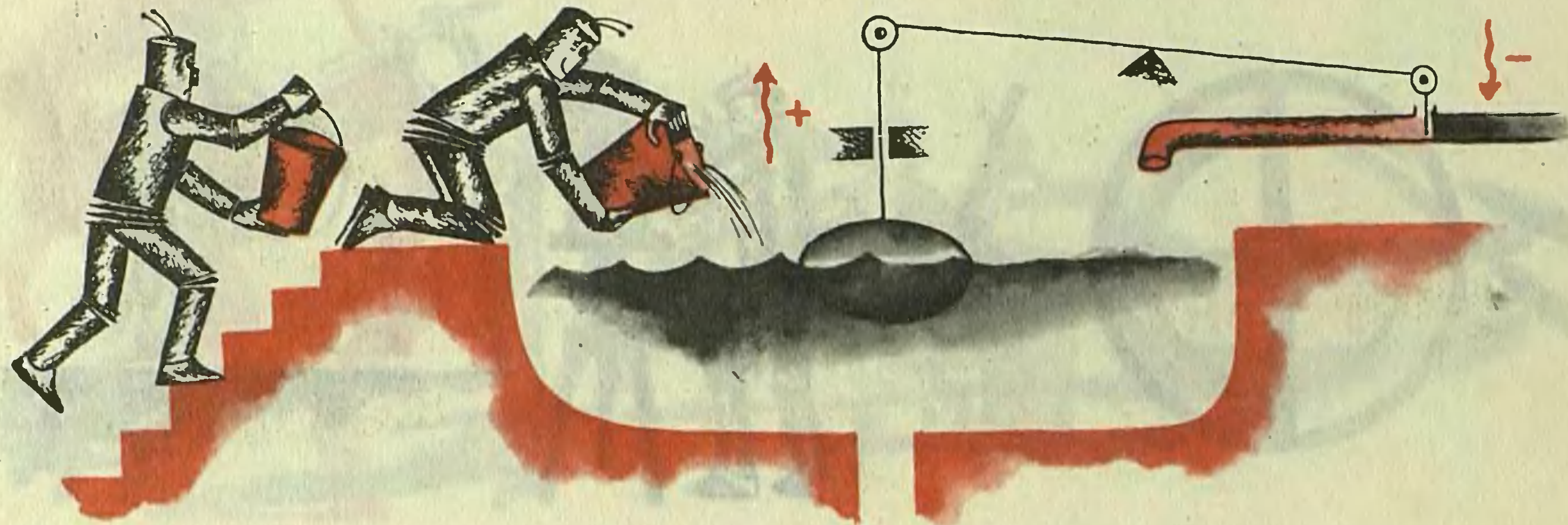
НА «МАГНИТНОМ ЯЗЫКЕ»

Любая машина состоит из деталей. Крохотных и огромных. Большинство из них обрабатывается на металлорежущих станках: токарных, сверлильных, фрезерных, расточных, шлифовальных.

Выточить простой валик — работа нехитрая. Любой токарь с этим справится. Но в технике встречаются часто детали крайне сложной формы. Сделать такую деталь, управляя станком вручную, чрезвычайно трудно или даже вовсе невозможно.

Более двухсот лет назад русский механик Андрей Константинович Нартов изобрёл токарно-копировальный станок, на котором вытачивались замечательные барельефы, кубки, различные украшения.

АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ



Делалось это так. Сперва вручную изготавливали деталь-образец. Или, как ещё говорят, копир. Устанавливали эту деталь на станке, и механический палец точка за точкой начинал ощупывать её. Станок «чувствовал» форму, все изгибы детали-образца и вытачивал похожую. По одному копиру можно было изготовить много деталей-близнецов.

Теперь на копировальных станках обрабатывают не кубки и портреты, а вещи поважнее: гребные винты для кораблей, турбинные лопатки, детали самолётов. Нередко гигантские детали.

За два века копировальные станки сильно усовершенствовались, но главное в них осталось неизменным. Остался копир, и его надо сначала как-то изготовить. Сейчас для этого применяются специальные станки, но всё равно труда и времени затрачивается уйма.

Чем сложнее машина, чем больше в ней деталей, тем больше требуется копиров. Чтобы изготовить, например, все детали крупного самолёта, нужно ни много ни мало около двух тысяч копиров. А изменилась конструкция самолёта, старые копиры приходится выбрасывать и делать новые. Дороговато получается, но ничего лучшего до поры до времени никто не мог предложить.

Обрабатывать металл — дело куда более сложное, чем ткать узорчатые ковры или кружева. Точность тут нередко требуется ювелирная. Вот почему лишь после того, как развилась электроника, удалось создать станки-автоматы, которые могут обрабатывать самые фигурные детали и никаких копиров им не требуется.

Задание станку, программу его работы, «записали» отвер-

ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ



ствиями на длинной бумажной ленте. Каждое отверстие означало цифру: на сколько, на какую долю миллиметра должен станок передвинуть свой режущий инструмент — резец, сверло, фрезу. Поэтому такие станки стали называть станками с цифровым программным управлением.

Потом инженеры пришли к выводу, что вместо бумажной ленты лучше взять магнитную. Вроде той, что применяется в магнитофонах. Отверстия в ленте конечно пробивать не стали, а нанесли на ней магнитные метки, штришки. Одним словом, задание станку выдали на «магнитном языке». Электронные устройства хорошо понимают такой «язык».

Рулон магнитной ленты — это программа для обработки детали определённой формы. Другая лента — другая деталь. Удобно!

Лет двадцать назад цифровых станков-автоматов было немного, единицы. Сегодня — тысячи. Каждый пятый станок из выпущенных в последнее время — цифровой.

«УМНАЯ» КАРУСЕЛЬ

Хоть и разная работа у торговых автоматов и автоматических станков, а есть у них одно общее: работают они по программе. У газетного автомата она простая: бросил покупатель в щель две копейки, нажал на рукоятку — автомат выдал газету. У цифрового фрезерного станка — программа очень сложная. Это один вид автоматов. Они так и называются — программные.

А теперь я хочу рассказать про другой вид, про самые

АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ



распространённые автоматы. Они есть на кораблях и на самолётах, на электростанциях и на химических заводах. Даже в каждой квартире есть: в холодильниках, телефонах, часах.

Изобретены они тоже давно, около двух веков назад. Тогда на Алтае (вы об этом читали, наверное) первый русский теплотехник Иван Ползунов построил свою знаменитую «огнедействующую» машину. Она была громадной, высотой с пятиэтажный дом. В здоровенных цилиндрах вверх-вниз с шумом ходили поршни. Машина требовала много пара. Его получали в котле — медном баке, вмурованном в кирпичную топку.

Воду в котёл нужно было постоянно добавлять. Иначе бы она быстро выкипела. Чтобы не стоять всё время у котла, не следить за водой, Ползунов придумал несложный автомат. Он поместил внутри котла шар-поплавок и соединил его с клапаном, через который в котёл поступала вода. Автомат следил, чтобы котёл всегда был наполнен до одного уровня. Если уровень воды понижался, поплавок опускался вместе с водой, открывал клапан. Вода шла сильнее, и котёл наполнялся снова. А если, напротив, уровень повышался, то поплавок прикрывал клапан, уменьшал подачу воды.

Примерно тогда же другой изобретатель, Джеймс Уатт, в Англии тоже думал над тем, как усовершенствовать паровую машину. Чтобы ход её был равномерным, он сделал так: взял два тяжёлых металлических шара, прикрепил их к двум стержням, а стержни за концы подвесил к оси, вращавшейся от вала паровой машины. Получилось что-то вроде маленькой карусели. Уатт соединил её рычагами с паровым клапаном. Когда ход машины ускорялся, шары от быстрого вращения расходились

ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ



в стороны и тянули за собой рычаги. Клапан прикрывался. Пар в машину начинало поступать меньше, и скорость её восстанавливалась. Если же ход машины замедлялся, автомат подачу пара увеличивал.

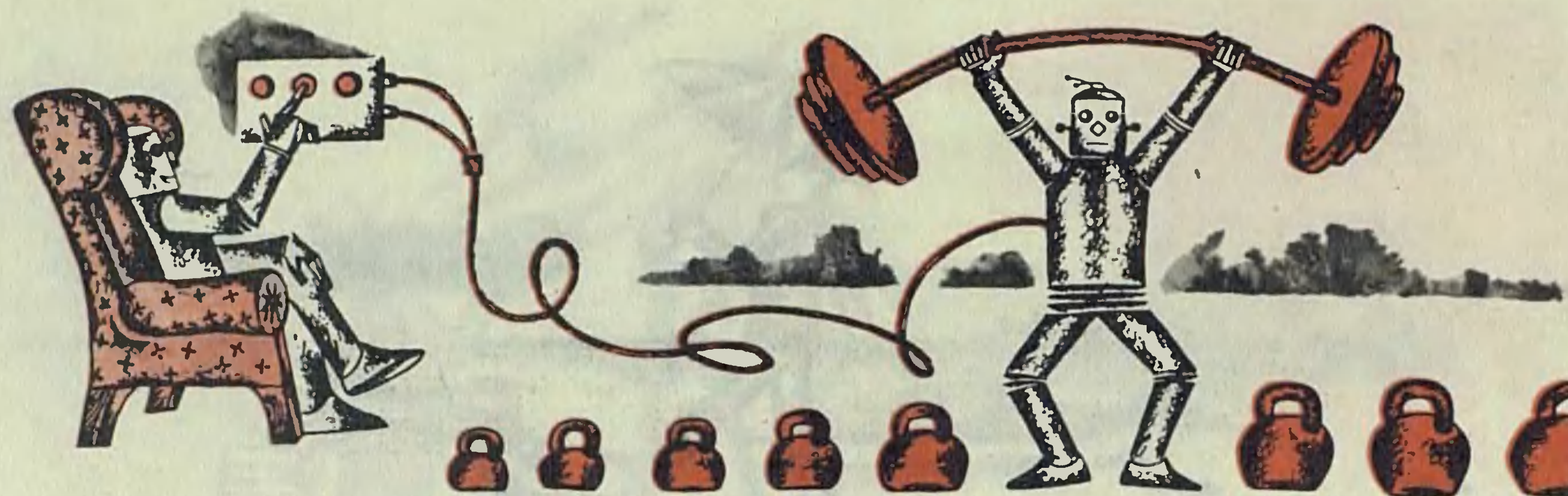
С развитием техники понадобились автоматы, регулирующие давление, температуру. Такие автоматы получили название регуляторов. Они стали управлять работой паровых котлов, турбин, химических аппаратов. Они освободили людей от необходимости постоянно следить за машинами. А многие машины вообще не смогли бы работать без регуляторов. Вот какие это важные автоматы!

РОЖДЕНИЕ НАУКИ

Во времена Уатта регуляторы с шарами делались «на глазок». И получалось. Машины были тихоходными, с огромными, тяжёлыми колёсами-маховиками. Управлять ими было легко. Регуляторы справлялись.

Так продолжалось лет шестьдесят—семьдесят. За это время паровые машины стали мощнее, быстроходнее. И тогда начались неприятности, которых никто не ожидал.

Всё чаще и чаще инженеры жаловались, что регуляторы Уатта работают из рук вон плохо. Вместо того чтобы плавно регулировать ход машины, они только «дёргают» её: то резко увеличат обороты вала, то резко уменьшат. Для этой «болезни» даже название придумали — «самораскачивание». Отчего она происходит и как «лечить» её, ни один инженер не мог сказать.



Первым за разгадку непонятного явления, как это ни покажется странным, принялся астроном, англичанин Джордж Эри. Дело в том, что для управления движением телескопов тоже применялись регуляторы, похожие на уаттовские.

Однажды, рассматривая в телескоп ночное небо, Эри заметил, что труба вращается неравномерно.

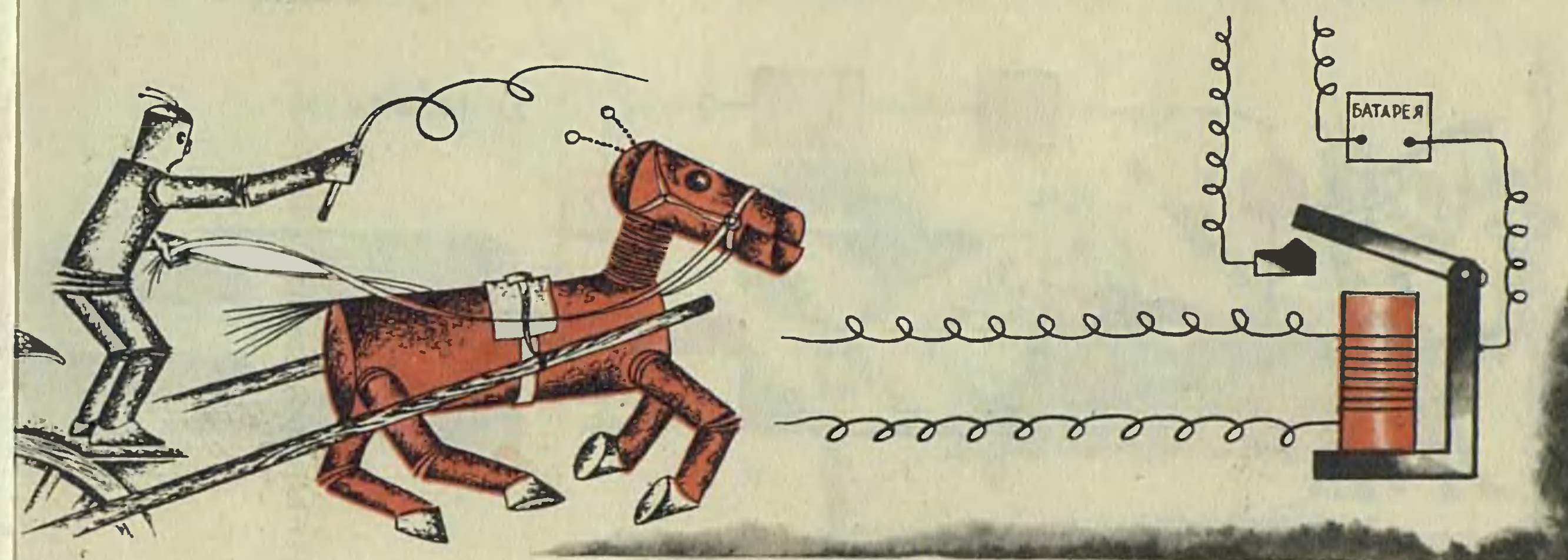
«Уж не испортился ли регулятор?» — подумал он.

Нет, прибор был в порядке. В чём же тогда причина? Эри начал выяснять её математическим путем. Задача оказалась сложной. Несколько лет затратил Эри, но так и не смог решить её до конца.

Потом исследованием странного поведения регуляторов занялся английский учёный Джемс Максвелл. Увы, и он, прославленный физик, ничего полезного для инженеров сделать не сумел.

Решил задачу о регуляторах русский учёный Иван Алексеевич Вышнеградский. Почему именно он? А потому, что Вышнеградский был не только учёным-математиком. Он был также прекрасным инженером и хорошо знал технику. Он доказал, что для новых быстроходных машин делать регуляторы, как прежде, «на глазок» уже никак нельзя. Их нужно строго рассчитывать и обязательно с учётом свойств машин, которыми они управляют. Вышнеградский нашёл довольно простой, но точный, инженерный метод расчёта регуляторов. И как только инженеры стали рассчитывать их «по-Вышнеградскому», дело пошло на лад.

С того времени и начала развиваться наука об автоматике. Теперь это большая, очень сложная математическая наука.



ЧЕМ РЕГУЛЯТОРЫ «ЧУВСТВУЮТ»

Не видя, не слыша, не осязая, мы — беспомощны. Так и регуляторы. И они не смогут управлять машинами, аппаратами, если не будут иметь своих «органов чувств». Только инженеры называют их иначе: датчиками.

Вспомним регулятор Ползунова. Какой он имел датчик?

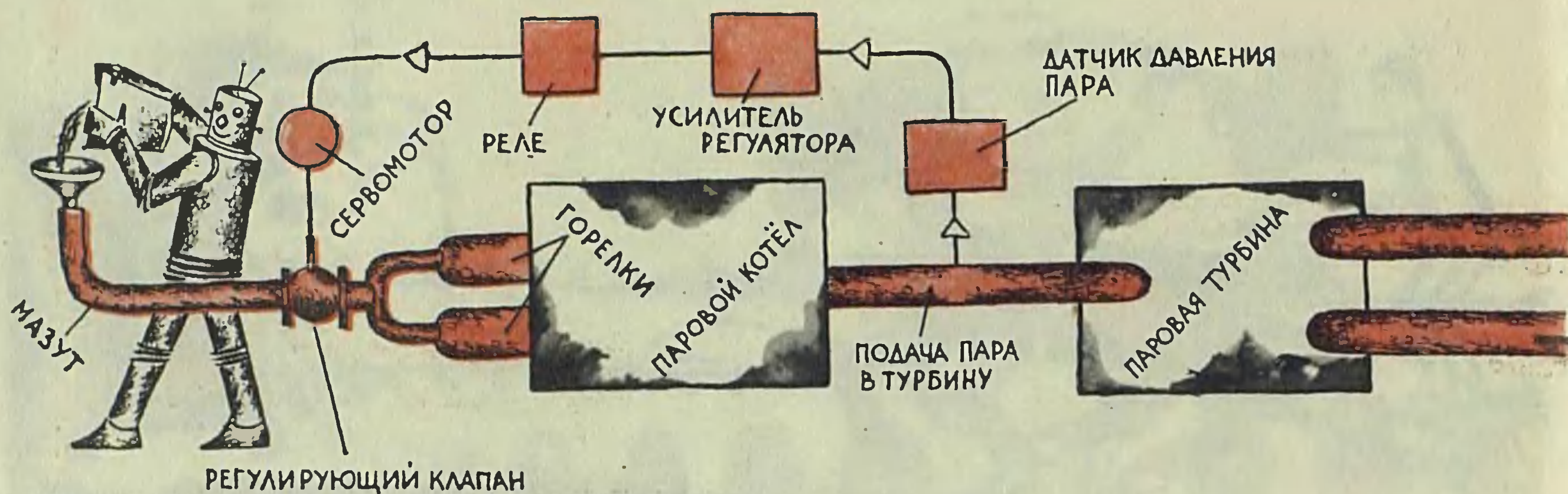
Ну, конечно же поплавков, который хорошо «чувствовал», сколько в котле воды: много, мало или как раз достаточно. А регулятор Уатта? Он должен был «чувствовать», с какой скоростью вращается вал машины, поэтому имел датчик совсем другой конструкции — расходящиеся шары. Очень хороший датчик! Двести лет прошло с тех пор, как он изобретён, исчезли паровые машины, а он всё ещё применяется. В любой современной турбине его можно встретить.

Если соединить кончики двух проводов из разных металлов (например, один провод взять медный, а второй из сплава константана) и кончики эти нагревать, то в проводах возникнет электрический ток. Чем выше температура нагрева, тем больше напряжение тока. Вот вам и датчик, «чувствующий» температуру. Его называют термопарой и широко применяют.

Есть датчики, которые «ощущают», что изменилось давление пара, или содержание одного газа в другом, или сколько протекает какой-нибудь жидкости по трубе. Инженеры стремятся использовать в датчиках разные физические явления.

У человека пять органов чувств. Датчиков для автоматов значительно больше, и «чувствуют» они нередко тоньше, чем наши пальцы, уши, глаза.

АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ



«МУСКУЛЫ» АВТОМАТОВ

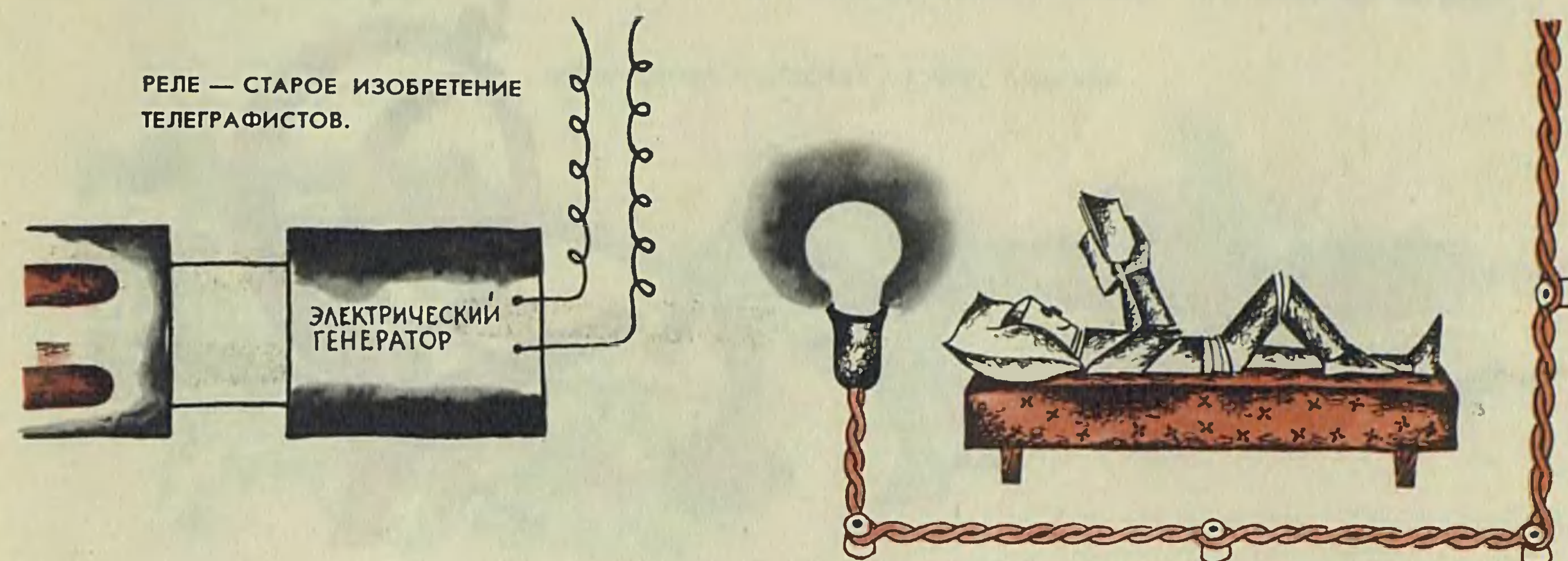
Без сильных мышц много не сделаешь. Решаем мы головой, а выполняем всё при помощи мышц. Берём ли что-либо руками, пишем ли, бегаем ли. Внутри нас работают более шестисот мышечных «моторов». И тут опять сходство: регулятору, чтобы управлять, тоже нужна сила. Правда, первые регуляторы никаких специальных «мышц», не имели. Их датчики были одновременно и органами чувств, и мышцами. Поплавков в регуляторе Ползунова и за уровнем воды следил, и водяной клапан двигал. В регуляторе Уатта шары тоже работали за двоих.

Для управления мощными котлами, турбинами от регуляторов потребовалась сила, и немалая. Ну а какая там сила, например, у поплавка? Большой клапан ему ни открыть, ни закрыть. И тогда инженеры снабдили регуляторы «мышцами», специальными двигателями. Им ничего не стоит открыть или закрыть какой угодно клапан. А командуют этими двигателями датчики. Такие регуляторы могут управлять любой турбиной, самой огромной, любым котлом-гигантом.

Чаще всего «мышцы» регуляторов — это электрические моторы. Но не всегда. Используется и сила сжатого воздуха, и масло, которое под большим давлением нагнетается в цилиндр с поршнем.

Однако, какой бы двигатель ни применялся: электрический, масляный или воздушный, называют его в автоматике одинаково — исполнительный механизм. «Исполнительный» потому, что самостоятельно он ничего не предпринимает. Он лишь исполняет «приказы» автомата.

ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ



СПАСИБО ТЕЛЕГРАФИСТАМ!

Инженеры ухитряются сделать так, чтобы датчики о своих «ощущениях» сигналили электрическим током. Но ток этот получается очень слабым, и его надо усиливать.

Усилитель тока немного похож на радиоприёмник. Все его детали: электронные лампы, полупроводники, сопротивления, конденсаторы — заключены в коробку. От датчика к усилителю подходят провода. По ним идёт слабый ток. От усилителя отходят другие провода. По ним усиленный ток отводится к прибору, который называется реле. Что это за прибор и для чего он?

Слово «реле» — французское. Старинное слово. Оно появилось в те времена, когда люди ездили ещё в конных экипажах — каретах и дилижансах. На дорогах тогда были устроены станции, где заменяли утомлённых лошадей свежими, отдохнувшими. Новая упряжка, не снижая скорости, везла пассажиров или почту дальше. Эти дорожные станции французы и называли реле. Но при чём тут автоматика? А вот при чём.

Когда проложили первые телеграфные линии, то обнаружилось неприятное явление. Пущенные по проводам телеграфные сигналы в пути ослабевали настолько, что до удалённых станций телеграммы не доходили. Тогда инженеры решили электрические сигналы несколько раз «перепрыгать» и создали своё, телеграфное реле. Это — катушка, обмотанная тонкой проволокой. Внутри катушки вставлен железный сердечник. Когда ток проходит по обмотке, сердечник намагничивается и притягивает к себе железную пластинку. Она называется якорем. Якорь замыкает провода, и к телеграфной линии

ТАК БЫЛ УСТРОЕН ГИРОСКОП ЛЕОНА ФУКО.



подключается электрическая батарея. В путь до следующего реле отправляется «свежий», сильный ток.

Конструкторам автоматики старое изобретение телеграфистов очень пригодилось. Они подсоединили реле к усилителю. Усиленный ток включает реле. Силы тока для этого хватает. А уж реле включает двигатель регулятора.

Там, где применяется автоматика, можно видеть сотни небольших пластмассовых и металлических коробочек. Это и есть реле. Инженеры справедливо говорят: «Без реле автоматизация была бы немыслима. Спасибо телеграфистам!»

ЭКСКУРСИЯ НА ФАБРИКУ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Когда поздно вечером подъезжаешь к большому городу, над горизонтом видишь золотистое зарево. Это горят тысячи уличных фонарей, светятся бесчисленные окна домов. На улицы и в дома электричество приходит с электростанций. Всё больше энергии требуют заводы, фабрики, железные дороги, стройки. Сейчас в нашей стране электричества вырабатывается в пятьсот раз больше, чем до революции. Через каждые десять лет выработка электрической энергии у нас утраивается. Строятся новые электростанции, увеличивается мощность существующих. Давайте посетим одну из них. Давайте посмотрим, как она работает и как ей помогает при этом автоматика.

Территория станции — просторная, много цветов. Огромные белые корпуса, а над ними высокие-высокие трубы. Слышится негромкий гул. Это гудят паровые турбины. Они вращают генераторы, машины, вырабатывающие электричество.



Зайдём в корпус, в котором установлены паровые котлы. Вот это котлы так котлы! Они поднимаются до самого потолка высоченного здания. Сложнейшие сооружения — и рядом никого. За их работой следят из специального помещения. Там — пульт управления. В глазах рябит от обилия приборов, кнопок, переключателей. За пультом сидят операторы. По приборам они видят, как работают котлы. Управляет котлами автоматика.

А где же она? В соседней комнате. Стоят здесь металлические шкафы — щиты. В них и сосредоточена вся автоматика.

Что значит управлять автомобилем, самолётом, трактором — ясно. А что значит управлять котлом? Дело это непростое, если перед вами котёл высотой с десятиэтажный дом.

В котле всегда должно быть достаточно воды. Об этом заботится регулятор уровня. Например, начинает уровень падать, датчик регулятора шлёт в усилитель сигнал. Усилитель сигнал этот усиливает и посылает дальше, к реле. Хлопнет реле — и заработает двигатель, исполнительный механизм. Он соединён с водяным клапаном. Клапан откроется побольше. Подача воды увеличится. А это как раз и требовалось.

Давление пара в котле тоже может стать и больше и меньше. Для турбин же необходимо, чтобы оно было одинаковым, постоянным. Если давление поднялось, убавляется подача топлива в котёл. Огонь в топке тогда поутихнет, вода медленнее начнёт испаряться, и давление пара снизится. Если нужно, наоборот, увеличить давление, подача топлива усиливается. Всё это делает регулятор давления пара.

Но если топлива в топку стало поступать больше, то и воздуха туда нужно подавать больше. Без воздуха топливо гореть



не сможет. Воздух в котёл нагнетает вентилятор. Ревёт он так, что, стоя рядом, разговаривать невозможно: не слышно голоса. Воздухом заведует особый регулятор.

Очень важно, чтобы не только давление, но и температура пара всегда была постоянной. Значит, необходим также регулятор температуры.

Вокруг котла много разных механизмов, насосов, аппаратов. Им тоже нужны свои регуляторы. И получается, что одним котлом управляют десятки автоматов.

Ушли в прошлое времена, когда труд у паровых котлов был изнурительно тяжёлым. Обливаясь потом, кочегары лопатами швыряли уголь в прожорливые топки. Теперь не так. Теперь котлами управляет автоматика и неплохо с этим справляется.

СЕРЬЁЗНАЯ ИГРУШКА

Наверное, нет на свете ни одного мальчишки, ни одной девчонки, которые бы не играли с волчком. Археологи находили волчки, которыми забавлялись дети египтян четыре и даже пять тысячелетий назад.

У волчка удивительное свойство. Поставьте неподвижный волчок — и он сразу же свалится набок. А быстро вращающийся? Щёлкните по нему — он только прыгнет в сторону и всё так же упрямо будет стоять. Когда волчок вращается, он стремится сохранить неизменным направление своей оси — «ножки».

Учёные давно хотели постичь законы движения волчка. Волчком занимались и великий Леонард Эйлер, и знаменитый Лагранж, и наш замечательный математик Софья Васильевна Ковалевская. В 1852 году французский физик Леон Фуко нашёл волчку неожиданное применение. При помощи волчка он показал, что земля вращается.

Для этого Фуко создал остроумный прибор. Главной его частью был волчок, отлитый из бронзы. Волчок находился внутри кольца. Кольцо могло поворачиваться на осях в другом кольце. А это второе кольцо висело на тонкой шёлковой нити, привязанной к подставке. Так было сделано для того, чтобы волчок мог свободно поворачиваться, куда захочет.

К наружному кольцу Фуко приладил длинную стрелку. Конец её находился как раз над шкалой с делениями. А чтобы видеть даже самое малое отклонение стрелки, перед шкалой

он поставил микроскоп. Свой прибор Фуко назвал гироскопом. В переводе с греческого это означает «указатель вращения».

Фуко унёс гироскоп в подвал (подальше от шума и сотрясений), установил на тяжёлом столе и приступил к опыту. На специальной разгонной машине он раскрутил волчок как можно сильнее. Затем укрепил его в кольце и стал наблюдать за стрелкой. Прошло несколько секунд — и кончик стрелки дрогнул, двинулся по шкале. Учёный затаил дыхание. Опыт удался! Всё происходило так, как он ожидал.

Земля поворачивалась. Вместе с нею стол и подставка гироскопа со шкалой. Кольца и стрелка оставались на месте. Повернуться им не позволял вращающийся волчок. Казалось же, что отклоняется стрелка. Обычный «обман» зрения.

— Я увидел под микроскопом вращение Земли! — сказал Фуко в докладе, который он прочёл французским учёным.

— Но я думаю, — продолжал знаменитый физик, — что мой прибор можно использовать не только для этого, и он ещё не раз сослужит нам добрую службу.

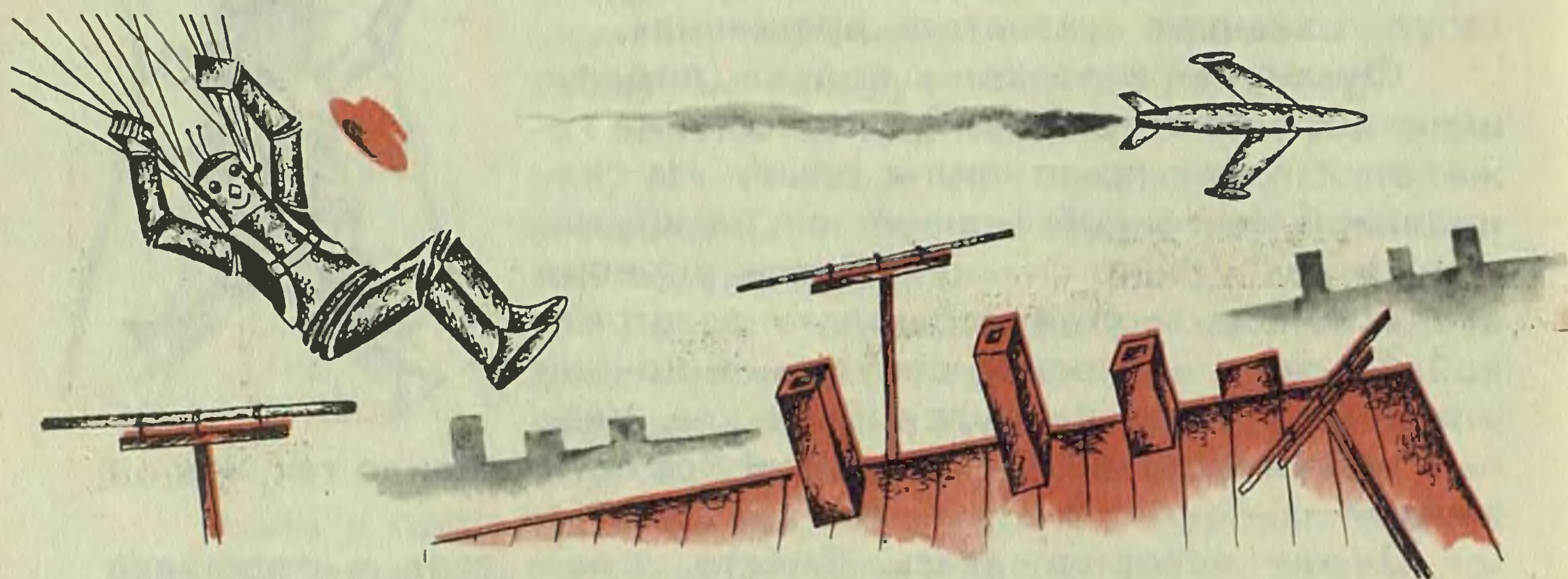


АВТОМАТИКА ЗА ОБЛАКАМИ

«Граждане пассажиры, наш самолёт летит на высоте десять тысяч метров, со скоростью девятьсот километров в час. Температура за бортом минус пятьдесят градусов...» Привычные слова бортпроводницы. Тот, кто много летал на пассажирских самолётах, знает их наизусть. Ровно гудят реактивные двигатели. В пилотской кабине на своих рабочих местах — рослые симпатичные лётчики. Но сейчас ведут машину не они. Управляет самолётом автопилот. День или ночь, ясная погода или туман — он ведёт огромную машину уверенно и точно.

Любопытно получилось. Ещё не было авиации, а мысль об автопилоте мелькнула. В 1894 году в одном из журналов Константин Эдуардович Циолковский напечатал статью: «Аэроплан или птицеподобная (авиационная) летательная машина». Он попытался представить, каким будет самолёт или, как тогда говорили, аэроплан. «Мне кажется, — писал учёный, — для управления аэропланом следует употребить маленький быстро вращающийся диск — гироскоп». На статью Циолковского тогда никто даже внимания не обратил.

АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ



Прошло около десяти лет. Однажды американский изобретатель Эльмер Сперри купил своим детям игрушку, обычный волчок. Игрушка показалась Сперри занятной. Он сам много раз запускал её и всё больше и больше удивлялся замечательному свойству волчка.

Сперри знал, что на военных кораблях, построенных из железа и стали, магнитные компасы работают неважно. Железо сбивало «с толку» магнитную стрелку. Флоту был нужен более надёжный компас.

«Вот над чем стоит поломать голову», — подумал Сперри. Он решил заменить магнитную стрелку волчком. Ведь если ось волчка установить в направлении север—юг и быстро закрутить, то она так и будет постоянно указывать одним концом на юг, другим на север. И пусть корабль поворачивается как угодно, волчок своего положения всё равно не изменит. Четыре года трудился Сперри, пока изобрёл гирокомпас.

Старший сын изобретателя Лоуренс был лётчиком. Сперри нередко слышал жалобы сына на неустойчивость самолётов. Тогда-то у него и появилась мысль применить гироскоп также для управления самолётом.

Сперри начал опыты, и к 1914 году автопилот был готов. Вскоре представился удобный случай показать его в действии. В тот год, летом, в Париже происходила Всемирная промышленная выставка. Тут и были продемонстрированы возможности нового автомата.

В один из июньских дней Лоуренс Сперри поднял в воздух трёхместный гидроплан. В самолёте кроме летчика находились механик и корреспондент газеты. Гидроплан описал круг. Зрители (а их немало собралось на выставке) замерли.

ПОВСЮДУ . . . АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ



На крыло самолёта вышел человек. Это был механик. А лётчик? Он поднял обе руки вверх. Самолёт летел, управляемый автопилотом.

Надо заметить, что автопилот Сперри изобрёл несколько рановато. Самолёты того времени были небольшими, полёты — непродолжительными. Но когда появились многоместные пассажирские машины, когда воздушные трассы протянулись на сотни и тысячи километров, автопилоты очень понадобились. В наше время на дальних маршрутах лётчикам всегда помогают автопилоты. Даже взлёт и посадку можно им доверить. Даже выполнение фигур высшего пилотажа!

Самолёт удерживать в равновесии гораздо сложнее, чем, скажем, автомобиль. Тот едет по твёрдой земле. Самолёт находится в воздухе. Он может «клюнуть» носом или, наоборот, «задрать» нос. Может наклониться на крыло. Может, наконец, сбиться с курса.

В автопилоте — три волчка, три гироскопа. Один «чувствует» наклоны носа самолёта. Нос отклоняется вверх или вниз, а ось волчка остаётся на месте. От этого возникает электрический сигнал. Включается рулевая машинка. Она поворачивает руль высоты так, чтобы выровнять самолёт. Так же работают и два других волчка: тот, что следит за креном, и тот, что — за курсом. Но только действуют они на свои рули.

Автопилоту помогает автоштурман. Он автоматически рассчитывает, сколько километров пройдено, где самолёт находится. В «памяти» автоштурмана хранится задание. Следуя ему, он «указывает» автопилоту, когда нужно изменить курс. И можно быть спокойным: самолёт прилетит туда, куда надо, точно и вовремя.



У МЕНЯ ЗАЗВОНИЛ ТЕЛЕФОН...

К телефону теперь так привыкли, что даже странным кажется, как это раньше без него обходились. Впрочем, возраст у телефона почтенный. Сто лет назад учитель школы глухонемых в американском городе Бостоне Александр Белл принёс в патентное бюро заявку. Он просил выдать ему патент на его изобретение — телефон. И надо же так случиться, двумя часами позже в патентное бюро пришёл другой американец, профессор Грей, и тоже попросил выдать ему патент на... телефон. Между Беллом и Греем разгорелся ожесточённый спор. Кто первым изобрёл телефон? Спор их разрешал суд. Он собирался более шестисот раз! Победа осталась за Александром Беллом.

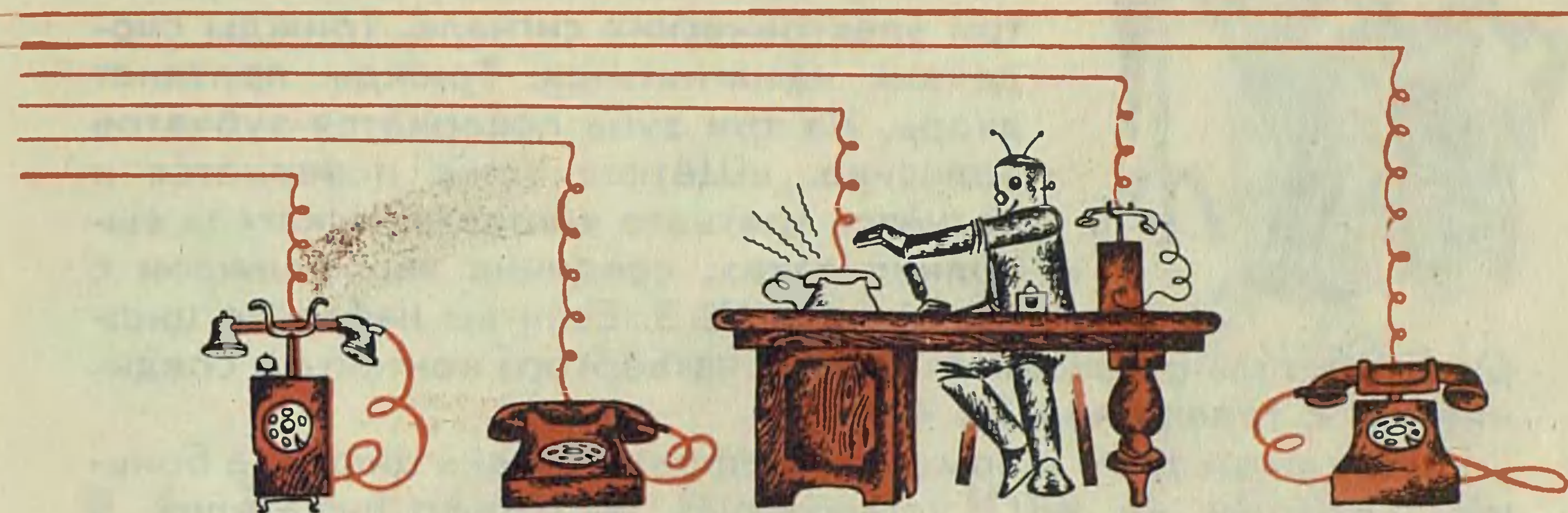
Немногие изобретения были признаны так же быстро, как телефон. Сначала, разумеется, он не был автоматическим. Звонили на телефонную станцию:

— Барышня, — обращались к телефонистке, — соедините меня, пожалуйста, с телефоном номер такой-то.

— Вызываю, — отвечала барышня и соединяла телефоны.

Работа телефонисток считалась одной из самых тяжёлых и нервных. В страшной спешке соединяли они телефон за телефоном. «Барышни» обязаны были помнить не только все телефонные номера в городе, но также фамилии абонентов, их адреса и профессии.

Первая автоматическая телефонная станция, АТС, заработала через шестнадцать лет после изобретения телефона. Большой надобности в ней ещё не было. Когда же в крупных городах телефонов стало много, «барышни» уже не могли быстро



выполнять заказы, ошибались. С тех пор АТС становилось всё больше и больше, а «телефонных барышень» всё меньше и меньше. Сейчас только в некоторых учреждениях, да если нужно позвонить в какой-нибудь маленький город, телефоны соединяются вручную. А все остальные — автоматически.

Вот вы сняли трубку. Слышите гудок. Это значит, что ваш телефон соединился с автоматической телефонной станцией, расположенной за несколько километров от вашего дома. Станция ждёт, когда вы сообщите ей номер того телефона, с каким вам нужно соединиться. Вы начинаете вращать диск номеронабирателя. Набрали, допустим, сначала двойку, и на станцию из телефона летят два электрических сигнала. Потом набрали пятёрку — пять сигналов уходят на АТС. А что происходит в это время на станции?

Главной частью любой АТС является так называемый искатель. Чтобы понять, как он работает, внимательно рассмотрите картинку. Искатель на ней изображён в сильно упрощённом виде, но суть художник передал верно. Предположим для простоты, что номер телефона состоит из одной-единственной цифры. На полукруглом щитке искателя — десять чёрных точек. Это контакты. К ним подведены провода от телефонов, с которыми может соединяться ваш телефон. Перед контактами — стрелка, «щётка». Поворачиваясь, она может коснуться любого контакта. К «щётке» подведён провод от вашего телефона. Через «щётку» телефоны и соединяются, требуется только, чтобы она коснулась нужного контакта.

А кто же «щётку» поворачивает? Реле. Железный сердечник, обмотка, якорь. Обмотка соединяется проводами с вашим телефоном. Якорь реле упирается в зубья колёсика.



Вам понадобилось соединиться с телефоном № 3. Вы набираете тройку. В обмотку реле один за другим поступают три электрических сигнала. Трижды сердечник намагнитится. Трижды притянет якорь. На три зуба повернётся зубчатое колёсико. «Щётка» тоже повернётся и коснётся третьего контакта. Искатель выполнил заказ: соединил ваш телефон с телефоном № 3. Если вы наберёте циф-

ру 4, «щётка» остановится против четвёртого контакта и соединит вас с телефоном № 4.

На самом деле в номере телефона не одна цифра, а больше. Поэтому на АТС установлено несколько искателей и устроены они значительно сложнее, чем наш.

За умение разбираться в цифрах телефоны относят к автоматам, которые называют логическими.

Сегодня во всех странах насчитывается более трёхсот миллионов телефонов. Говорят, что к 2000 году их будет около миллиарда. Обычным станет телефонный аппарат в легковом автомобиле, в самолёте, поезде. А с помощью искусственных спутников Земли телефон превратится во всемирный. Тогда позвонить куда-нибудь в Австралию или Южную Америку будет ничуть не сложнее, чем теперь к приятелю в соседний дом.





РАЗВЕДЧИКИ КОСМОСА

ЧЕГО НЕ ХВАТАЛО ИНЖЕНЕРУ ЛОСЮ?

Город обезлюдел. Выбитые окна пустых домов зияли чёрными дырами. Ещё совсем недавно шла гражданская война. Везде — следы разрухи. И в это время на улице Красных Зорь в Петрограде появилось удивительное объявление. Написанное от руки на листке серой бумаги, оно было приколото к облупившейся стене: «Инженер М. С. Лось приглашает лететь с ним на планету Марс. Желающих он просит явиться для личных переговоров от 6 до 8 вечера. Ждановская набережная, дом 11, во дворе».

Попутчик у Лося нашёлся — красноармеец Алексей Гусев. 18 августа они стартовали к загадочному Марсу.

Инженер Лось. Красноармеец Гусев. Вспомнили? Герои фантастического романа Алексея Толстого «Аэлита». А помните космический корабль, построенный Лосем, — огромное металлическое яйцо с узким горлом внизу? Двигатель корабля работал на «ультралиддите» — взрывчатом веществе необычайной силы.

Скоро старт. «Завинтив входной люк, Лось сел напротив Гусева.

— Летим, Алексей Иванович?

— Пускайте.

Тогда Лось взялся за рычажок реостата и слегка повернул его. Раздался глухой удар. Аппарат рванулся. Удары стали мягче. Лось прокричал:

— Поднялись.

Двигатель работал ровно, без сбоев. Лось закрыл лишние



краны в баках, взглянул на счётчик. Аппарат покрывал около пятисот километров в секунду».

Немного смешно это читать. Не правда ли? Межпланетным кораблём инженер Лось управлял, словно самым обыкновенным трамваем.

А вот другой космический корабль из романа английского писателя Герберта Уэллса «Первые люди на Луне». Конструктор корабля, учёный Кейвор сделал его в виде большого шара и покрыл слоем изобретённого им вещества «кейворита», непроницаемого для сил тяготения. И этот корабль, когда летел к Луне, тоже управлялся вручную. «Кейвор, — говорится в романе, — напряжённо работал. Он прыгал по шару с проворством, невозможным на Земле. Он то и дело отпирал и запирали кейворитные окна, делая при этом вычисления и посматривая на свой хронометр».

Космические путешественники были предоставлены самим себе. Никто на Земле не знал, что с ними, здоровы ли они, всё ли в порядке на борту корабля. Конечно, такие полёты возможны лишь в фантастических романах, да и то написанных много лет назад. Нет, совсем не так совершаются полёты в космос. Кораблям Лося и Кейвора не хватало очень важного: автоматики, радио, телевидения.

РАКЕТУ ВЕДУТ АВТОМАТЫ

Земля притягивает. Брошенный вверх камень не улетает далеко, возвращается. Чтобы преодолеть земное притяжение, необходимо развить огромную скорость. И это может сделать



ОТДЕЛИЛАСЬ ПЕРВАЯ СТУПЕНЬ РАКЕТЫ, ОТДЕЛИЛАСЬ ВТОРАЯ! ТРЕТЬЯ СТУПЕНЬ ВЫНОСИТ КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ НА ОРБИТУ.

только ракета. При скорости восемь километров в секунду она становится искусственной Луной, спутником Земли. Если скорость чуть больше одиннадцати километров в секунду, ракета выходит на орбиту вокруг Солнца. При скорости более шестнадцати километров в секунду — она улетает от Солнца в другие миры.

Скорости требуются колоссальные, и получить их долго не могли. Ракеты поднимались на сто, двести, триста километров, но лишь «заглянув» в космос, поворачивали к Земле. Не хватало скорости.

Как увеличить скорость ракет, было известно. Путь к этому нашёл Циолковский. Он доказал, что космическую ракету нужно делать многоступенчатой, то есть составленной из нескольких ракет. Двадцать лет назад такая ракета была создана в нашей стране. Она вынесла на околоземную орбиту первый в мире искусственный спутник. Началась космическая эра.

Теперь уже запущены сотни ракет, и всегда в космос их выводили автоматы. Даже в том случае, когда в космическом корабле находились космонавты. По космическим меркам, человек думает слишком медленно. Пока самый тренированный космонавт будет принимать решение, ракета пронесётся десять — пятнадцать километров. Вот почему автоматическое управление ракетой абсолютно необходимо.

Представьте, что мы на космодроме. Среди ажурных ферм стоит ракета. Через несколько минут она должна вывести на орбиту вокруг Земли космический корабль. Загрохотали двигатели. Откинулись фермы, и ракета сначала медленно, затем всё быстрее, быстрее пошла в небо.

Первое время она движется строго вертикально, чтобы по



ПЕРВАЯ МЯГКАЯ ПОСАДКА НА ЛУНУ.

самому короткому пути пройти плотные слои атмосферы. Они — помеха, мешают набирать скорость. За полётом следят автоматы. Достаточно ракете хоть немного отклониться от вертикали, как гироскопы дают команду повернуть рулевые двигатели, и она снова возвращается на заданный курс.

Строго вверх ракета летит всего несколько секунд. Потом автоматы должны повести её по гигантской дуге к орбите. Автоматически отделилась первая ступень. Скорость растёт. Отпала вторая ступень. Ещё больше возросла скорость. Третья, последняя ступень выносит в космос заатмосферный корабль.

На космодроме довольны. Корабль-спутник — на расчётной орбите. Автоматы сработали чётко, не подвели.

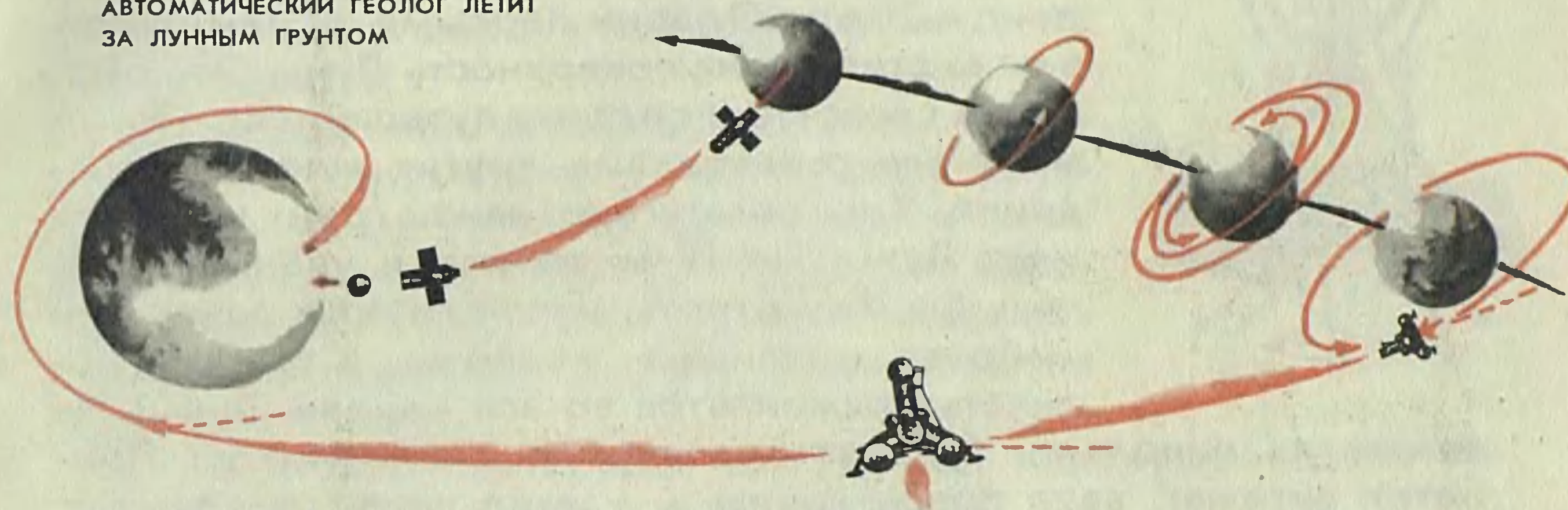
РЕПОРТАЖ ИЗ ОКЕАНА БУРЬ

Луна — наша самая близкая космическая соседка. До неё «всего» четыреста тысяч километров, а не десятки и сотни миллионов, как, например, до Марса или Венеры. Прежде чем лететь к планетам, нужно было попробовать добраться до Луны.

Но как там, на Луне? Не опасно ли для человека? Английский ученый Голд считал, что очень опасно. Луна, предупреждал он, покрыта толстым слоем пыли. Космический корабль моментально утонет в ней. При его посадке с лунных гор двинутся пыльные лавины, засыпая всё вокруг.

Страшную картину нарисовал Голд. Так ли это в действительности? Начался упорный штурм Луны. Одна за другой уходили в космос советские автоматические станции. Они подлетали к Луне, фотографировали её, но плавно опуститься на лун-

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ГЕОЛОГ ЛЕТИТ ЗА ЛУНЫМ ГРУНТОМ



ную поверхность ещё не «умели». Чтобы создать автомат, способный прилуниться, нужно было накопить опыт полётов к ночному светилу. И он накапливался. В один прекрасный день мир узнаёт поразительную новость: советская автоматическая станция «Луна-9» совершила мягкую посадку на Луну! Первая! А началось всё так.

В морозный январский день 1966 года с космодрома Байконур отправился в далёкий путь очередной автоматический лунник. Сделав виток вокруг Земли, он взял курс на Луну.

Как и все космические автоматы, лунник был обвешан приборами, баками, обвит трубками. Загадочной казалась лишь серая «груша» на конце его. Когда до Луны осталось около семидесяти километров, «груша» начала раздуваться, превратилась в большущий «мяч». Включился двигатель. Меньше чем за минуту космическая скорость была погашена.

Луна рядом. «Мяч» отделился от аппарата, упал на Луну, подпрыгнул и распался надвое. На лунной поверхности осталась лежать его сердцевина — автоматическая станция. Надутые газом половинки «мяча», как подушки, смягчили её падение. Откинулись лепестки антенн. Станция сделалась похожей на цветок. По команде с Земли «телеглаз» стал осматривать окрестности.

Занималось лунное утро. Автомат лежал в Океане Бурь, на твёрдой равнине, усеянной камнями. Над горизонтом чернело лунное безоблачное небо. Детали станции и камни отбрасывали резкие тени. Хорошо был виден лепесток антенны, совершенно чистый. Где же страшная лунная пыль? Зря опасался английский астроном. На такую поверхность может опуститься даже тяжёлый корабль.

ЗЕМЛЯ — ЛУНА И ОБРАТНО



Американские космонавты Нейл Армстронг и Эдвин Олдрин первыми из землян отважно ступили на поверхность Луны. Это было очень сложное и опасное путешествие. Потом мы стали свидетелями других лунных экспедиций. Космонавты доставили грунт из шести мест Луны. Но Луна велика, и учёным хотелось бы посмотреть, какой грунт в разных её «морях», «заливах», «озёрах». Стоит ли посылать космонавтов во все районы Луны? Не

лучше ли направить туда автоматических разведчиков? Прилетел автомат, взял пробу грунта и улетел назад, на Землю.

Создать лунную машину неизмеримо труднее, чем любую земную. Днём поверхность Луны нагревается до ста двадцати градусов, а ночью охлаждается до ста пятидесяти. Две недели жара, потом две недели ужасный холод. Воздуха на Луне нет, а в пустоте металлические части могут намертво срастись. Именно те части, которым как раз двигаться положено. И вот в таких «адских» условиях автоматическая станция должна надёжно работать.

В Калуге, в Музее истории космонавтики, я видел высокую пирамиду из блестящего металла. Это — станция «Луна-16», первый лунный геолог-автомат. Двойник той, что побывала на Луне. Четыре широко расставленные «ноги», двигатели, различная аппаратура, а на самом верху — коричневый шар, чуть побольше футбольного мяча. К шару прижата тонкая «рука» с буровым механизмом.

Осенью 1970 года станция покинула Землю. Через пять дней она подлетела к Луне и стала лунным спутником. Команду на посадку дали ей не сразу. Не торопились. От того, как прилунится станция, зависело самое главное: удастся ли взять грунт, состоится ли старт с Луны.

«Можно, пора», — решает Земля. Станция сходит с орбиты. Автоматы удерживают её в строго определённом положении. Поверхность Луны всё ближе. Снова включается основной двигатель, тормозит станцию. Луна совсем близко. Заработали двигатели малой тяги. Они осторожно подводят пирамиду к Луне. И наконец «ноги» её, «обутые» в круглые башмаки, мягко касаются тёмного грунта. Есть! Станция в Море Изобилия.

Теперь нужно взять грунт. «Рука» опускает буровой механизм, прижимает его к лунной поверхности. Бур заработал.

Столбик лунной «земли» длиной тридцать пять сантиметров добыт. «Рука» движется наверх, к шару-контейнеру, перекладывает добычу внутрь шара, и крышка его накрепко захлопывается.

Большая часть пирамиды осталась на Луне. Домой стремительно, как снаряд, полетела небольшая ракета, а Земли достиг лишь шар с лунным грунтом. Со скоростью метеора ворвался он в атмосферу. Раскрылся оранжевый парашют, и шар-контейнер начал медленный спуск.

С нетерпением ждали его учёные. Какой он — грунт из Моря Изобилия? Какие у него свойства?

Спустя полтора года к Луне полетел второй советский геолог-автомат, станция «Луна-20». Она села и взяла пробу грунта среди лунных гор. А прилуниться в горном районе, каждому ясно, куда труднее, чем на равнине. В августе 1976 года — новое большое достижение науки. Станция «Луна-24» опустилась в Море Кризисов и пробурила его «дно» на глубину двух метров!

Что ни полёт, то сложнее и ответственнее задания ставились. Но лунные автоматы неизменно выполняли их на отлично. «Умные машины», — сказал о лунниках один мой знакомый. И я с ним полностью согласен. Точно сказано!



ЛУНОХОД И МАРСОХОД

О передвижной лунной лаборатории учёные мечтали давно. Хорошо иметь такой автомат. Изучил он какой-то один район Луны, перебрался в другой, потом в третий.

Осуществилась эта мечта семь лет назад, когда на Луну, в Море Дождей, опустилась советская станция с первым луноходом.

Фантасты не раз описывали машины для передвижения по планетам. Этаких железных пауков. А луноход двигался на восьми колёсах. Они оказались надёжнее и механических ног, и даже гусениц. Правда, устроенные не совсем обычно. Внутри каждого колеса был поставлен свой электромотор. Луноход двигали сразу восемь моторов. Надёжность лунной машины от этого значительно увеличивалась. Если бы один или два отказали — не беда, остальные, исправные вытянули бы.



Большинство земных машин охлаждается воздухом. Но где же его возьмёшь на Луне? Поэтому корпус лунохода заполнили газом. При помощи вентилятора заставили газ двигаться между приборами, обдувать их. Лунным днём, в жару, газ был холодным, так как охлаждался в специальном холодильнике. Ночью же, чтобы защитить приборы от переохлаждения, газ, наоборот, подогревался. Всё это конечно делалось автоматически.

В луноходе много разной автоматики, но движением его управляли с Земли по радио. Командир, водитель, штурман, бортинженер и оператор — пять человек вели по Луне автоматическую лабораторию.

Управление луноходом-автоматом — дело совершенно новое, сложное и очень ответственное. До Луны радиосигнал летит около секунды, и столько же ему нужно на обратный путь. А это чревато неприятностями. Скажем, луноходу послана срочная команда «стоп». Он не сразу её выполнит. Целую секунду и даже больше будет двигаться, пока не долетит команда. А мало ли что может произойти за это время? На Луне дорог ещё не проложили. Повсюду камни, кратеры, рытвины. Недолго и перевернуться. Впрочем, автоматика лунной машины тоже была начеку. Если крен становился опасным, она мгновенно останавливала луноход, не дожидаясь указаний с Земли.

Днём луноход работал, а когда наступала долгая лунная ночь, замирал, ждал появления Солнца. Потом снова двухнедельный рабочий день. Давно прошли намеченные сроки, а луноход продолжал неумолимо трудиться. Уже, так сказать, сверх программы. Работал он десять с половиной месяцев и



за это время проехал по Луне более десятка километров. Телевизионные «глаза» его передали на Землю двадцать тысяч снимков Луны. Была выполнена огромная научная работа.

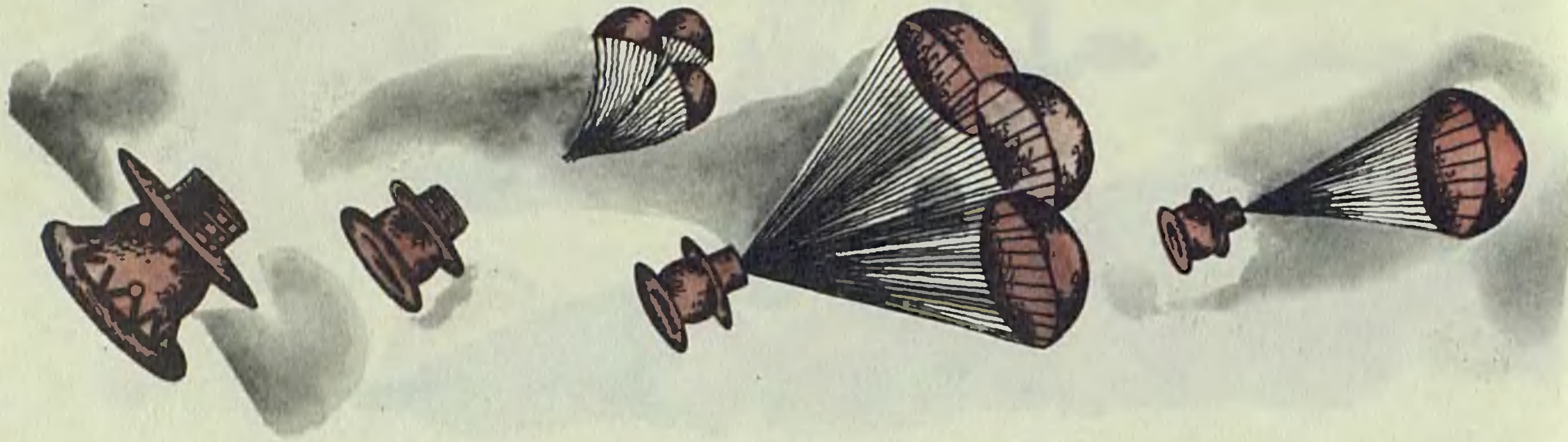
Его сменил «Луноход-2», рейс которого принёс новые знания о Луне.

Рождается инопланетный транспорт, передвижные автоматические лаборатории. На очереди марсоход. Он будет устроен во многом иначе, чем луноход. Уж очень удалена от нас красная планета. Радиосигналы идут туда не секунды, а минуты. По этой причине управлять движением марсохода с Земли невозможно. Он должен сам, своим электронным «мозгом» решать, как лучше обойти препятствие, куда двигаться, металлическими «руками» без подсказки с Земли собирать образцы марсианских камней. Только в редких случаях Земля будет вмешиваться в его работу, приходить на помощь.

К «ПЛАНЕТЕ ЗАГАДОК»

Вечером на западе, а утром на востоке можно видеть яркую звезду. Только вечером или утром. Ночью никогда. Это — планета Венера. Её называли «сестрой» Земли. Она лишь чуть-чуть меньше Земного шара и ближайшая к нам из планет.

Поверхность Венеры не видел никто. Мешает густой слой облаков. Есть ли на Венере моря, океаны, леса? Одни астрономы считали её планетой с прекрасным климатом. Другие — раскалённой пустыней. Триста лет она оставалась таинствен-



ной планетой. Даже с помощью радиотелескопов, оснащённых гигантскими антеннами, точных сведений о «планете загадок» получить не удалось. Учёные по-прежнему спорили. Оставалось надеяться на космические аппараты, которые смогут опустить на эту планету приборы или хотя бы пролететь невдалеке от неё.

Лететь к Венере можно не всегда. Через каждые девятнадцать с половиной месяцев наступает «астрономическое окно», когда расположение Земли и Венеры — самое выгодное для межпланетного перелёта. Правда, путь всё равно не близкий.

Нужно преодолеть около трёхсот миллионов километров. Это более четырёх месяцев непрерывного полёта в космическом пространстве.

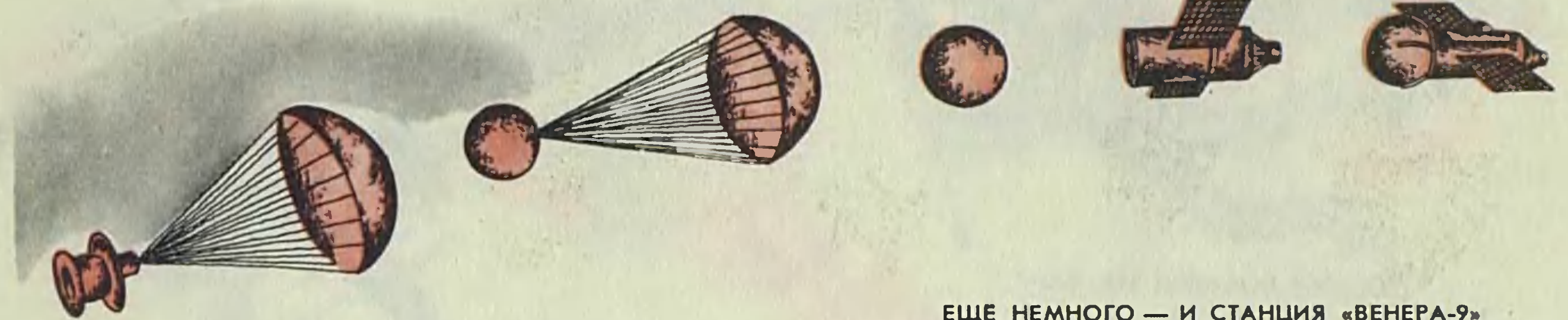
Осенью 1967 года советская автоматическая станция доставила на «планету загадок» первые научные приборы. Потом ещё четыре наших космических аппарата опустились на Венеру.

Тайны начали приоткрываться.

Выяснилось, что Венера действительно очень горяча. Её поверхность раскалена почти до пятисот градусов. При этой температуре могли бы течь свинцовые реки. А давление там такое, как у нас в океане на глубине километра.

Но самая большая новость пришла, когда спускаемый аппарат станции «Венера-9» в октябре 1975 года прислал на Землю фотографию горячей планеты. Рассматривали её учёные и удивлялись.

Вот тебе и на! Думали увидеть гладкую пустыню, а увидели камни. Они разбросаны вокруг. Плоские, с острыми краями.



ЕЩЕ НЕМНОГО — И СТАНЦИЯ «ВЕНЕРА-9» ОПУСТИТСЯ НА «ПЛАНЕТУ ЗАГАДОК».

Такие камни могли получиться при извержении вулканов и не так уж давно. Выходит, Венера, как говорят геологи, планета «живая». Там извергаются вулканы. Она содрогается от венеротрясений. Раньше полагали, что эти грозные силы давно на Венере отбушевали.

Спускаемый аппарат — большой, в рост человека шар проработал на раскалённой Венере около часа. В два раза дольше, чем планировалось инженерами. Больше приборы не выдержали.

А в это время другая часть станции, орбитальный отсек, кружила вокруг планеты. Первый искусственный спутник Венеры принимал сигналы спускаемого аппарата и пересылал их на Землю. Ему ещё долго предстояло кружить, фотографируя загадочные венерианские облака.

Три дня спустя к Венере подлетела вторая станция. Она прислала ещё один «портрет» облачной планеты.

Кто-то может спросить: «Да зачем нам к Венере посылать автоматические станции, изучать её? Жарища там страшная, воздух для дыхания не годится. Может быть, не нужно?» Нет, нужно.

Почему на Венере стало так жарко?

Почему возникли эти ужасные вечные облака?

Не грозит ли то же самое и нашей планете?

Быть может, придёт время, и люди изменят условия на Венере. Рассеют облака. Планета остынет. На ней вырастут леса. Венерианская атмосфера насытится кислородом. И тогда Венера превратится в планету с благодатным климатом, в настоящую «сестру» Земли.



ТРУДНАЯ ПОСАДКА НА МАРС.

ГЛАВНАЯ ТАЙНА

Неужели только на Земле есть жизнь: растут леса, водятся разнообразные животные, птицы, рыбы, насекомые? Это всегда казалось невероятным.

Из соседних планет Марс — самая подходящая для жизни. Правда, человек там без скафандра не прожил бы и секунды. Атмосфера на Марсе крайне разрежённая. Но марсианские существа, наверное, могли бы как-то приспособиться.

В 1877 году итальянский астроном Джованни Скиапарелли разглядел на Марсе тонкие линии. Скиапарелли назвал их каналами. А кто эти каналы мог прорыть? Разумные марсиане?

И вот к Марсу подлетели автоматические станции, сфотографировали его. И оказалось, что поверхность Марса изрыта кратерами, испещрена глубокими бороздами. Цепочки кратеров, борозды, ущелья и были, вероятно, приняты за каналы.

Ну ладно, марсиан на Марсе нет. А животные, растительность, микробы, наконец?..

Не было у американцев более сложной космической станции, чем «Викинг». Она готовилась к полёту, чтобы выяснить: есть жизнь на Марсе или нет.

Для надёжности послали одну за другой две одинаковые станции. Летели они долго, одиннадцать месяцев. Первый «Викинг» приблизился к Марсу в июне 1976 года, начал кружить вокруг красной планеты. Когда учёные по фотографиям, присланным станцией, выбрали на Марсе место поровнее, они дали команду на посадку.



«Викинг» разделился на две неравные части. Меньшая ринулась вниз. Бóльшая осталась на орбите.

В то время Марс находился от нас на расстоянии 340 миллионов километров. Радиосигнал преодолевает такое расстояние почти за девятнадцать минут. Посадкой руководила бортовая электронная машина.

Над спускаемым аппаратом распахнулся огромный парашют. Потом включились тормозные ракеты, и «Викинг» с лёгким ударом стал «ногами» на ржаво-красную марсианскую почву.

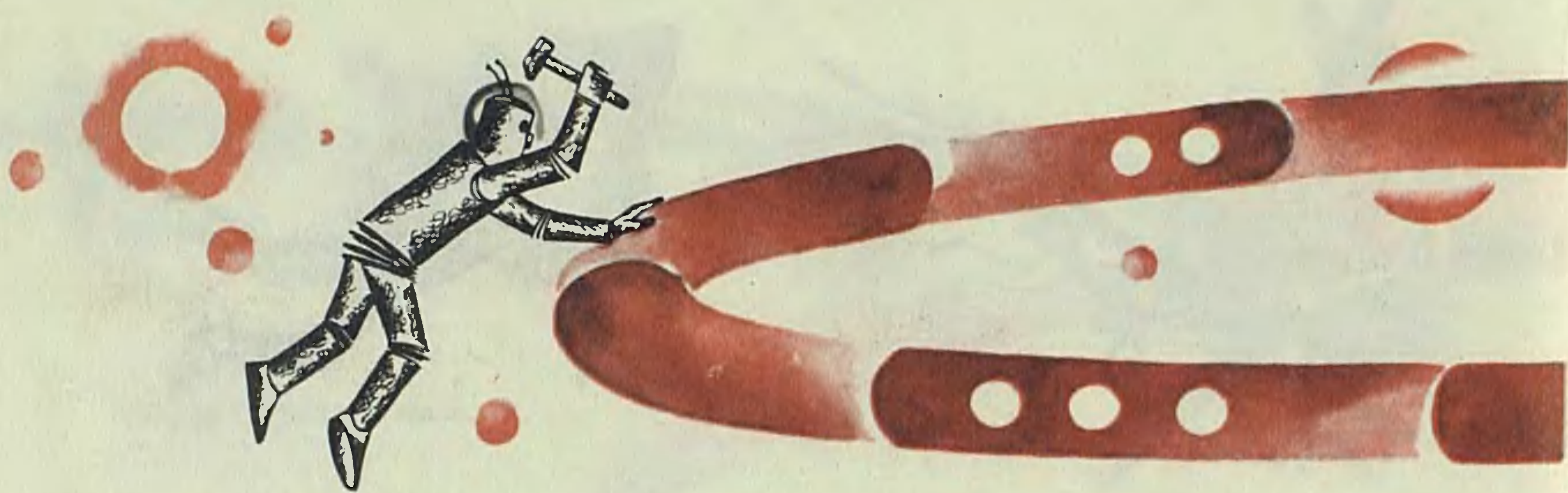
Первым делом он начал фотографировать Марс. Он передавал снимки на орбитальный блок, а тот по радио переправлял их на Землю. Цветные фотографии получились чёткими, ясными. Красноватая пустыня. Над ней розовое небо. Ни кустика, ни травинки. Робот принялся за поиски микробов.

Трёхметровая, складная рука зачерпнула грунт и пересыпала в биологическую лабораторию. Грунт попал в питательный раствор. Поглощая эту пищу, микробы должны были вырабатывать газы. Действительно, началось сильное выделение углекислого газа и кислорода. Другие опыты тоже указали на возможность жизни.

Второй «Викинг» примарсился севернее первого. И его приборы сообщили: жизнь на Марсе не исключена.

Учёные твёрдого «да» пока не говорят, но уверенности у них значительно прибавилось. «А вдруг там под камнями, — сказал известный астроном Карл Саган, — прячутся тараканы».

А вдруг?



ИДУЩИЕ ВПЕРЕДИ

Космос полон тайн. Вот Луну и автоматы исследовали, и космонавты, а сколько ещё там неизвестного, даже загадочного. А уж что говорить про Марс, Венеру. Про Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун — огромные, страшно далёкие планеты. Одно несомненно: на других планетах условия для человека крайне суровые.

Первыми в космос отправились автоматические спутники и межпланетные станции. Автоматы шли и будут идти впереди. Они — космические разведчики. Сразу посылать человека к планетам — безумный риск. Да нынешней технике это пока и не под силу.

Но дело не только в риске. Давайте сравним пилотируемый космический корабль и автоматическую межпланетную станцию. Корабль — это дом, в котором космонавты должны жить и работать многие месяцы. Для того, чтобы в этом доме создать условия, пригодные для жизни, нужны сложные аппараты. Необходимо запастись пищей, водой, кислородом или вырабатывать всё это в самом корабле. Устройство корабля получается сложным.

Космическому автомату, разумеется, ни пищи, ни воды не требуется. Никаких удобств, так необходимых человеку, создавать для него не нужно. Конструкция автомата поэтому проще, больше места остаётся для научных приборов. Автомат может выдержать и жар, и холод, и огромные, губительные для человека перегрузки. А если, случится, и не выдержит, жаль конечно, но не такая уж это беда. Главное, что никто не погибнет.



Корабль с космонавтами должен благополучно вернуться на Землю. Межпланетному автомату возвращаться не обязательно. Выполнив свою задачу, он, как было уже не раз, навечно остаётся в космосе или на другой планете. Полёт автомата обходится значительно дешевле, чем корабля с экипажем. То же важное преимущество.

Всё это совсем не значит, что удел человека лишь принимать сообщения космических автоматов, путешествующих по Марсу или Венере. Мужества и бесстрашия космонавтам не занимать. Они обязательно побывают и в просторах Вселенной, и на других планетах.

Но всему своё время.

Сейчас довольно хорошо освоены околоземные орбиты. Их нужно обживать в первую очередь, создавать орбитальные станции, а разведку дальнего космоса поручить автоматам. Так оно и происходит. Автоматы летают в космос в двадцать—тридцать раз чаще людей.

Впрочем, и в ближнем космосе автоматам найдётся немало работы. Когда вокруг Земли летала орбитальная станция «Салют-4», к ней послали корабль. Космонавтов на нём не было. Он нашёл станцию, осторожно приблизился к ней и состыковался. Через три месяца отделился и возвратился на Землю. Это был опыт, проба.

В недалёком будущем автоматические корабли смогут доставлять на орбитальные станции грузы, научное оборудование, почту.

Благодаря нашему спутнику «Молния», жители Дальнего Востока смотрят телевизионные передачи из Москвы. Если таких спутников запустить несколько, то можно создать всемир-



ное телевидение. Захотел — смотришь передачу из Парижа, захотел — из Нью-Йорка или Токио.

Или возьмём метеорологические спутники. Это настоящие погодные лаборатории в космосе. За время одного оборота вокруг Земли такой спутник собирает о погоде в сто раз больше

сведений, чем все земные метеорологические станции.

Из космоса виднее. Спутники помогают геологам в разведке полезных ископаемых. Географам — при составлении карт. Капитанам — определять местонахождение судов. Рыбам — искать рыбу в морях и океанах.

Советские спутники знаменитой серии «Космос» исследуют воздушную оболочку и магнитное поле Земли. С их помощью учёные смогли вынести за пределы атмосферы телескопы и провести важные наблюдения.

Видите, сколько профессий у космических автоматов! Профессий очень полезных и нужных.





НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО»

НОВАЯ НАУКА

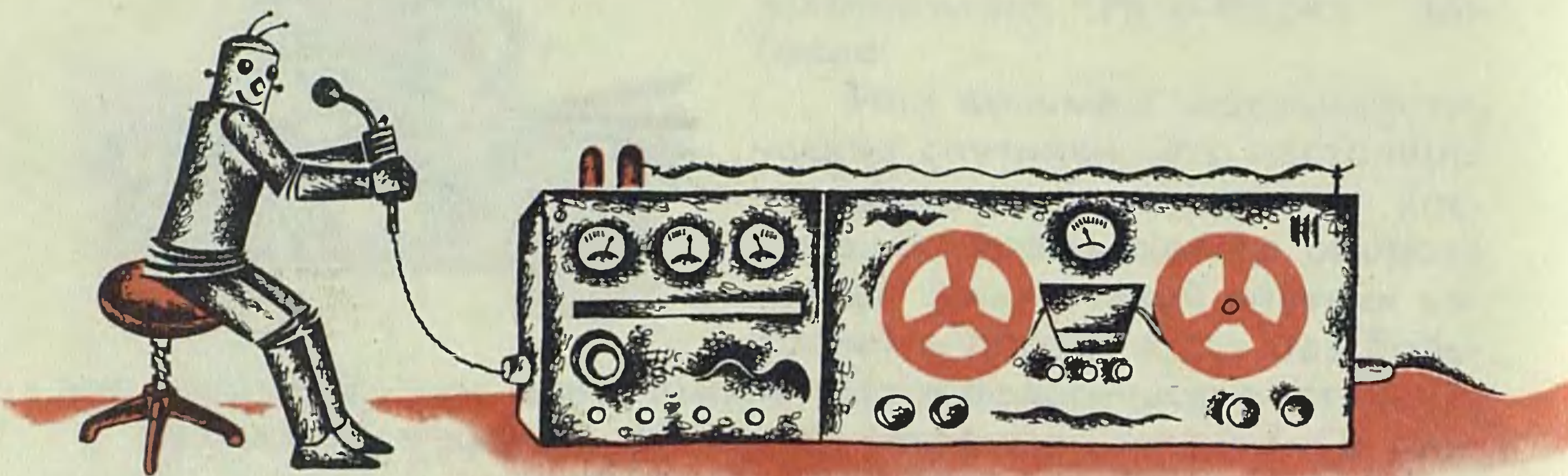
Об этом учёные давно смутно догадывались, но всё равно многие из них были удивлены, когда прочли книгу Норберта Винера. О чём же эта книга и кто её автор?

Маленького Норберта считали «вундеркиндом», ребёнком с исключительными способностями. К семи годам он прочёл книги знаменитых учёных. В тринадцать — уже занимался в университете. В восемнадцать — получил учёную степень доктора философии. Свободно говорил на тринадцати языках.

Винер стал известным американским математиком. Среди учёных у него было немало друзей. Собираясь вместе, они часто говорили о том странном положении, которое сложилось в науке. Когда-то учёный, например, такой, как Ломоносов, мог быть одновременно и физиком, и химиком, и астрономом, и филологом — знатоком языка, да ещё поэтом и художником. Времена эти давно прошли и не потому, что перевелись талантливые люди. Колоссально разрослась наука. Нынешний учёный уже не может назвать себя просто физиком, а непременно должен добавить, что конкретно в физике он изучает. Учёные разных специальностей перестали понимать друг друга.

Грянула вторая мировая война. Винер занялся совершенствованием управления зенитным огнём. Управлять зенитками, стреляющими по скоростным самолётам, невозможно без автоматических устройств. И тут учёный подметил одно важное обстоятельство: управляет ли орудием человек или автомат, делают они это очень похоже. В сущности, оба стремятся к одному: уменьшить разницу между тем, как снаряд летит к цели, и тем, как он должен лететь, уменьшить отклонение снаряда от вражеского самолёта.

НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО». НЕОЖИДАННОЕ



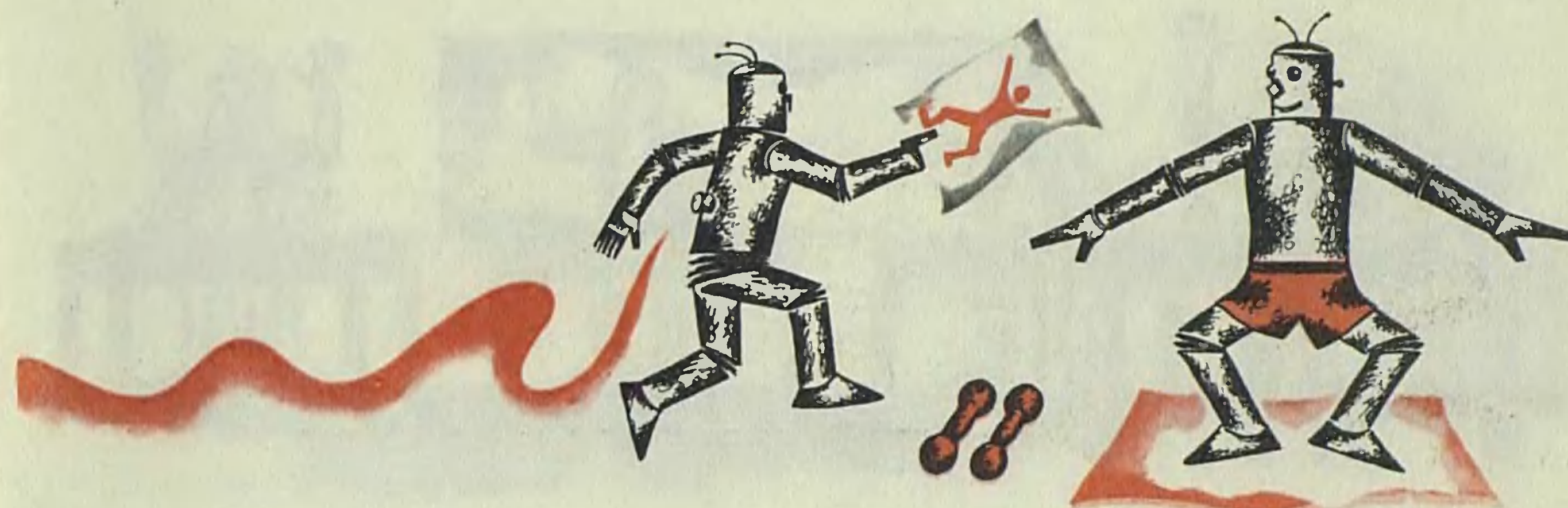
Раздумывая над своими наблюдениями, Винер всё твёрже убеждался в том, что законы управления вообще везде одинаковы, всеобщи. Не важно кто или что, кем или чем управляет, автомат ли рулём корабля или мозг нашими руками и ногами. И когда Винер понял это, он написал свою знаменитую книгу «Кибернетика или управление и связь в животном и машине». Она вышла в 1948 году. Кибернетикой Винер назвал науку о всеобщих законах управления.

Вокруг новорожденной разгорелись жаркие споры. Мысль о «родстве» человека и машины некоторым показалась крайне глупой. Кое-кто поспешил даже назвать кибернетику ложной наукой. Конечно это не могло остановить развитие кибернетики. А шло оно чрезвычайно стремительно. Кибернетика начала объединять далёкие, казалось раньше, науки, искусство с наукой. На общие темы вдруг заговорили инженер и врач, композитор и специалист по вычислительным машинам, биолог и математик. Споры до сих пор не утихли. Многие вопросы стоят открытыми. Каких пределов достигнут кибернетические машины? Будут ли они способны к творческой работе? Можно ли создать искусственный мозг? В науке без споров, обойтись нельзя. Особенно в такой сложной и обширной, как кибернетика.

ЗАЧЕМ ЧЕЛОВЕКУ НОС?

Мы постоянно узнаём что-то новое. От других людей. Из книг, газет, журналов. Из телевизионных передач и кинофильмов. Все эти разнообразные сведения, что постоянно текут к нам, учёные называли одним словом «информация».

«РОДСТВО» . . . НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО»

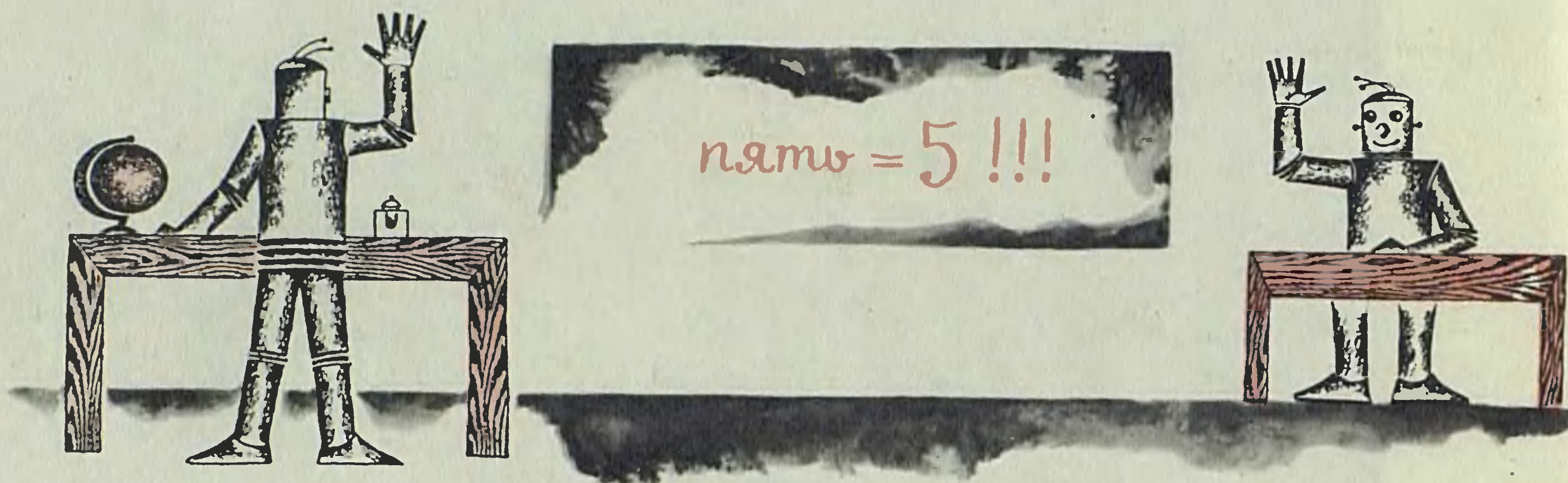


Свойства информации необычны. Если у вас есть яблоко и вы его съедите, яблока, естественно, не станет. Информация ведёт себя иначе. В книге после того, как её прочтут пусть даже сто человек, информации несколько не уменьшится. Разве не интересное свойство? Или так. Если к одной коробке конфет прибавить ещё одну, то конфет станет вдвое больше. А в двух, трёх и даже десяти одинаковых книгах содержится ровно столько же информации, сколько в одной-единственной.

Учёные искали способ измерять количество информации. Как это сделать? Ни весы, ни линейка тут не помогут. Выход всё же нашли.

В жизни часто приходится обращаться с вопросами, на которые можно ответить либо «да», либо «нет». Вот и решили считать, что ответ на такие простые вопросы содержит одну единицу информации. Назвали её английским словом «бит». Значит, когда вы спрашиваете своего товарища: «У тебя есть эта книга?» — и слышите в ответ: «да» (или «нет»), вы получаете один бит информации. Теперь научились определять количество информации в ответе на самый сложный вопрос, сколько её в любой книге, в кинофильме и даже в музыкальном произведении.

Путь информации нередко сложный и запутанный. Каких только превращений она при этом не испытывает! Каждое утро я делаю зарядку. Я включаю приёмник и слышу: «Доброе утро. Приготовьтесь к ходьбе на месте. Шагом марш!» И я шагаю. Потом поднимаю руки вверх, потягиваюсь. Потом делаю наклоны, приседания, прыжки. Команды диктора несут ко мне информацию. А какой путь она прошла? Сначала голос диктора достиг микрофона и превратился там в электрические



сигналы. Затем эти сигналы переходят в радиоволны и уносятся за тысячи километров. Тут они попадают в мой приёмник и снова превращаются в звук. Долгий путь!

Мозг не сможет управлять нашим телом, не получая никакой информации. Точно так же и автомат не сумеет управлять машиной, не «зная» ничего о её состоянии.

Чтобы управлять, учит кибернетика, нужна информация. Любое живое существо, любой автомат без информации одинаково беспомощны. Невозможно создавать сложные автоматы, не изучая свойства информации, способы её передачи. Информация в кибернетике имеет наиважнейшее значение.

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ КРУГ

«Что происходит, — размышлял Винер, — когда мы берём со стола карандаш? Мы и понятия не имеем, какие мускулы руки при этом работают. Важно, чтобы мы видели карандаш, двигали руку к нему, а не куда-нибудь в сторону. Мозг направляет руку и в то же время при помощи глаз узнаёт, правильно ли движется рука. Мозг действует на руку, а рука на мозг. Получается замкнутый круг: мозг—рука—глаза—мозг. Если закрыть глаза, то взять карандаш будет гораздо труднее. Это потому, что круг разомкнулся. Глаза не сообщают мозгу, где рука находится».

Винер сравнил это с тем, как управлял паровой машиной регулятор Уатта. Автомат действовал на машину, а машина на автомат. И тут замкнутый круг.

Для инженеров этот круг не был секретом. Воздействие



машины на регулятор они называли обратной связью. Но, говорят, открыл обратную связь не инженер, а мальчик Гемфри Поттер. Обыкновенный мальчишка лет пятнадцати. Произошло это ещё в позапрошлом веке в Англии. Гемфри работал на угольной шахте. Он стоял у паровой машины и непрерывно то открывал, то закрывал кран, пускал в машину то пар, то воду. Скучная работа, ничего не скажешь. У Гемфри появилась великолепная идея: соединить краны машины с её движущимися частями. Он так и сделал, связал их верёвочками. И машина сама стала открывать и закрывать краны. Краны действовали на машину, а машина — на краны.

Управление без обратной связи невозможно. Однако раньше думали, что это касается только машин, техники. Винер первым сделал вывод: обратная связь и для всего живого тоже имеет огромное значение.

Бывает, что в машинах обратная связь действует плохо. Машину начинает лихорадить, она может вообще остановиться, сломаться. У человека это оборачивается тяжёлой болезнью.

В кабинет врача входит больной. Он идёт странной, нетвёрдой походкой и всё время глядит себе под ноги. Каждый шаг он начинает резким движением ноги. Если ему завязать глаза, он не только идти, но даже стоять не сможет, падает. Что с ним? Человек этот болен нервной болезнью. Он не чувствует, в каком положении находятся его ноги. Нарушилась обратная связь ног с мозгом, и только зрение немного выручает.

Известно, что у маленьких детей движения неуверенные, неточные. Игрушку и то схватить им трудно. Пытаются есть ложкой — не могут. У них не отрегулированы ещё обратные

НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО». НЕОЖИДАННОЕ



связи. Человек, управляя автомобилем, всё время следит за дорогой. Зрение водителя — обратная связь. Командир даёт приказ подчинённому. «Повторите», — говорит он. Ответ подчинённого — обратная связь для командира. По ответу он судит, правильно ли понят его приказ. Или возьмём школу. Ответы ученика на вопросы учителя — тоже обратная связь. И очень важная! Только с её помощью учитель может управлять знаниями своих учеников.

Даже в дикой природе действует замечательный круг, многое взаимосвязано. В африканской стране Танзании есть потухший вулкан Нгоронгоро. Его кратер — гигантская чаша, в которой мог бы разместиться такой город, как Лондон. Склоны чаши заросли буйным тропическим лесом. Обезьяны и яркие птицы мелькают среди ветвей деревьев-великанов. На дне кратера пасутся тысячи зебр и антилоп. Животным тут раздолье. Но количество их всегда постоянно. Больше станет животных — меньше пищи придётся на каждого. От этого число животных быстро сократится. На страже обратная связь!

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ «ЗООПАРК»

Однажды в доме английского физиолога Грея Уолтера поселились странные существа. Неторопливостью, горбатыми панцирями они напоминали черепах. Уолтер так и называл их. А кроме того, у них были имена. Одну звали Эльси, другую — Эльмер.

Маленький Тим, сынишка Уолтера, наверное, думал, что эти большие забавные черепахи приползли для того, чтобы по-

«РОДСТВО» . . . НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО»



играть с ним. Нет, они предназначались для очень серьёзного дела. Да черепахи и не были живыми вовсе.

Грей Уолтер руководил лабораторией, в которой изучалась работа нервной системы, мозга. Обычно учёные поступали так: воздействовали на подопытную собаку, обезьяну или кролика пищей, звуком, светом, а затем смотрели, как животное ведёт себя, и старались разгадать, что же происходит в его нервной системе.

Уолтер решил пойти другим путём: попытаться создать искусственное животное. Нервы заменить проводами, мускулы — электромоторами, глаза — фотоэлементами, лапы — колёсами. Не удастся ли, наблюдая за поведением упрощённого, самодельного «организма», лучше понять работу живого? Так появились на свет черепахи, брат и сестра Эльмер и Эльси.

Животные без пищи долго обойтись не могут. Значит, искусственное существо тоже должно время от времени испытывать «голод». Для электронных черепах «пищей» служило электричество. Когда черепахи были «сыты», то есть их аккумуляторы заряжены, они медленно ползали по комнате. При встрече с препятствием — стулом, креслом, диваном — черепахи обходили его и двигались дальше.

Но вот аккумулятор разрядился, черепаха «проголодалась». Начинались поиски «кормушки». Возле неё горела лампочка. Черепахам она служила приманкой, как запах колбасы для собаки. Заметив лампочку своим единственным «глазом», черепаха двигалась прямо в «столовую» и прикасалась к электрическим контактам. Через некоторое время, «наевшись» электричества, она снова отправлялась гулять по комнате.

Хотя обе черепахи были устроены одинаково, но характер

НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО». НЕОЖИДАННОЕ



имели разный. Эльси — более резвая и любопытная, Эльмер — ленивее и спокойнее. Он расходовал меньше энергии и мог часами сидеть где-нибудь в тёмном углу, под диваном.

Позже появилась черепаха Кора. Уолтер добавил ей «слух». А главное, она отличалась свойством, которое делало её ещё больше похожей на животное.

Много лет назад великий русский учёный Иван Петрович Павлов ставил такой опыт. Собаке показывали пищу и одновременно включали звонок. Опыт повторяли несколько раз. При виде вкусной пищи у собаки, как говорится, слюнки текли. Но через некоторое время слюна у неё начинала выделяться даже тогда, когда звенел звонок, а пищи не было. Это означало, что у собаки выработалась привычка к звонку, условный рефлекс. Если же обман повторялся, рефлекс исчезал. Для животных привычки-рефлексы крайне важны. Они помогают им приспособливаться к окружающей обстановке.

У черепахи Кору также мог вырабатываться условный рефлекс. В тот момент, когда она сталкивалась с каким-нибудь препятствием, надо было свистнуть. Потом повторить это ещё и ещё. Вскоре только по свистку черепаха начинала сворачивать в сторону, как будто встречала препятствие. Но обманывать её долго не удавалось. Рефлекс пропадал.

Поведение электронных черепашек, в самом деле, оказалось весьма поучительным. Другие учёные тоже начали строить искусственных зверьков, изучать их характер, их образ жизни. Киевские учёные создали очень сложную электронную черепаху и называли её Тортилой, по имени старой черепахи из сказки о Буратино. Американский учёный Беркли собрал искус-

«РОДСТВО» . . . НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО»



ственную белку. Она не просто гуляла по комнате, а работала, собирала белые шарики, разбросанные по полу, и относила их в своё гнездо. Француз Дюкрок построил электронных лисиц — Барбару и Джоба. Они задавали ему такие спектакли, играя друг с другом, что он только диву давался.

ИЗОБРЕТЕНИЕ ДОКТОРА ЭШБИ

Аппарат, который изобрёл учёный-кибернетик Росс Эшби, несколько не похож на живое существо. Ни на черепаху, ни на собаку, ни на белку. Просто четыре железных коробки, соединённые проводами. Наверху каждой — подвижные стрелки с магнитами. Сбоку, как у радиоприёмника, — ручки для управления. Внутри — электронная «начинка». Но внешность часто обманчива.

У прибора Эшби очень интересное свойство. В какое бы положение ни поставили ручки на коробках, стрелки с магнитами, покачавшись туда-сюда, в конце концов успокоятся, придут в равновесие.

— Ну и что из этого? — спросите вы. — Что тут такого особенного?

А то, что стремление к равновесию — важнейшее свойство и живых организмов. Если организм не может восстановить внутреннее равновесие, он зачастую гибнет.

Нормальная температура нашего тела — тридцать шесть градусов. Отклонись она вверх или вниз на один градус — уже плохо. А если поднимется за сорок два градуса или упадёт ниже тридцати пяти, и это будет продолжаться долго, человек



наверняка умрёт. Организм всеми силами стремится привести температуру тела к нормальной. Если она высокая, человек начинает потеть, кровеносные сосуды под кожей у него расширяются, дыхание учащается. Всё для того, чтобы больше отдать тепла наружу, охладить организм. А если человеку холодно, он дрожит — мышцы стараются выработать больше тепла, кровеносные сосуды, наоборот, сужаются, и какой уж тут пот.

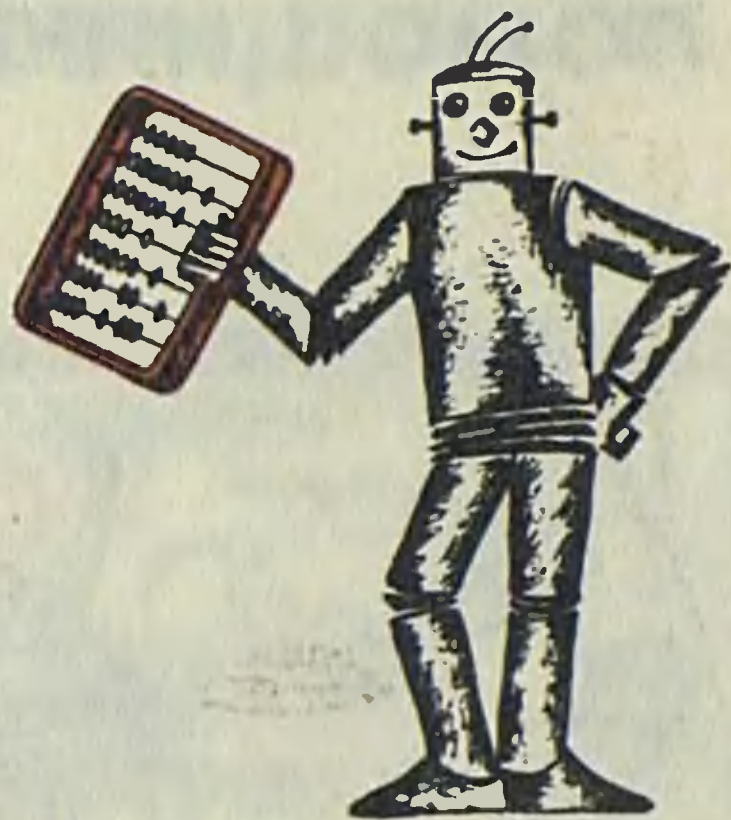
Но постоянная температура тела — далеко не всё. В организме должно содержаться постоянное количество крови. Состав её тоже должен быть постоянным. Кровяное давление и частота ударов сердца — нормальными. И живой организм всегда начеку, непрерывно борется за то, чтобы всё в нём находилось в равновесии. Врачи называют это свойство организма греческим словом «гомеостазис», что означает «сохранять постоянство». Поэтому и свой аппарат Эшби назвал гомеостатом.

Сердце, печень, почки, лёгкие работают не сами по себе, они связаны друг с другом. Заболеет один орган, и это сразу же повлияет на работу других. Они вместе ополчаются против болезни, стремятся снова вернуть организм к равновесию, сделать его здоровым.

Так и гомеостат. Я уже говорил, что его коробки соединены друг с другом электрическими проводами. Поворачивают ручки на одной коробке, а приходят в движение стрелки на всех четырёх. Все «органы» гомеостата начинают «волноваться», начинают искать равновесие для своего кибернетического организма. И они не успокоятся до тех пор, пока не добьются цели. Этим гомеостат удивительно напоминает живое существо.

Искусственные животные, гомеостат — это только подступы к большой кибернетике. Главное её оружие — быстродействующие электронно-вычислительные машины. Они стали незаменимыми помощниками ученых и инженеров. На эти чудомашины кибернетики возлагают самые смелые надежды. О них наш следующий большой разговор.





ПОМОЩНИКИ РАЗУМА

КАК ЧАРЛЬЗ БЭББИДЖ ОПЕРЕДИЛ ВРЕМЯ

Не так давно, разбирая архив великого немецкого астронома Иоганна Кеплера, историки обнаружили письма его друга профессора Вильгельма Шиккарда. «То, что ты просчитаешь сам, — писал Шиккард триста пятьдесят лет назад, — я попытался сделать механическим способом». И дальше рассказывает, что изобрёл счётную машину, как она устроена, зарисовывает её.

До этого первым изобретателем вычислительной машины признавался французский учёный Блез Паскаль. Выходит, нет, Паскаль был вторым и создал свою арифметическую машину на двадцать лет позже.

Даже во времена Шиккарда о его машине почти никто не знал. Только Кеплер, да кое-кто ещё из друзей профессора. Зато машина Паскаля стала знаменитой.

Как же она была устроена? Небольшой продолговатый ящик, вроде шкатулки. На крышке — круги с отверстиями. Когда эти круги поворачивали палочкой с острым кончиком, внутри «шкатулки» начинали вращаться зубчатые счётные колёса. Ответ появлялся в отверстиях, тоже расположенных на крышке.

Машина Паскаля могла складывать, вычитать. И всё. Но в 1642 году даже такая машина казалась необыкновенной. Когда её выставили в Люксембургском дворце, парижане толпами приходили смотреть на удивительную машину.

После этого изобретатели смелее взялись за дело. Хорошую машину изобрёл знаменитейший немецкий математик и философ Лейбниц. Она умела производить все четыре



арифметических действия: сложение, вычитание, умножение и деление.

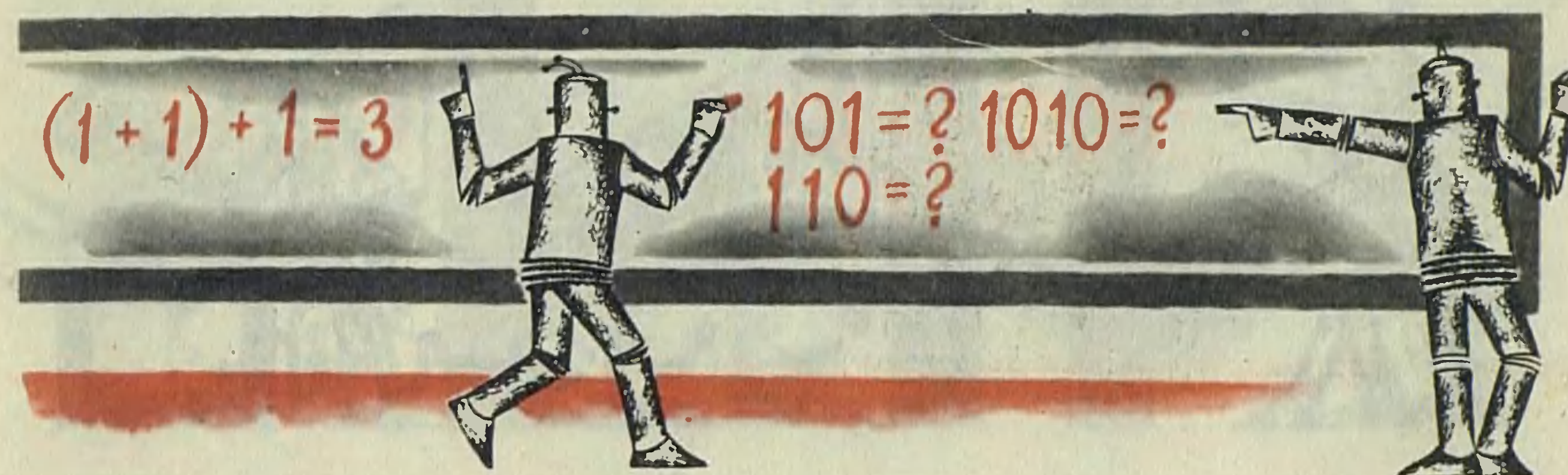
Но что арифмометр Паскаля и даже Лейбница перед вычислительной машиной, построенной более века назад в Англии! Её конструктором был крупный английский математик Чарльз Бэббидж. Любознательность Бэббиджа, казалось, не имела границ. Он поднимался на действующий вулкан Везувий и опускался на морское дно. Желая проверить влияние высокой температуры на человеческий организм, провёл десять минут в печи при температуре сто тридцать градусов. Бэббидж придумал способ измерять высоту гор, изобрёл прицел для наведения орудий, прибор для сигнализации землетрясений и многое другое.

Но главным делом всей его жизни были вычислительные машины.

«Невыносимая, монотонная работа и усталость при непрерывном повторении арифметических действий, — писал Бэббидж, — подсказали мне идею машины, которая должна заменить человека». И он решил во что бы то ни стало осуществить свой грандиозный замысел: на зубчатых колёсах (ничего другого тогда не было) создать огромную, сложную вычислительную машину.

Как управлять такой машиной? Бэббидж вспомнил дырчатые карты Жаккара. «Моя машина, — говорил изобретатель, — будет ткать математический узор, как ткацкий станок Жаккара — цветы и листья».

Работа шла медленно. Не хватало денег, помощников. Часть машины Бэббиджу всё же удалось построить и показать в действии. В это время у него появился план новой, ещё более



сложной машины. Он назвал её «аналитической». Создать эту машину Бэббидж не успел. Только после его смерти сын изобретателя построил небольшую часть «аналитической» машины. Она хранится в Лондоне, в музее.

Самое удивительное, что по принципу работы «аналитическая» машина напоминала электронную. На целых сто лет вперёд предугадал гениальный Бэббидж!

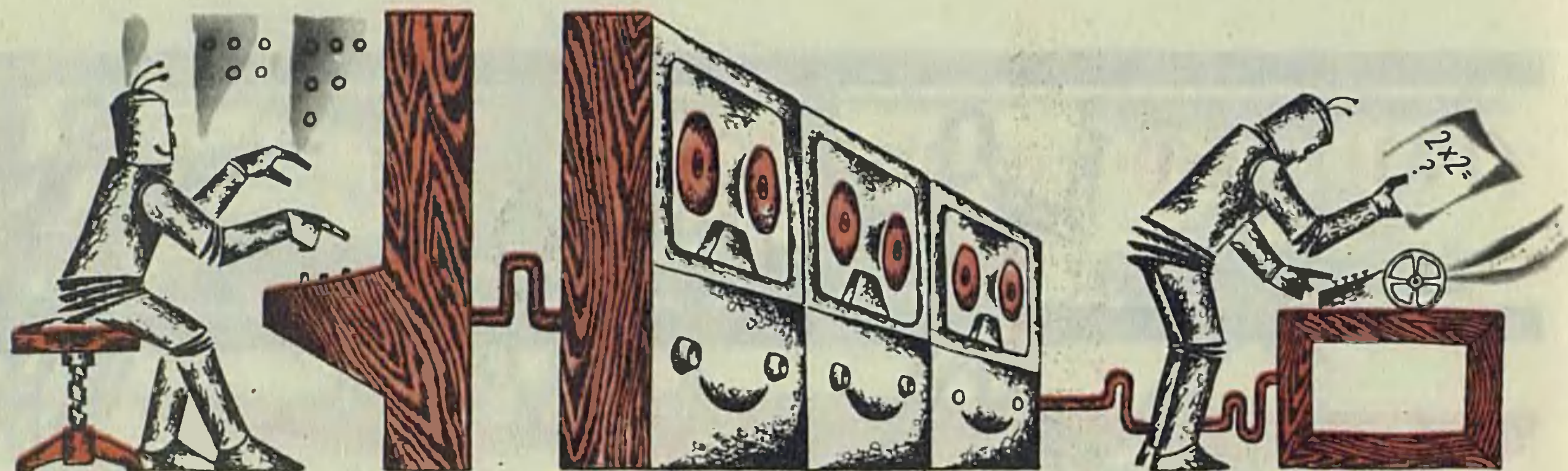
МАШИННАЯ АРИФМЕТИКА

Говорят, что жители некоторых островов, расположенных в Тихом океане, ещё недавно пользовались при счёте только двумя цифрами. Число три они называли «два — один». Число четыре — «два — два». Пятёрку — «два — два — один».

Всё же гораздо удобнее, если цифр не две, а десять, от нуля до девятки, как в привычной нам десятичной системе счисления. Число мы разбиваем на разряды: единиц, десятков, сотен. Каждый разряд отличается от предыдущего и последующего ровно в десять раз.

Но считать можно не только десятками. Можно и двойками, как те островитяне, по двоичной системе. У этой системы тоже всего две цифры: 0 и 1. Однако их вполне достаточно, чтобы записать какое угодно большое число.

Числа здесь также делятся на разряды. Но двоичные разряды отличаются друг от друга не в десять, а только в два раза. В первом разряде может быть либо 0, либо — единица. Во втором — либо 0, либо — две единицы. В третьем — либо 0, либо — четыре единицы. И так далее.



Число один в двоичной системе записывается, как в десятичной, обычно: 1. Двойка — уже по-другому: 10. Это «расшифровывается» так: $(1 + 1) + 0 = 2$. Тройка запишется вот так: 11. Действительно, $(1 + 1) + 1 = 3$. Четвёрка выглядит так: 100. В самом деле, $(1 + 1 + 1 + 1) + 0 + 0 = 4$. Пятёрка — так: 101. Шестёрка — так: 110. Десятка — так: 1010. Попробуйте их «расшифровать» сами.

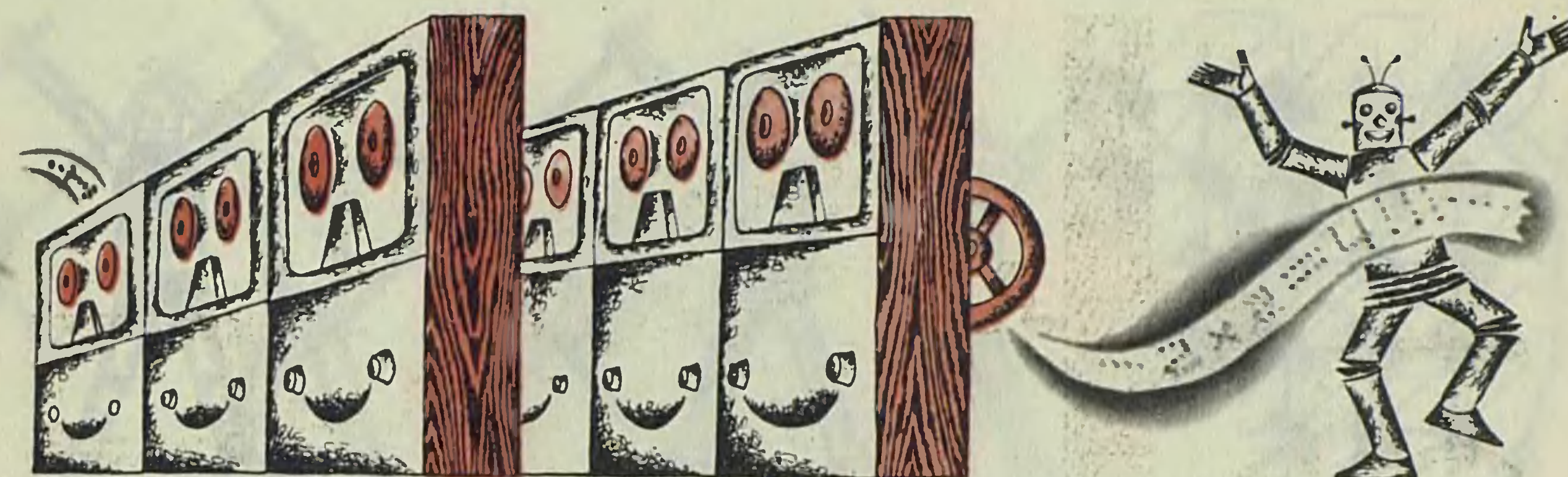
Лет двести — триста назад двоичной системой очень интересовались математики. Особенно высоко ценил её Лейбниц. Он даже попросил выбить во славу любимой им системы медаль с надписью: «Чтобы вывести из ничего всё, достаточно единицы». Но потом двоичные числа забыли и вспомнили о них лишь тогда, когда начали создаваться электронно-вычислительные машины.

Оказалось, что для машин лучше, удобнее двоичных чисел ничего нет.

ПОМОЩНИКИ РАЗУМА

Первая электронная машина ЭНИАК весила тридцать тонн и занимала огромный зал. Четыре года американские инженеры и математики трудились над созданием этой машины. Зимой 1946 года её показали публике.

Вскоре электронные машины появились и в нашей стране. Они были созданы под руководством академика Сергея Алексеевича Лебедева. Советская БЭСМ-1 считалась в то время одной из лучших. Прошёл год, другой, и число замечательных машин стало быстро расти. Теперь во всём мире работает



более двухсот тысяч ЭВМ, как часто для краткости называют электронно-вычислительные машины.

Их делят на поколения. Примерно через каждые пять лет новое поколение ЭВМ вступает в строй. В машинах первого поколения использовались электронные лампы. В каждой — тысячи ламп. Машины были громоздкими и тяжёлыми, а считали не так уж быстро.

Второе поколение резко «похудело»: на смену лампам пришли полупроводники, миниатюрные приборчики размером с горошину. Машины стали считать быстрее.

Сейчас — время третьего поколения ЭВМ, ещё более совершенных, надёжных и быстродействующих. В них применяются крохотные пластинки из кремния, на которых особым способом «выращены» микроскопических размеров полупроводники, конденсаторы, сопротивления. Одна такая пластинка заменяет сотню деталей «старых» ЭВМ. Машины «научились» решать несколько задач одновременно. Скорость их работы — десятки миллионов операций в секунду. За один миг они успевают сделать значительно больше, чем самый опытный вычислитель за целый рабочий день.

А уже рождается четвёртое поколение машин со скоростью действия, которую даже вообразить невозможно: это сотни миллионов операций в секунду!

В залах, где работают ЭВМ — тишина, нарушаемая лишь пощёлкиванием печатающих машинок. Это ВЦ — вычислительный центр. Таких центров у нас много, сотни. Здесь решаются самые разнообразные задачи. Рассчитываются самолёты и космические ракеты, мосты и турбины, вычисляются орбиты искусственных спутников, предсказывается погода. Машины

ПОМОЩНИКИ РАЗУМА . . . ПОМОЩНИКИ

КОЛЕЧКИ МАШИННОЙ ПАМЯТИ.



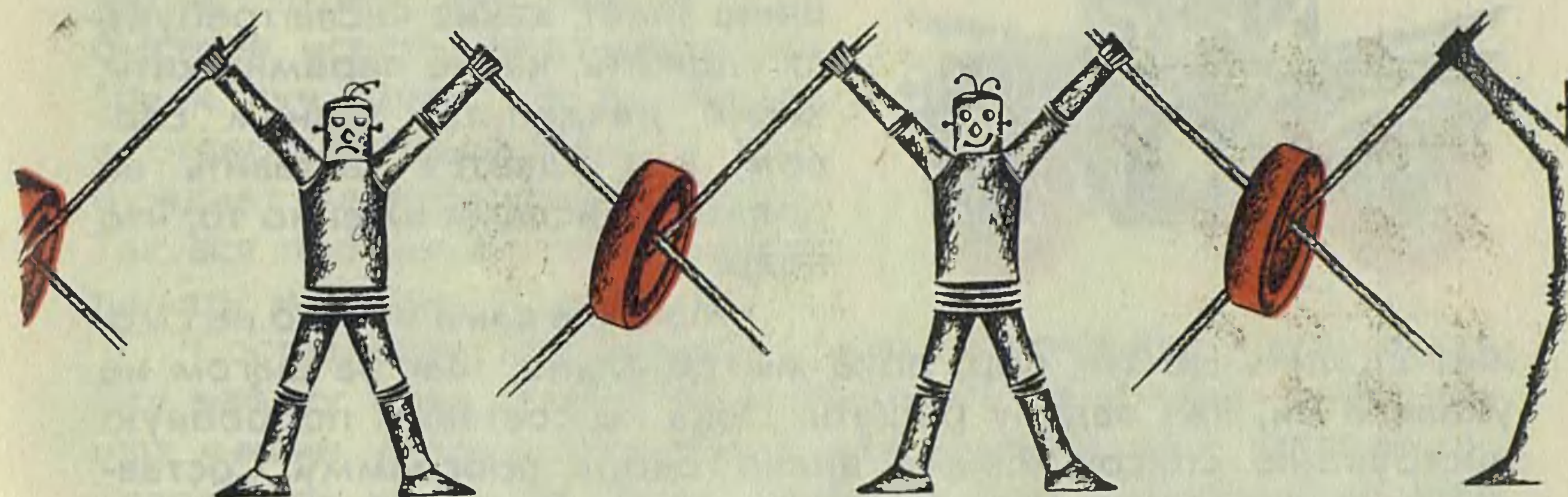
трудятся безостановочно круглые сутки. Только раз в неделю им дают «отдых». В этот день их осматривают, ремонтируют, подстраивают.

Электронная машина начинается с устройства, через которое в неё поступают числа. Оно так и называется — вводное. Далее числа идут в память ЭВМ. Для машины её память так же важна, как для нас, людей, наша. Сведения, которые могут нам понадобиться через большой срок и которые в голове удерживать трудно: номера телефонов, адреса, фамилии, мы записываем в записную книжку. Она становится как бы нашей дополнительной, «внешней» памятью. У машины тоже есть своя «внутренняя» память и есть «внешняя».

Первая собирается из маленьких ферритовых колечек. Феррит — это такой магнитный материал. Колечки, как бусины, нанизывают на тонкие проволоочки. Бусы укрепляют в металлических рамках. Рамки становятся похожими на пчелиные соты, в каждой несколько тысяч колец — ячеек. Ячейкам присваиваются номера. Они — «адреса» ячеек. Потом рамки собирают в пакеты, и память готова.

У ферритовых колечек — замечательное свойство. Когда по проволочкам пропускают электрический ток, колечки намагничиваются. Причём магнитный поток в колечке можно направить в одну сторону, а можно и в другую. Одну намагниченность условились считать за единицу, другую — за ноль. И тогда стало возможным в машинной памяти записывать двоичные числа. Например, в одной ячейке наводится единица, в другой — ноль, в третьей — опять единица. Вот и записано число 101. Намагниченность колечки сохраняют прочно. До тех пор пока запись не сотрут током.

РАЗУМА ПОМОЩНИКИ РАЗУМА



Теперь вы понимаете, почему в электронных машинах используются двоичные числа, состоящие только из единиц и нулей. А если взять не две цифры, а десять? Записать их в памяти машины будет куда сложнее.

Память на магнитных кольцах может вместить тысячи чисел. Для машины это недостаточно. Поэтому-то машину и снабжают дополнительной, «внешней» памятью.

По устройству она похожа на магнитофон. Только вместо музыки на ленте записаны магнитными точками единицы. Пустые места означают нули. Несколько таких «магнитофонов» могут запомнить миллионы чисел. Богатая память! Но, к сожалению, медленная. Много времени теряется на то, чтобы отыскать в ней нужное число, на перемотку ленты.

Инженеры разрабатывают новые виды машинной памяти, ёмкие и быстрые. Применяют магнитные диски, магнитные барабаны и другие ещё более сложные электронные приборы.

Путь чисел внутри машины — сложен. Из памяти они попадают в арифметическое устройство. Его можно назвать электронным арифмометром. Здесь числа складываются, вычитаются, делятся, перемножаются. Руководит работой машины управляющее устройство. Оно указывает, из каких ячеек памяти взять числа, что с ними сделать.

Но вот расчёт закончен. Управляющее устройство посылает команду: выдать результат. И специальная машинка начинает быстро-быстро печатать его на широкой бумажной ленте обычными цифрами.

Но как же управляющее устройство само узнаёт, что и как нужно делать?

ЭВМ ПОЛУЧАЕТ ЗАДАНИЕ



Действительно, откуда машина знает, какие числа требуется сложить, какие перемножить, какие разделить? Одним словом, как удаётся заставить её делать с числами именно то, что надо?

Машина сама ничего не сможет сделать до тех пор, пока мы детально, шаг за шагом не укажем ей, как задачу решать. Пока не составим подробную инструкцию, список команд, иначе говоря, программу. Составляют её математики-программисты. И надо сказать, это большое искусство — составить хорошую программу.

Все числа из условия задачи вводятся в память машины. Я нарочно возьму очень простую задачу: к одному числу прибавить другое, а результат умножить на третье число. Как будет выглядеть программа для её решения? Примерно так.

Команда № 1. К числу, записанному в ячейке 20 машинной памяти, прибавить число из ячейки 21, а то, что получится, поместить в ячейку 22.

Команда № 2. Взять число из ячейки 22, умножить на число из ячейки 23 и результат поместить в ячейку 24.

Команда № 3. Число из ячейки 24 выдать. Это значит: решив задачу, машина должна напечатать, что же у неё там получилось.

Такие сверхпростые задачи на электронных машинах, разумеется, не решают. Программы же для сложных задач состоят из нескольких тысяч команд.

Если программу написать словами или математическими знаками, машина её не поймёт. Она пишется на особом, машинном языке, цифрами, причём тоже двоичными, единицами и нулями. Но если написать или напечатать цифры просто на листке бумаги, опять ничего не получится. Применяют, как это делал ещё Бэббидж, дырчатые карты из плотной бумаги, перфокарты. На таких картах двоичные цифры записываются легко и просто. Пробил отверстие — это единица. Отверстия нет — ноль.

Пачку перфокарт закладывают внутрь вводного устройства, и оно начинает с большой скоростью «глотать» карту за картой. Гибкие щёточки скользят по картам, считывают числа. Попадая в отверстие, щёточки включают ток. Единица, записанная отверстием, превращается в электрический сигнал, по-

нятный машине. Если же сигнал не поступил, значит, на карте записан ноль. И это машине понятно. Чтобы считывание шло быстрее, используют вместо щёточек луч света. Он проникает в отверстия перфокарт и возбуждает электрический сигнал. Так вся программа переходит в память машины.



Составление программы — дело кропотливое, трудоёмкое. Эту работу тоже стараются переложить на «плечи» электронных машин. Математики пишут для машины лишь «общее руководство» на языке более удобном, чем машинный. А подробную программу на своём языке составляет уже сама ЭВМ.

МАШИНА УЧИТ

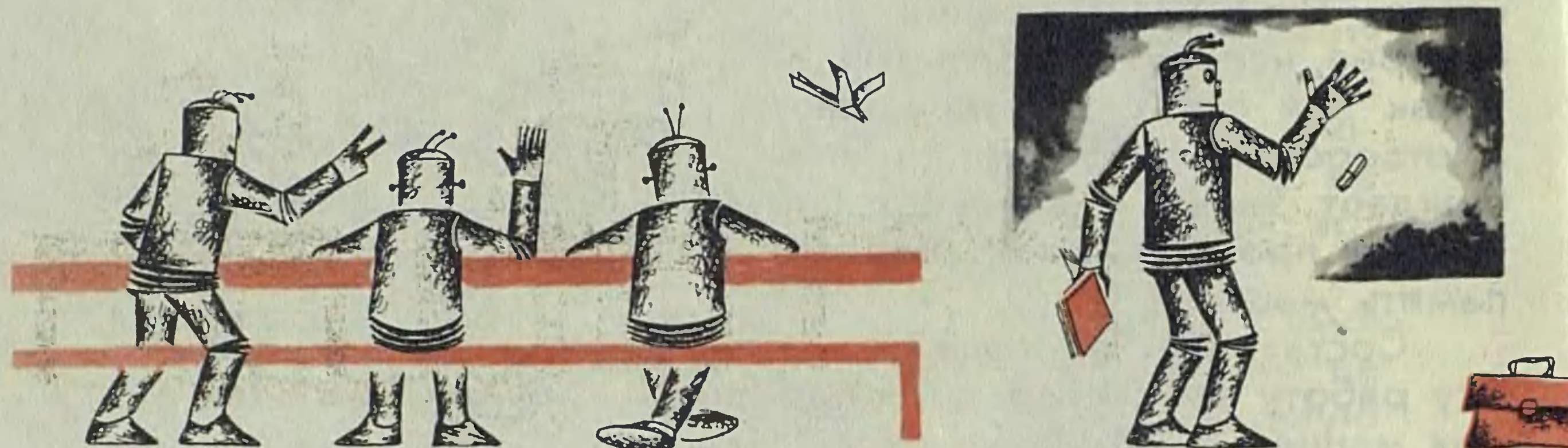
Некоторые ребята рады, когда их редко спрашивают на уроках. А учителя — те постоянно жалуются: «Чаще бы надо спрашивать, чаще писать сочинения, устраивать контрольные... Да где там! Нет времени».

Как же быть? Увеличить количество учителей? Оно и так растёт. Но число учеников растёт ещё быстрее. К 2000 году для школ всего мира потребуется семьдесят миллионов преподавателей! Никаких институтов не хватит, чтобы подготовить столько учителей. К счастью, на выручку пришла техника. Появились машины, которые могут обучать и даже принимать экзамены.

В классе стоит аппарат, похожий на телевизор: экран, внизу шесть кнопок. С его помощью можно проверить свои знания по математике, физике, биологии, химии. В общем, по любому предмету.

Идёт экзамен. Аппарат «заряжен» киноплёнкой, на которой записаны вопросы по физике. Ученик садится перед аппаратом и нажимает кнопку «пуск». На экране автоматического экзаменатора появляется первый вопрос и... пять ответов. Верный только один. Но какой? Нужно нажать одну из пяти кнопок. Конечно, если ученик физику знает твёрдо, он сразу нажмёт ту кнопку, какую следует. Тогда вспыхнет надпись: «Правильно». Можно «вызывать» следующий вопрос.

Вопрос за вопросом загорается на экране. Ученик нажимает кнопки, а машина подсчитывает верные и неверные



ответы. Задаст вопросов пятнадцать и выставит оценку — от пятёрки до двойки. Впрочем, двойку она может поставить и раньше, после шести неправильных ответов подряд.

Эта обучающая машина не самая сложная и не самая лучшая. Наилучший кибернетический учитель — электронно-вычислительная машина. ЭВМ может обучать одновременно несколько сотен и даже тысяч человек. Вопросы, различные советы и объяснения программисты преобразуют в цифры и вводят в память машины. Задавая вопросы или объясняя, машина производит обычные для неё математические действия.

Знания ЭВМ могут быть чрезвычайно обширны. Сегодня, например, она учит математике, завтра биологии, а послезавтра принимает экзамены по русскому языку.

Вот я всё говорю: машина учит, обучает. А ведь это не совсем верно сказано. Она делает то, чему «научили» её педагоги и математики. Благодаря их труду, упорству, остроумию, машина задаёт вопросы, оценивает ответы, советует. Профессия учителя не исчезнет.

Ведь педагог не только учит истории или химии. Он — друг и воспитатель своих учеников. Эту роль машина взять на себя не сможет никогда.

МАШИНА ЛЕЧИТ

Трудно представить машину в роли врача. Неужели придёт такое время, когда нас станут лечить не врачи в белых халатах, а железные роботы? Да нет, этого можно не опасаться,



но электронные машины будут иметь в медицине огромное значение.

Врачи утверждают, что им известны сто тысяч признаков десяти тысяч болезней и около ста тысяч способов их лечения. Распознать сложное заболевание врачу одному не всегда удаётся. Тогда собираются несколько врачей, консилиум, и начинают они решать сообща. Но всегда ли можно собрать вместе лучших врачей, «светил» науки? Конечно нет. Тут как раз и может помочь электронно-вычислительная машина.

Идея простая: надо заложить в память машины (в числовом виде, разумеется) признаки многих, многих болезней. Использовать при этом знания самых крупных медиков, опыт всех больниц и поликлиник. У нас и за рубежом такие машины уже есть. Между ними и врачами не раз устраивали «соревнования». И всегда ЭВМ определяли болезни быстрее, а главное, точнее. Ничего удивительного. Машины «помнят» значительно больше признаков заболеваний, чем каждый врач в отдельности. И все-таки машина, самая «знающая» — лишь советчик врача. Ему решать: принимать совет машины или не принимать.

В поликлиниках и больницах на каждого больного заводится «история болезни». Если человек болеет долго, «история болезни» превращается в пухлый том. С множеством разных записей. Нелегко разобраться в них. А как просто, когда сведения о больном хранятся в памяти электронной машины. По первому требованию врача она быстро сообщает необходимое. Не надо рыться в старых записях, терять время.

Больше того, зная всё о больном, машина сможет заранее



рассчитать, какое лекарство будет ему особенно полезно. Врач имеет возможность на машине «испытать» несколько лекарств и, подобрав наилучшее, прописать его больному.

Советские инженеры и врачи применили электронную машину на... курорте. На Кавказе, в Кисловодске, там, где у нас много санаториев, создаётся специальный вычислительный центр. Курортные врачи могут теперь «посоветоваться» с машиной. Какой курс лечения назначить? Какое лечебное питание выбрать?

Незаменимы ЭВМ в больницах в роли ночных нянечек. Машина не забудет напомнить больному, что пора принять лекарство, измерит температуру, пульс, частоту дыхания. При необходимости электронная няня позовёт врача или медицинскую сестру. Рассказывают, что под опекой таких «нянь», больные чувствуют себя гораздо спокойнее.

Спора нет: электронные машины — надёжные помощники медиков. Именно помощники. Врачи останутся даже через много лет, даже в двадцать первом веке. Человеку всегда будут необходимы внимание и доброта. На то он и человек...

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ БИБЛИОТЕКАРЬ

Триста лет назад во всём мире издавался один-единственный «Журнал для учёных». Он выходил во Франции. А теперь? Теперь издаётся более ста тысяч научных журналов на шестидесяти языках! Ежегодно в них печатается пять миллионов статей. Не то что прочитать, а лишь перелистать хотя бы часть этих журналов никак уже невозможно. С каждым годом всё



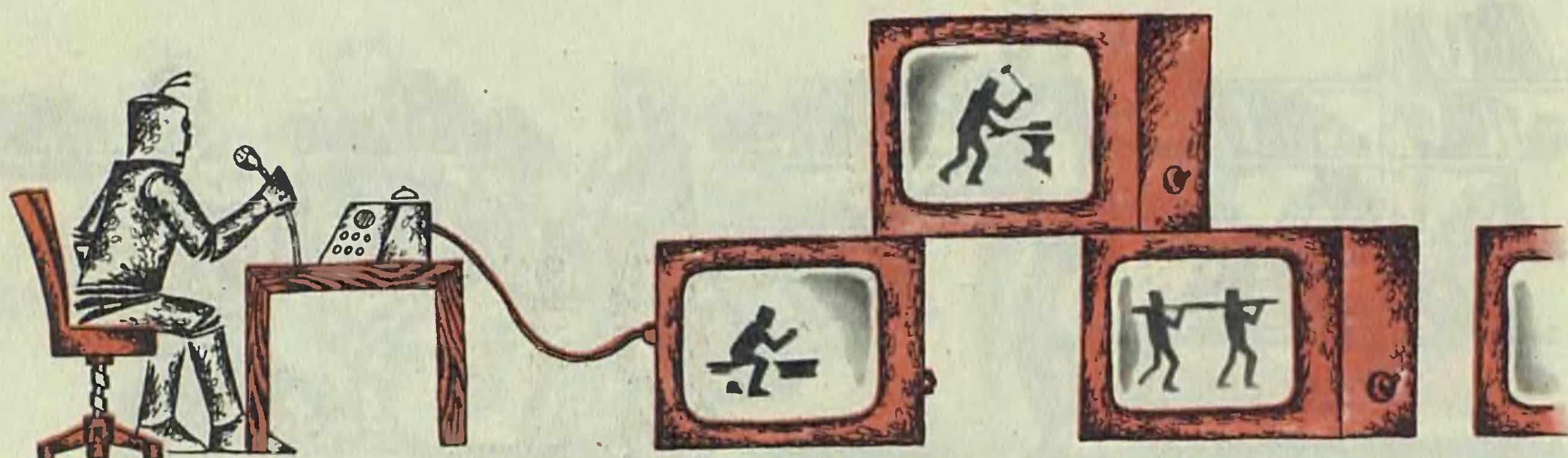
труднее следить за всеми новинками в науке и технике. Случалось, проведут учёные исследование, а потом выясняется, что оно уже было проведено в другой стране и об этом даже написано в журнале. Зря потрачены средства, время.

В больших библиотеках вдоль стен стоят шкафы. В них — сотни ящиков, туго набитых карточками. Это — каталог. В карточках записаны сведения о книгах и журналах, хранящихся в библиотеке. Читатели роются в картотеке, ищут необходимые им книги или журналы. Один учёный признавался: «На меня нападает страшная тоска и усталость, когда мечешься в течение нескольких часов от каталога к каталогу, перебираешь сотни карточек, но так и не находишь нужного. Эх, скорее бы электроника шагнула в библиотеки!»

А в самом деле. Ведь можно записать в памяти ЭВМ данные о всех книжных сокровищах, собранных в библиотеке. Тогда не придётся тратить силы на поиски. За считанные секунды машина даст ответ: «Об этом напечатано в таком-то английском журнале, а об этом — в японском».

В крупнейших библиотеках электронные машины уже взяли на себя учёт новых, только что полученных изданий, отвечают на вопросы читателей. Но это только начало. Со временем появятся полностью автоматизированные библиотеки. Машины будут принимать заказы читателей на книги. Затем автомат с механическими руками разыщет эти книги на полках книгохранилища и отправит в читальный зал. Пройдёт всего две-три минуты — и книга в руках читателя...

Инженеры планируют с помощью электронных машин соединить все библиотеки страны. Если в одной библиотеке не найдётся нужной книги, ЭВМ быстро выяснит, где эта книга есть,



и попросит выслать. А если применить телевидение, то и высылать не придётся. Находясь далеко от книги, в другом городе, можно будет читать её на телеэкране.

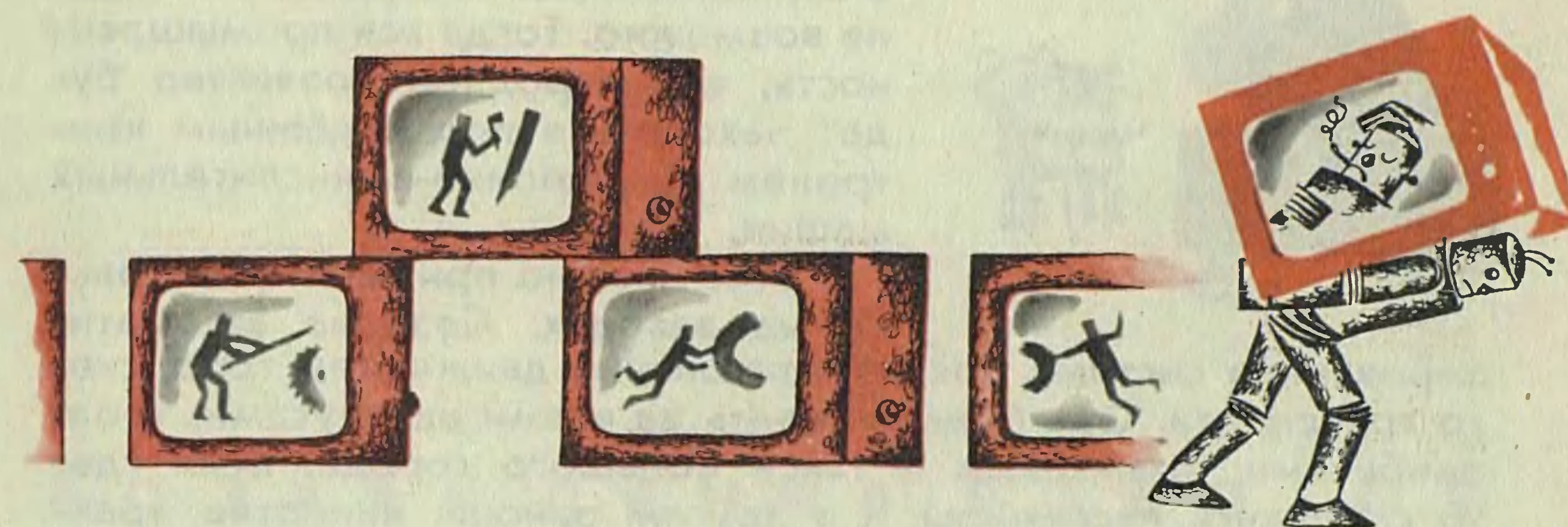
ЧТО ТАКОЕ АСУ

В нашей стране — тысячи заводов. Между ними — тесная связь. На одном заводе — например, металлургическом — выпускают металл. На другом — станкостроительном — из этого металла делают станки. Для станков нужны электродвигатели. Их изготавливают на третьем заводе. А этому заводу нужны шарикоподшипники, и он получает их с четвёртого завода.

Таких примеров можно привести множество. Если на листе бумаги обозначить кружочками все наши предприятия и линиями соединить те из них, которые зависят один от другого, получится сложная, запутанная сетка.

Директору крупного завода не упомнить, что, когда и сколько его завод должен поставить другим предприятиям, а сколько и от кого, наоборот, получить. Директору необходимо знать, как идут дела в цехах (а их много, десятки). Почему один цех работает лучше, а другой хуже? Не пора ли применить новые станки, новые методы работы? Всё это сам директор узнать, проверить не в силах. Ему нужны помощники, «управленцы», которые собирали бы сведения о работе завода.

Число предприятий непрерывно растёт. Экономисты подсчитали, если и дальше управлять по старинке, то очень скоро



наступит время, когда инженеры, рабочие — все должны будут превратиться в «управленцев».

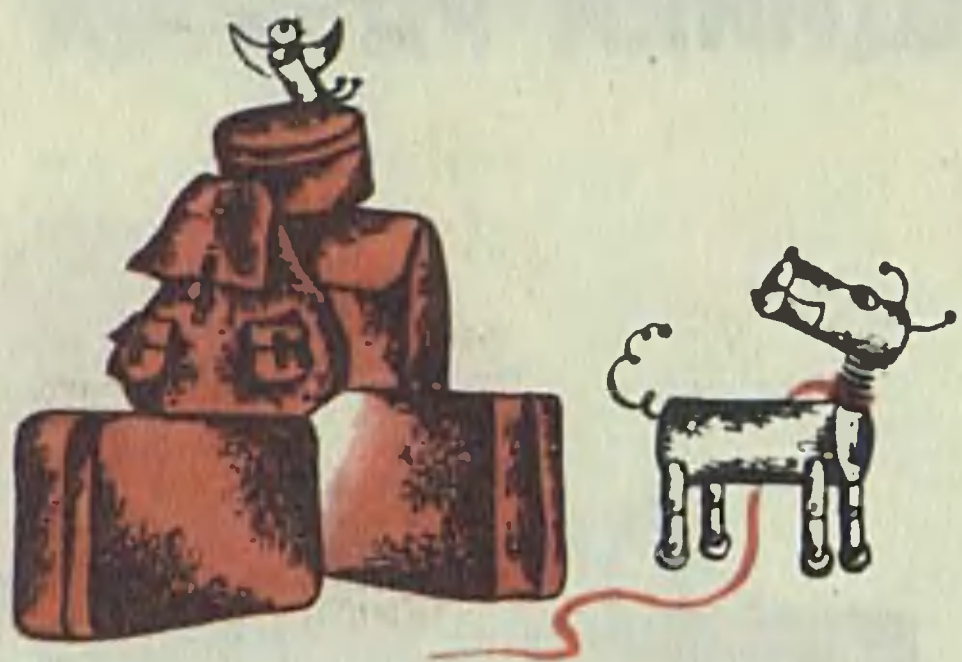
Выход один: применить электронно-вычислительные машины. Но если использовать их только для расчётов, а сведения о работе завода собирать вручную, проку будет немного. Надо, чтобы всё делалось автоматически. Тут мы с вами и пришли к мысли об автоматизированных системах управления или кратко АСУ.

Они действуют на многих наших предприятиях. Есть, например, АСУ на Львовском телевизионном заводе. Система «знает», на каком участке работа идёт по графику, а на каком отставание. Испортился станок — подскажет, каким станком его можно заменить. Следит, ритмично ли движется конвейер, достаточно ли материалов и деталей на складе.

В конце каждой смены АСУ выясняет, сколько сделано телевизоров, выполняется ли задание, а если нет, то по какой причине. Рекомендует, как строить работу дальше. Последнее слово, разумеется, за людьми, за руководителями предприятия. Директору достаточно нажать кнопку, чтобы получить чёткое представление о работе завода и быстро принять правильное решение.

Электронную машину не проведёшь. Она признаёт только правду и точность. Память у неё твёрдая. Она не допустит потери времени, простоя: сразу забьёт тревогу. И люди тоже невольно подтягиваются.

АСУ на каждом заводе — это хорошо. Но лучше, если они объединятся между собой. Объединенная АСУ сможет управлять несколькими заводами сразу, будет учитывать связи между ними. Кибернетики мечтают даже о большем. Мечтают соз-



дать Общегосударственную автоматизированную систему управления. В социалистических странах это вполне возможно. Тогда вся промышленность, всё народное хозяйство будет находиться под надёжным контролем электронно-вычислительных машин.

АСУ можно применить не только на заводах. Создана автоматизированная система для регулирования движением городского транспорта. Она будет следить за всеми автобусами, троллейбусами, трамваями и такси большого города. Если где-то скопились пассажиры, а в другом районе, напротив, транспорт идёт пустым, система в миг «сообразит», куда и какой транспорт переправить. Она сможет «поговорить» даже с каждым водителем в отдельности, подать ему совет.

Очень полезны АСУ в сельском хозяйстве, в торговле. Есть у нас АСУ, которая распределяет билеты на самолёты. В её электронной памяти хранятся сведения о свободных и проданных местах в самолётах более тысячи рейсов. Нет свободного места в этом самолёте, АСУ порекомендует другой подходящий рейс.

Наша страна развивается стремительно. Поэтому в недалёком будущем только при самом широком использовании электронных машин можно будет управиться с её хозяйством, которое необычайно разрастётся.





ВОЗВРАЩЕНИЕ РОБОТОВ

МЕХАНИЧЕСКИЕ «ЛЮДИ»

Лет восемьсот назад были придуманы часы с гирей. Тяжёлая гиря, привязанная к верёвке, опускалась и вращала шестерни часов. Триста лет спустя один немецкий мастер изобрёл часы с пружиной, с упругой стальной полоской, закрученной в спираль. Эти часы можно было носить в кармане, и они уже немного походили на современные.

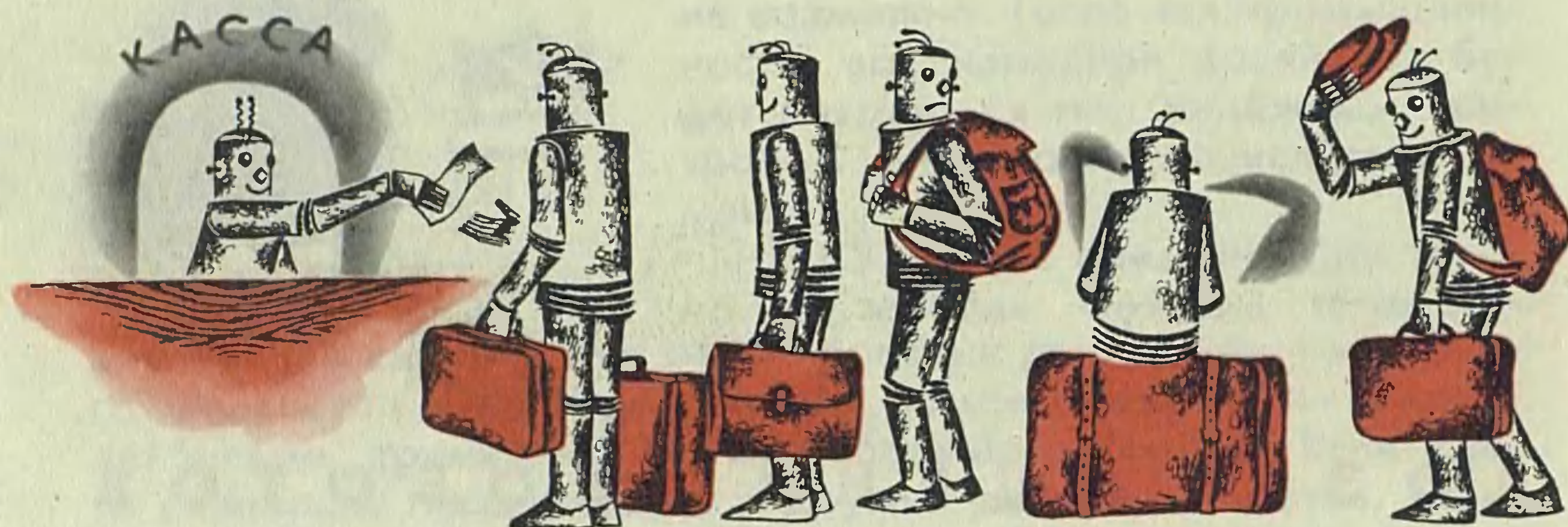
Постепенно часовые мастера научились делать поразительные вещи. К примеру, серьги-часы. В золотых серёжках, которые богатые модницы цепляли к ушам, тикали маленькие часики. Тикали, показывали время. Представляете, какие крохотные колёсики нужно было изготовить для таких часов. И всё это делалось вручную!

Особенно славилась своими часами швейцарская деревушка Шо де Фон. Изготовлением часов занимались почти все её жители от мала до велика, но самым умелым среди них был Пьер Дро. Много лет Пьер делал обычные часы. Потом ему это наскучило, и он смастерил часы особенные, с «сюрпризом».

Часы украшали бронзовые пастушок с флейтой и собачка. Как только стрелка подходила, допустим, к трём часам, пастушок поднимал флейту и мелодично «сигналил» ровно три раза. Собачка лежала у ног пастушка, охраняла корзинку с маленькими яблоками. Стоило взять яблоко, как собачка принималась громко лаять, притом настолько правдоподобно, что откликались живые собаки.

На этом Пьер Дро не остановился. Он задумал сделать совсем уж необычный автомат — механического «человека».

ВОЗВРАЩЕНИЕ РОБОТОВ . . . ВОЗВРАЩЕНИЕ



Около двух лет отняла эта работа. Наконец весной 1770 года новый автомат был готов.

Вообразите темноволосого курчавого мальчика лет пяти. Он сидит на мягком табурете за маленьким столиком и держит в руках гусиное перо (в то время стальных перьев ещё не изобрели). Мальчик макает перо в чернильницу и старательно красивым почерком выводит слова. Те, кому удавалось видеть механического писца без одежды, убеждались, какой это сложный автомат. Сколько там разных колёсиков, рычагов, рычажков. Приводился он в движение пружиной, как часы. Да и весь механизм напоминал часовой.

Вслед за писцом Пьер Дро сделал автоматического рисовальщика. Тут ему уже помогал сын Анри, тоже талантливый мастер. Затем на свет появилась механическая музыкантша.

Дро ездили по разным странам и показывали свои автоматы. А кому не любопытно было посмотреть на механических «людей»? Особенно нравилась публике музыкантша, одетая в красивое кружевное платье. Она сидела перед фисгармонией. Пальцы её нажимали на клавиши. Играла она хорошо, легко. Закончив игру, автоматическая музыкантша кланялась публике.

Автоматы отца и сына Дро прославились на весь мир. Нашлись подражатели. Во Франции, например, был создан автомат — флейтист ростом со взрослого человека. Он умел исполнять одиннадцать музыкальных пьес. В Германии сделали механического трубача. Кто-то назвал эти автоматы андроидами, это значит человекоподобные, похожие на человека.

РОБОТОВ ВОЗВРАЩЕНИЕ РОБОТОВ



«НАЗОВИ ЕГО РОБОТОМ...»

Но слово «андроид» не прижилось. Зато родилось другое, всем теперь хорошо знакомое слово «робот». Когда и как оно появилось? Это целая история.

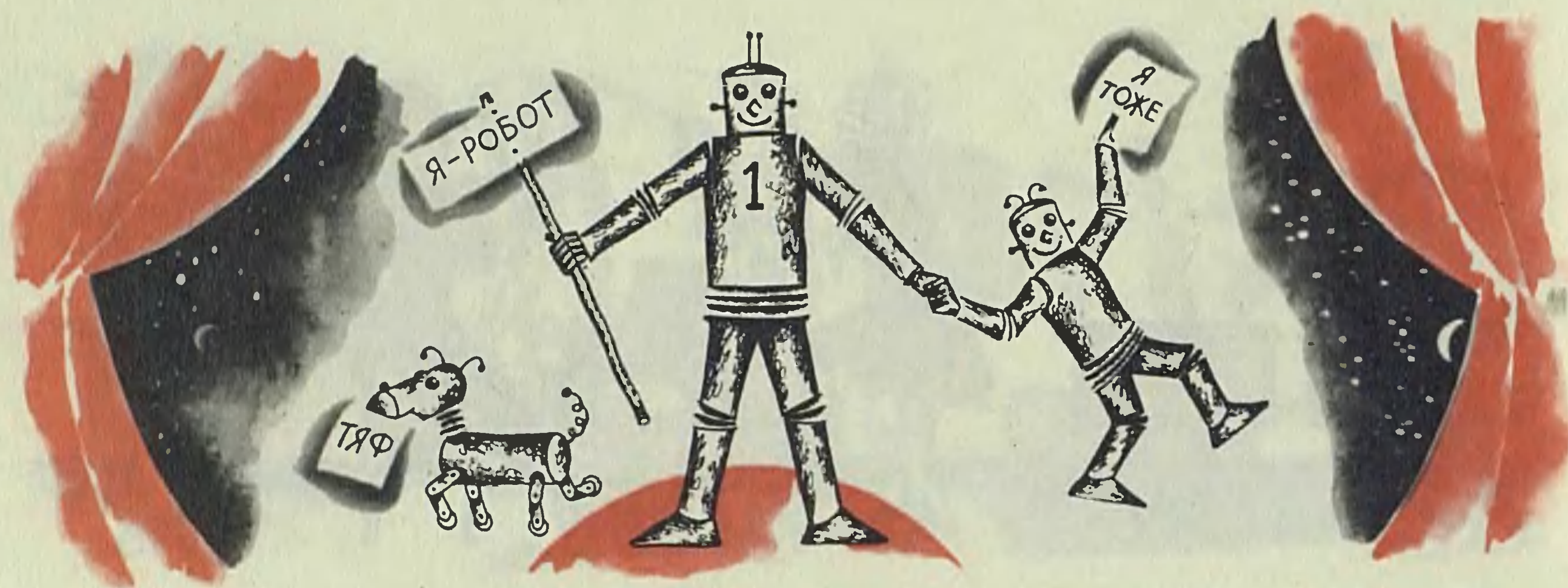
Весной 1920 года чешский писатель Карел Чапек написал самую знаменитую и самую необыкновенную свою пьесу. О том как на далёком острове Россума была построена удивительная фабрика. На этой фабрике изготавливали... искусственных людей.

Впрочем, нет. Это были машины, бесчувственные, но достаточно сообразительные, чтобы выполнять любую работу. Внешне они напоминали людей, имели даже имена: Марий, Дамон, Прим, Сулла. Одеты были в полотняные блузы. На груди у каждого висела латунная бляха с номером.

Их создал учёный Россум — чудака и мечтатель. На своём острове он изучал обитателей моря, и неожиданно открыл вещество, из которого можно было сделать живой организм.

И Россум начал соревноваться с природой. Сначала он попробовал создать искусственную собаку. Вышло. После этого он решил сделать человека. Но тут появляется его племянник, инженер, и решает, что из «теста», открытого дядей, нужно лепить не собак и людей, а рабочие машины, наделённые разумом. Через несколько лет фабрика, построенная Россумом-младшим, выпускала тысячи разумных машин. Их собирали на конвейере, как автомобили, а потом продавали на заводы, шахты, плантации.

Замысел пьесы уже сложился в голове Чапека. Оставалось



неясным: как назвать эти человекоподобные машины. Однажды Чапек зашёл к своему брату Иозефу, художнику. Тот стоял у мольберта и, размахивая кистью, грунтовал холст.

— Эй, Иозеф, — сказал Чапек, — кажется, у меня возникла идея пьесы.

— Какой, — не оставляя холст, пробормотал Иозеф. Именно пробормотал, потому что во рту он держал вторую кисточку.

Чапек коротко рассказал брату о пьесе.

— Ну так и пиши, — рассеянно ответил тот.

— Но я не знаю, — продолжал Чапек, — как назвать эти искусственные существа.

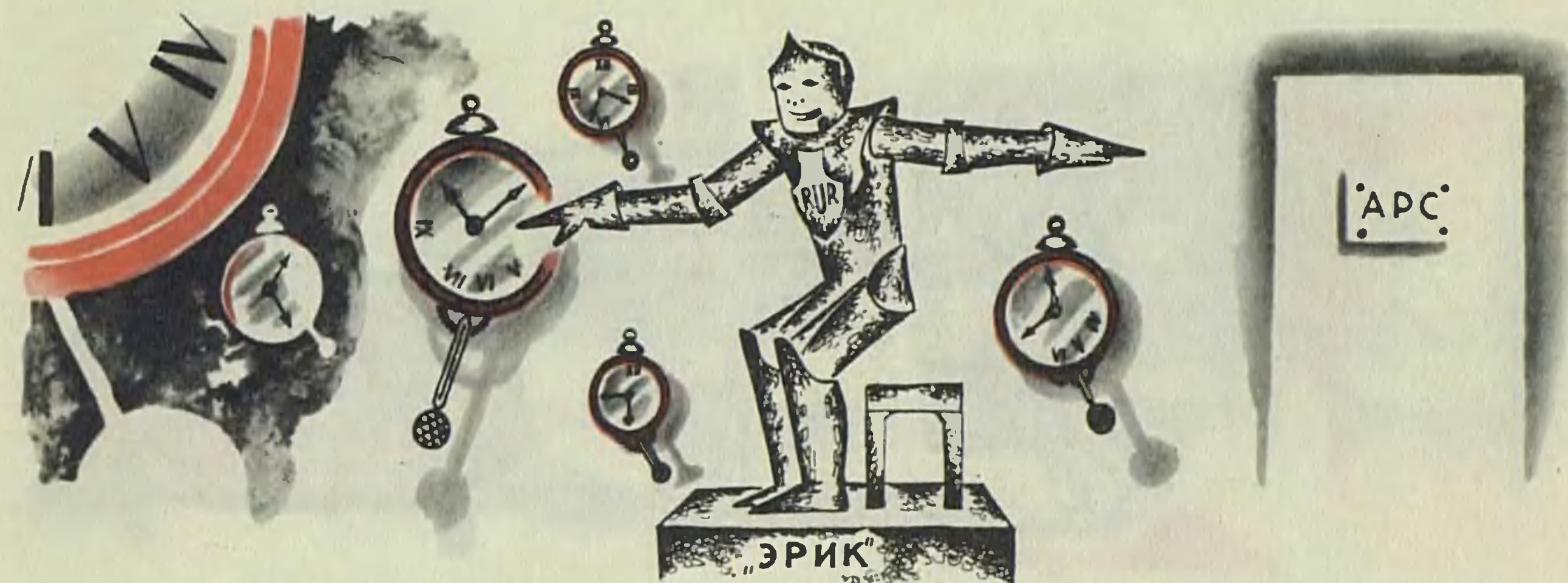
— Назови их роботами, — сквозь зубы бросил Иозеф.

Чапек так и поступил. С тех пор слово «робот» употребляется везде, и просто не верится: неужели когда-то его нужно было придумывать?

ВСТАНЬ, ЭРИК!

В конце двадцатых годов для человекоподобных автоматов наступили новые времена. Роботы стали электрическими, потом электронными. Сходства с людьми у них поубавилось, зато прибавилось много новых «способностей».

Полвека назад в Англии демонстрировался робот Эрик. Создал его инженер Ричардс. Журналист, видевший Эрика, писал: «Нас впустили внутрь обширной палатки. В ней ничего не было, кроме небольшого помоста и сидевшего на нём серебристого существа, напоминавшего рыцаря в латах. Это робот



Эрик. Но вот на помост выходит человек в синем костюме и сообщает, что он — инженер, построивший робота.

— Сейчас Эрик проснётся, — говорит инженер.

В тот же миг глаза робота засверкали. В открытом рту засветились зелёные лампочки, как зубы в пасти дракона.

— Встань, Эрик! — приказал инженер.

Робот, оттопырив металлические руки, медленно поднимался, словно сильно усталый человек. Выпрямился и по команде начал делать гимнастику.

— Леди и джентльмены, Эрику можно задавать вопросы, — продолжал создатель робота. — Но, пожалуйста, задавайте только простые вопросы. Эрик не очень образован.

Все молчали. Я самый храбрый. Резко спрашиваю:

— Который час, Эрик?

Он поворачивает ко мне металлическую голову с жёлтыми огнями в глазах и громко произносит:

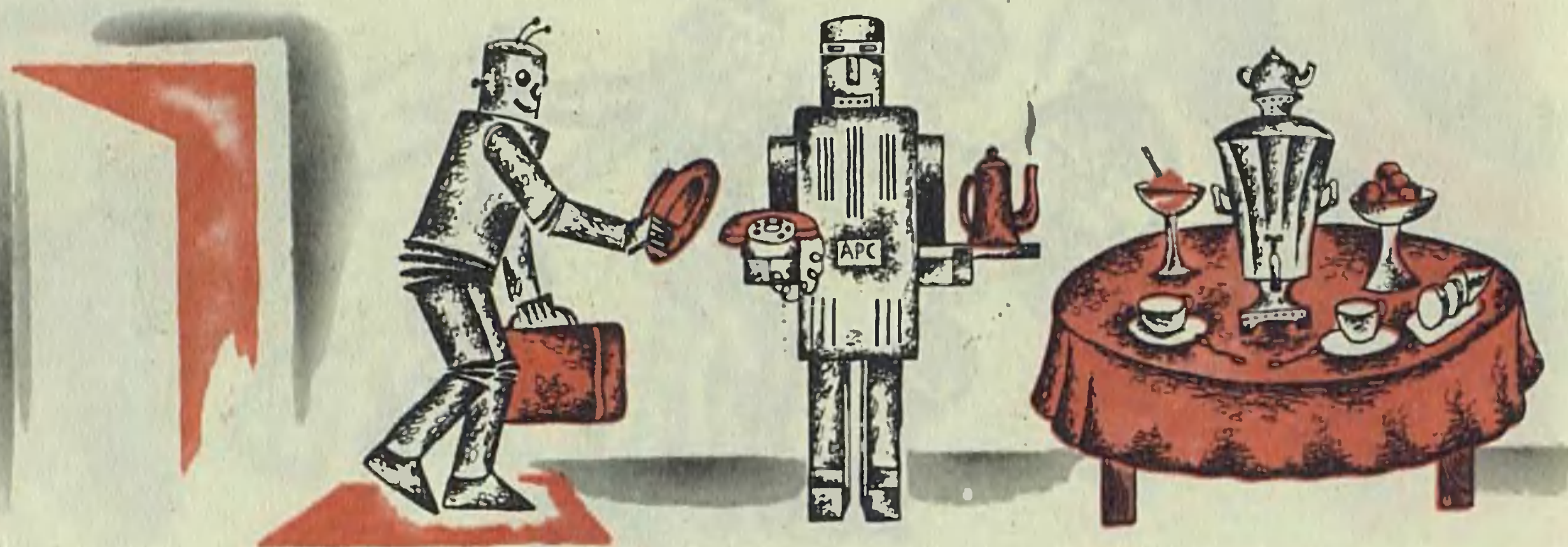
— Три часа пятьдесят две минуты.

Затем его спрашивали другие».

Вскоре у Эрика появился брат, робот Альфа — гигант весом в две тонны. Он умел многое: вставать, садиться, двигать руками, мог очень метко стрелять из пистолета.

Проходили годы. Число роботов росло. Их строили и строят до сих пор. Теперь даже юные техники. Ребята из Калининграда, например, создали целое семейство роботов. Забавно смотреть, как вышагивают «взрослые» роботы, а рядом семенит роботёнок.

На выставке достижений народного хозяйства в Москве видел я робота, которого построили юные техники города Каменск-Уральский. Симпатичный такой, по имени Рэм. Он рабо-



тает экскурсоводом. Голос звонкий. Говорит, а сам смотрит на тот экспонат, о котором рассказывает. Чуть кто расшумится, он вежливо предупреждает: «Извините, здесь шуметь нельзя».

А робот Протон Электроневич — из Курска. Создали его тоже ребята во Дворце пионеров. Он весёлый. Танцует, водит хороводы и даже подмигивает тем, кто ему особенно понравился.

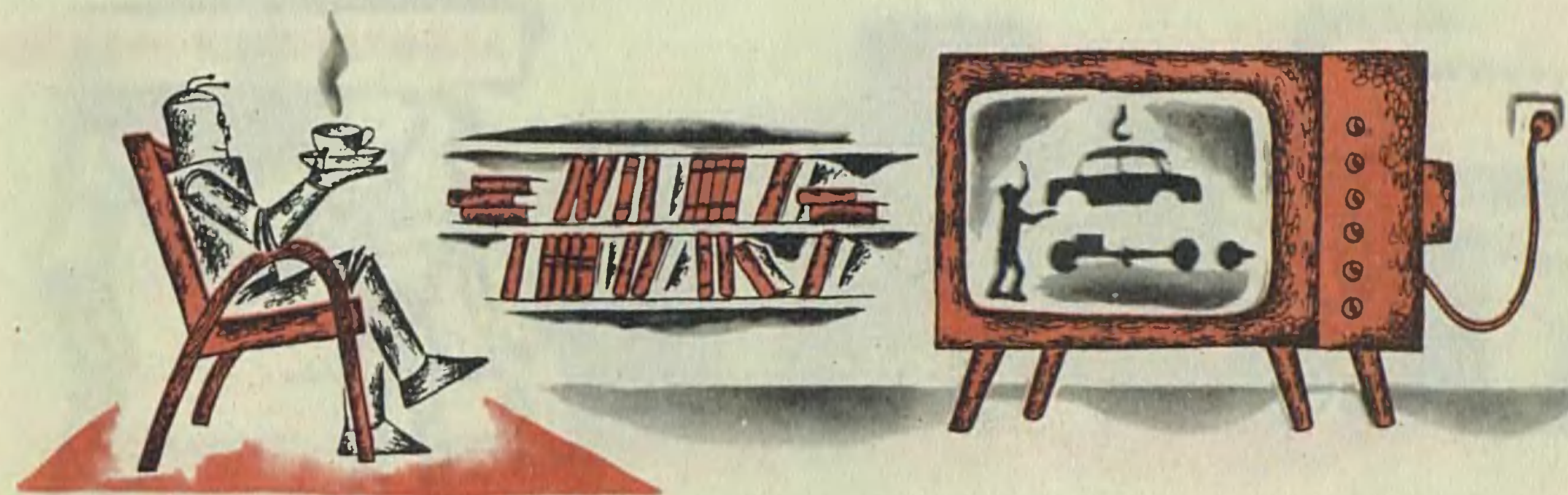
АРС ИНЖЕНЕРА ГРИШИНА

В квартире калужского инженера Бориса Николаевича Гришина уже много лет живёт АРС — автоматический радио-электронный секретарь. А попросту говоря, робот. Высокий, широкоплечий, головастый. Своего АРСа Борис Николаевич создавал три года. Двадцать тысяч деталей, десятки электромоторов, сотни реле, сложнейшее переплетение проводов. Вот что такое АРС.

Когда к инженеру Гришину приходит гость, робот встречает его приветствием:

— Здравствуйте. Я очень рад, что вы нас посетили. Не хотите ли послушать музыку?

Рабочий день АРСа начинается рано. Первым делом в точно указанное время он будит своего хозяина. Потом включает магнитофон, на ленте которого записана утренняя зарядка. Когда после гимнастики инженер садится завтракать, робот коротко, но чётко напоминает, что предстоит ему, инженеру, сделать сегодня, какие неотложные дела его ждут.



АРС остаётся дома один, но «скучать» ему некогда. Зазвонил телефон. Робот снимает трубку:

— АРС слушает. К сожалению, Гришина нет дома. Я его электронный секретарь. Если вам что-нибудь нужно передать, говорите, я запишу.

Вечером, когда вернётся инженер, АРС доложит ему о всех телефонных звонках. Робот может запомнить до тридцати телефонных разговоров.

В его обязанности входит также следить за температурой в квартире, поддерживать её постоянной. Вовремя открывать форточки. Когда стемнеет, АРС зажигает освещение. Он умеет включать и настраивать телевизор. Может позвонить на вокзал, узнать, когда отправляется поезд. Если необходимо, вызовет на дом врача, а случись пожар — пожарных.

АРС очень способный робот. С каждым годом он становится всё более умелым и знающим. Конечно, с помощью своего конструктора.

Не такие ли вот домашние роботы придут когда-нибудь почти в каждую квартиру? Будут натирать полы, стирать и гладить бельё, готовить обед, мыть посуду, выполнять обязанности секретаря.

Сколько у нас тогда освободится времени!

ОНИ УЖЕ ТРУДЯТСЯ

Промышленные роботы появились не так давно, лет пятнадцать назад — отличные маляры, сварщики, кузнецы, упаковщики, сборщики. Их уже несколько тысяч.



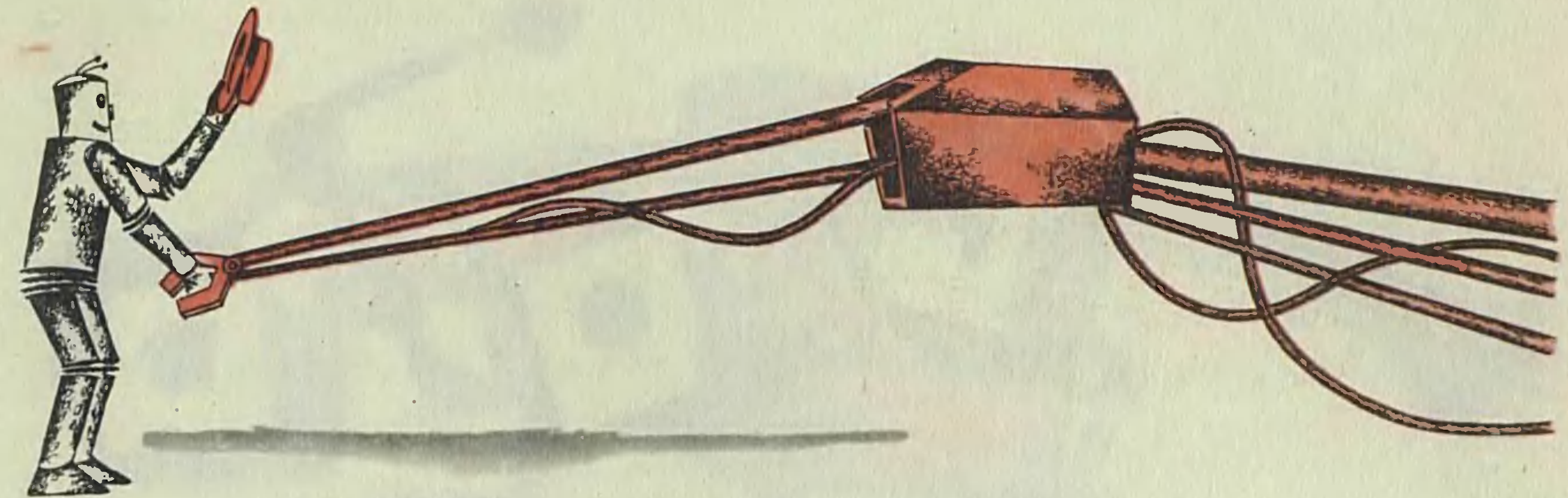
Они совсем не такие, какими изобразил их Карел Чапек. На людей они нисколько не похожи. Да это и не нужно. Тумба и длинная «рука» с клешнёй. «Рука» может поворачиваться, сгибаться, вращаться, сжимать и разжимать клешню.

На одном из автомобильных заводов двумя шеренгами стоят двадцать шесть роботов-сварщиков, а между ними по конвейеру движутся кузова легковых автомобилей. Остановится конвейер на секунду-другую, роботы повернут свои «руки», прикоснутся к кузову, застрочат, как пулемёты, сделают своё дело, и конвейер поехал дальше. В цехе ни одного человека. Только роботы.

Они не знают усталости, трудятся помногу часов без отдыха. Один американский робот, например, работает по двадцать часов в сутки и заменяет четырёх рабочих. Им не страшны ни ядовитые испарения, ни жара, ни холод. Роботы выполняют самую тяжёлую работу в самых вредных условиях, опасных и труднодоступных для людей местах.

Они способны обучаться. Сначала рабочий сам ведёт «руку» робота по тому пути, по которому она должна ходить. Робот «запоминает» этот путь, и потом строго его повторяет.

Роботы тоже делятся на поколения. Установленные на заводах — из первого поколения. Работают они хорошо, но могут выполнять лишь те движения, которые им заранее предписаны. Допустим, робот переносит детали со станка на станок. Повернётся, возьмёт деталь, снова повернётся, переложит деталь. И так безостановочно. Но вот одна деталь оказалась чуть сдвинутой в сторону. Ткнёт робот свою клешню как раз туда, куда, казалось бы, надо, а детали там нет, схватит клешня



воздух. Найти «пропавшую» деталь робот первого поколения не сможет.

Чтобы роботы стали «сообразительнее», их надо снабдить «органами чувств», или, как говорят инженеры, «очувствить». Роботы должны «видеть» и «осознать». Тогда они не будут тыкать клешнёй вслепую. Роботы с «чувствами» причисляются ко второму поколению. На заводах их мало, единицы. Они ещё испытываются в лабораториях.

В ГОСТЯХ У РОБОТОВ

На стене одного из корпусов Ленинградского политехнического института висит красная табличка:

Лаборатория роботов

Признаюсь, я слегка волновался. А вы бы не волновались перед встречей с роботами? Одно дело читать о них, другое — увидеть собственными глазами. Я знал, что лабораторией руководит профессор Евгений Иванович Юревич, известный учёный-роботостроитель.

Вхожу в большую комнату и вижу такую картину: вдоль стен, как на параде, выстроились роботы. Ярко раскрашенные, красивые. Обхожу их, осматриваю. Увидеть бы роботов в действии!

— Пожалуйста, — говорит мне инженер лаборатории Валентин Михайлович.

Зашипели, заурчали роботы, задвигали «руками». Двое



работали в паре. Один брал деревянные кубики, передавал другому, а тот складывал на подставку. Споро работали, чётко. Человеку за ними не угнаться.

Я понимал, что эти жёлтые кубики — для показа. На заводах роботы будут своими железными «пальцами» брать и переносить детали. Другие могут работать сварщиками, малярами.

Все они первого поколения. А как выглядит робот, принадлежащий ко второму поколению? Прошу и его показать.

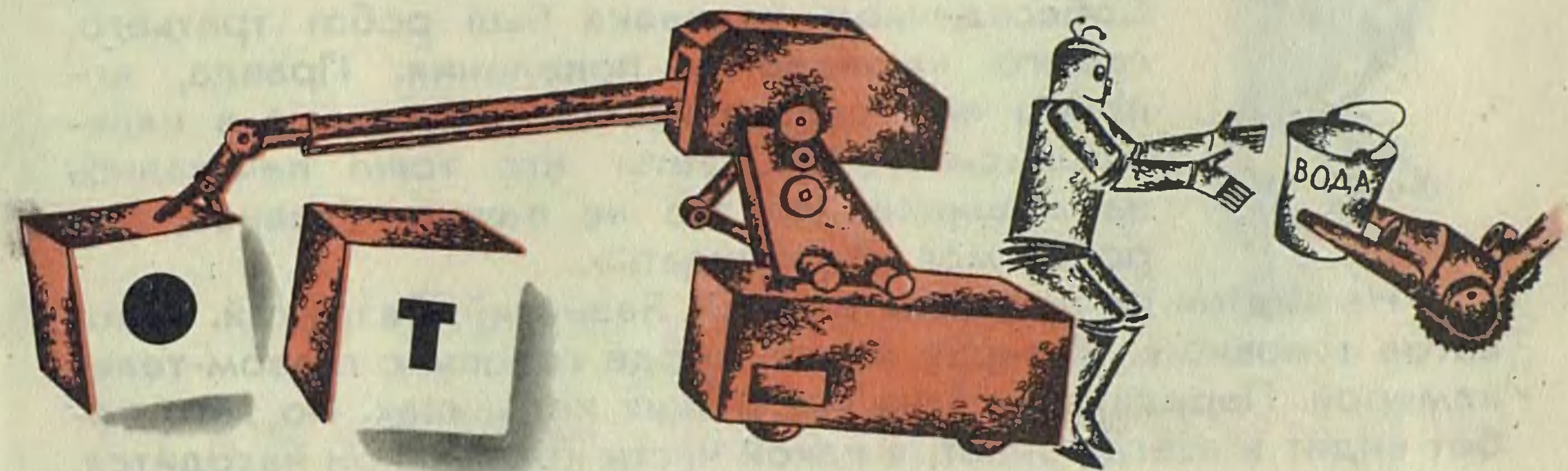
— Он в соседней комнате, — говорит мне инженер.

Заходим туда. Что это? Передо мной висят две суставчатые руки. Беспомощные на вид, отделённые от «туловища». А где же оно само? Оказалось, что туловище робота — это стоящий в углу шкаф. От него к рукам тянутся провода.

Роботу дают первое задание: собрать разбросанные по столу кубики и сложить их в коробку. Одна из рук начинает поиск. Она слегка дрожит, как будто нервничает. Находит. Пальцы осторожно берут кубик. Рука отправляется искать коробку. Нашла. Пальцы над коробкой разжимаются, кубик падает, а рука уходит за новым.

Задача, однако, усложняется. На пути руки ставят забор — шахматную доску. Но робота этим не смутить. Рука подходит к клетчатой стенке, совсем близко и — раз! — перешагивает через неё.

Потом робот собрал пирамидку из разноцветных квадратиков: разыскал их и нанизал на колышек. Не в беспорядке нанизал, а сначала самый большой квадратик, дальше меньший и меньший.



Как же роботу удаётся справляться с такими не простыми для него поручениями? Секрет вы уже знаете. Каждый сустав его рук, каждый палец клешни снабжён чувствительными датчиками. От них сигналы идут в «мозг» робота, электронную машину. Робот знает, что его рука подошла к препятствию, может разыскать кубик и коробку, в каком бы месте они ни находились. Он действует, подчиняясь «разумным» командам электронной машины.

Под конец робот совсем меня поразил. Перед его рукой поставили бутылку лимонада. Рука взяла её, налила лимонад в стакан. Другая рука ловко подхватила его и... протянула мне. Забыв, что передо мной робот, я говорю: «Спасибо». Беру стакан из железной руки и с удовольствием выпиваю лимонад...

РОБОТЫ «УМНЕЮТ»

Однажды между человеком и роботом произошёл такой разговор.

Человек: «Прошу придвинуть ко мне в три часа куб. Тот, который поменьше».

Робот: «Здесь два небольших куба».

Человек: «Мне нужен самый маленький».

Робот: «Хорошо».

Человек: «Так когда будет придвинут куб?»

Робот: «Я это сделаю в три часа».

Наступили три часа дня.

Робот: «Я выполнил задание».



Человек: «Благодарю».

Разговор этот я не выдумал. Состоялся он в лаборатории американского института, занимающегося созданием «разумных» машин. Собеседником человека был робот третьего, самого «молодого» поколения. Правда, вопросы ему задавались не голосом, а в напечатанном виде. Ответы его тоже печатались на машинке. Но это не важно. Главное, что робот мог «рассуждать».

На вид он не привлекательный. Безногий, безрукий. Угловатое туловище. Наверху что-то вроде головы с глазом-телекамерой. Передвигается на маленьких колёсиках. Но зато робот видит и всегда знает, в какой части комнаты он находится, чувствует, если приближается к чему-либо.

Но самое важное его качество заключается вот в чём. Когда мы хотим что-то сделать, ну хотя бы собрать разбросанные вокруг предметы, то сначала осматриваемся, изучаем обстановку, а потом уже принимаемся за работу. Так и он, подобно человеку, сперва «обдумывает» план действий.

Его работа — передвигать кубы, расставленные по комнате, сдвигать их в определённое место. В одном из опытов нужно было передвинуть куб в угол. Но куб стоял не на полу, а на довольно высокой платформе. И тогда робот догадался использовать стоявшую в этой же комнате наклонную плоскость. Он придвинул её к платформе, вкатился наверх, толкнул куб и съехал сам. Загнать куб в угол было уже, как говорится, делом техники.

Конечно, это пробный робот. Но если снабдить его механическими руками, да прочным панцирем, да разными научными приборами, он сможет исследовать и морское дно, и далёкие планеты.





СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?

САМОЕ БОЛЬШОЕ ЧУДО ПРИРОДЫ

Кибернетики, создавая электронно-вычислительные машины, всё чаще вспоминают человеческий мозг. Если познать все секреты мозга, то не удастся ли тогда построить автоматы, о которых сегодня можно лишь мечтать? Мозг учёные исследуют уже много лет. Известно, что он покрыт тонким слоем серого вещества, корой. Полагают, что этой частью мозга мы думаем. Когда серое вещество рассмотрели в микроскоп, то увидели, что это — громадное скопление нервных клеток, нейронов. Их в мозгу более десяти миллиардов!

Сама нервная клетка похожа на деревцо. От её микроскопического тельца тянутся ветки-отростки. Их называют дендритами. Самый длинный отросток напоминает ствол дерева и называется аксоном. По нему, как по проводу, бежит нервное возбуждение. В коре дендриты и аксоны нервных клеток соединяются друг с другом. Образуется густое переплетение.

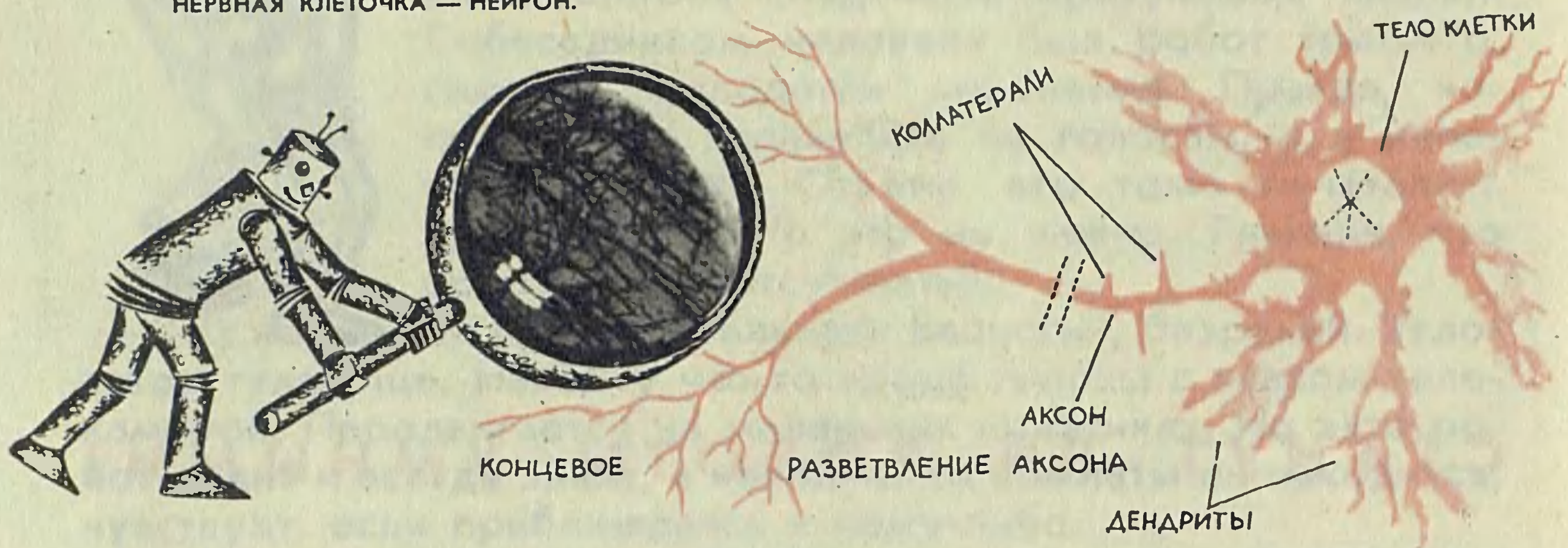
Нервные клетки мозга связаны с различными частями нашего тела. Возьмём для примера глаз. Вот мы смотрим на какой-нибудь предмет. Свет от него отражается и попадает внутрь глаза, на клетки, очень чувствительные к свету. В глазу таких клеток (называются они «палочки» и «колбочки») более ста миллионов. Ими выстлано дно глаза. Свет возбуждает «палочки» и «колбочки», и по зрительному нерву в мозг летят электрические сигналы.

Возбуждения идут в мозг от чувствительных клеток ушей, носа, языка, кожи. А мозг в ответ посылает приказы нашим мышцам. Мы двигаем руками, ногами, головой, пальцами.

Во время операции мозг в разных местах раздражали

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?

НЕРВНАЯ КЛЕТКА — НЕЙРОН.



электрическим током. Это нисколько не больно, так как мозг лишён чувствительности. Раздражают одно место — у человека начинает дёргаться левая нога. Раздражают другое — человек слышит музыку. Оказалось, что мозг поделён на участки, и каждый из них чем-то «заведует». Один — зрением. Другой — речью. Третий — слухом.

Устройство мозга учёные знают. Как работает нервная клетка — им тоже понятно. Но вот как действуют все нервные клетки мозга вместе, как человек думает — это до сих пор остаётся тайной за семью печатями.

Если заглянуть внутрь телевизора, то кажется: вот сложно! Но по сравнению с мозгом, самый сложный телевизор — пустяк. Как разобраться в такой невообразимой сложности из десяти миллиардов «деталей», никто ещё не придумал.

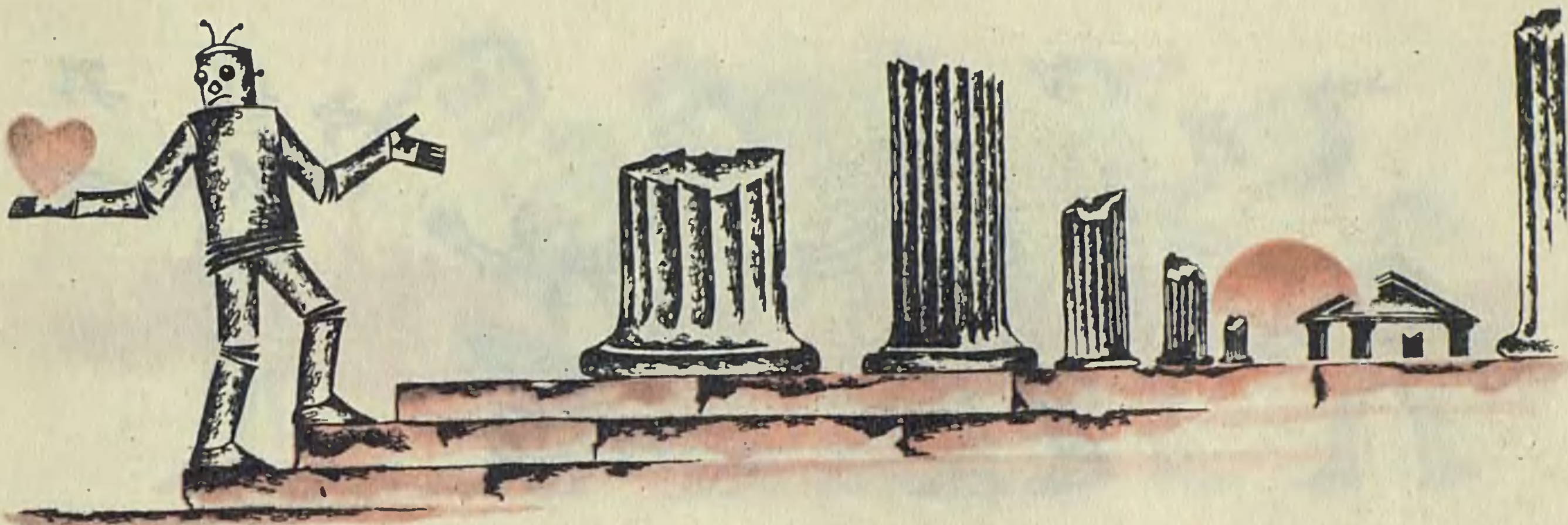
ГДЕ ПРЯЧЕТСЯ УМ?

Что значит мыслить, быть умным? Вопрос этот непростой. Даже очень сложный. На него давно пытались ответить. Древнегреческий учёный Аристотель, живший две тысячи лет назад, считал: человек мыслит при помощи... сердца, а мозг служит для выделения охлаждающей сердце жидкости.

Как человек думает, что при этом происходит в его голове? Когда горит огонь или тает лёд, или движется вода в реке — тут всё понятно. Тут действуют законы химии, физики, механики. А мышление, каким законам подчиняется оно?

В прошлые века некоторые учёные заявляли: мышлением, жизнью вообще управляет некая сила. Именовали они эту за-

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



гадочную силу по-разному. Кто «энтелехией», кто «жизненной энергией», кто «жизненной силой». Учение о «жизненной силе» называли витализмом. По-латински слово «*vitalis*» означает живой, животворный. Объяснить, что такое «жизненная сила», не мог никто. Считалось даже, что объяснить это невозможно, поскольку «жизненную силу» понять, познать нельзя.

Многие передовые учёные и среди них такие знаменитые, как Гумбольдт, Гельмгольц, Клод Бернар, не признавали витализм, считали его вымыслом. А уж как доставалось виталистам от Климента Аркадьевича Тимирязева — выдающегося русского ботаника. Сегодня ни один учёный не верит в «жизненную силу». Работу мозга стараются объяснить строго научно.

Мыслить — это, наверное, уметь запоминать, обучаться, распознавать всё вокруг, принимать правильные решения, предвидеть последствия своих действий, отвечать на любые вопросы, рассуждать. Сможет ли всё это выполнять и машина?

Одни учёные отвечают твёрдо: «Да, сможет». Другие сомневаются. «Нет, — говорят они, — самая совершенная кибернетическая машина всё-таки останется машиной. Называть её мыслящей — нелепо». Будущее покажет, кто прав. А пока идут споры, кибернетики не теряют времени и стараются «научить» электронные машины тому, что до сих пор было доступно только человеку.

МАШИНА УЧИТСЯ ГОВОРИТЬ

Сейчас человек разговаривает с ЭВМ не так, как удобно ему, а так, как удобно ей, на специальном машинном языке. Насколько упростится общение человека с машиной, если она

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



будет понимать человеческую речь и отвечать на человеческом языке. Нам кажется, что говорить и понимать слова — легко и просто. Но когда этому же стали «учить» машину, убедились, как это необычайно сложно и трудно.

Разговаривая, человек произносит от восьмидесяти до ста тридцати слов в минуту. Каждое слово можно разбить на отдельные звуки — фонемы. В русском языке их всего сорок. Они — «кирпичики», из которых складывается наша речь. Вот и пытались сначала обучить машину распознавать эти «кирпичики» речи. Только ничего хорошего не получилось. Соседние фонемы влияют друг на друга. Машина часто ошибалась.

Может быть, учить её узнавать не отдельные звуки, а сразу целые слова? Попробовали так. Вышло значительно лучше. В нашем языке около пятисот тысяч слов. Ни одна ЭВМ не сможет пока запомнить признаки всех. Но все слова запоминать и не обязательно. Даже из полсотни слов можно составить более тысячи команд. Вполне достаточно.

С помощью электронных приборов звучащее слово превращается в набор волнистых линий — спектрограмм. Линии нетрудно перевести в цифры. А уж с цифрами машина работать умеет! Беда только в том, что голос у каждого человека свой, особенный. Даже больше: если один и тот же человек произнесёт какое-нибудь слово дважды, оно будет звучать по-разному, и машина может его не узнать.

Мы хорошо понимаем речь других потому, что чувствуем связь между словами, их смысл, знаем тему разговора. Сделать так, чтобы и машина это чувствовала, — очень трудно.

Всё же успехи есть. Московские учёные научили машину понимать шестьдесят слов и составленные из них фразы —

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



команды. При этом она немного учитывает смысл слов. Инженер берёт микрофон и чётко произносит:

— Вычислить корень четыре два шесть восемь.

Как только машина услышит слово «вычислить», ей станет понятным, что дальше последует именно математическое задание, а не какое-то другое.

Замечательный автомат создали учёные киевского Института кибернетики. «У нас в институте, — рассказывает известный советский учёный, академик Виктор Михайлович Глушков, — действует машина, с которой можно разговаривать как с трёх — четырёхлетним ребёнком — сходство удивительное. Но до тех пор, пока соблюдаешь правила игры. Заговори по-взрослому, и машина станет в тупик. Приезжайте в Киев, послушайте. Голос, правда, пока несовершеннолетний. Поначалу как-то странно, жутковато, что ли. Потом привыкаешь».

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПЕРЕВОДЧИК

Сколько разных языков существует на земле! Тысяч шесть, не меньше. Как это неудобно. Как мешает общению.

Тридцать лет назад американский учёный Уивер выступил с предложением использовать в качестве переводчика электронно-вычислительную машину. Многие только посмеялись над его предложением.

— Послушайте, — говорили Уиверу, — да вы знаете, что такое язык? Это сотни тысяч слов. Одно и то же слово, фразу можно перевести и так и этак. Тут чувствовать надо! А вы хотите, чтобы перевод делала бесчувственная машина.

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



К счастью, нашлись и дальновидные люди. Над машинным переводом стали работать. Действительно, трудности оказались чрезвычайно велики, но преодолимы. В 1954 году американская вычислительная машина впервые перевела на английский язык фразы, написанные по-русски. Спустя год советская ЭВМ перевела на русский язык английский текст. За этим стоял колоссальный труд инженеров, лингвистов, математиков. Как же осуществляется автоматический перевод?

Предположим, нам требуется перевести на русский язык статью из английского журнала. В память машины вводятся английские слова и соответствующие им русские. Машина как бы заучивает англо-русский словарь. Только сначала слова записываются цифрами. Для этого каждая английская буква обозначается числом. К примеру, буква «а» — числом 16, буква «с» — числом 22. Цифрами переписывается и весь английский текст. Он тоже вводится в память машины.

Затем ЭВМ берёт слово из текста и начинает искать такое же в своём словаре. Тысячу слов она просматривает за доли секунды. Проще говоря, машина вычитает из слов-чисел, хранящихся в её памяти, слово, взятое из текста. Как только результатом будет ноль, слово найдено. Остаётся заменить это английское слово русским.

Не всё так, конечно, легко и просто. У каждого языка свои законы. В английских предложениях слова расставляются в одном порядке, а в русском — в другом. И машина это должна учесть. Нередко бывает, что какое-нибудь английское слово переводится десятками русских. И в этом машина должна разобраться. А как перевести такие чисто русские выражения, как «бить баклуши» или «хлопот полон рот»?

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



Машины не переводят романы, повести, рассказы, тем более стихи. Пусть этим занимаются самые талантливые переводчики. А со статьёй из научного журнала или газеты она вполне может справиться.

До сих пор ЭВМ переводили по правилам, составленным людьми. Киевские кибернетики попытались сделать иначе. Их машина не просто запоминала, а как бы изучала слова. В конце концов она начинала понимать, какие фразы имеют смысл, а какие нет. «Ученик читает книгу». Так сказать можно. А фраза: «Стол читает книгу» — совершенно бессмысленна. Постепенно ЭВМ выводила для себя грамматику. Учёные надеются, что для машины, окончившей такой курс обучения, уже не потребуется составлять правила перевода. Она сделает это самостоятельно. Почти как человек.

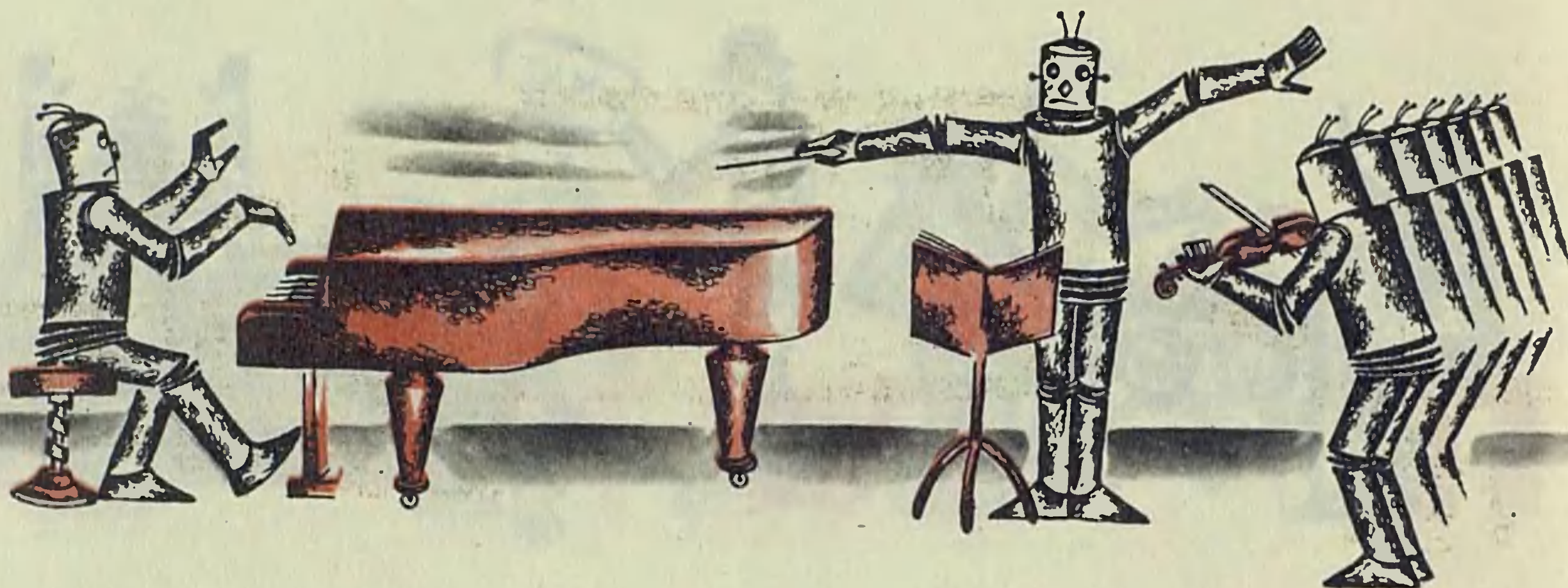
КАИССА ЗА ШАХМАТНОЙ ДОСКОЙ

Давным-давно по городам разных стран путешествовал венгр Фаркаш Кемпелен и показывал необыкновенный автомат. Перед невысоким шкафчиком сидела кукла в чалме и халате, с длинной восточной трубкой в руке. Кукла изображала турка, играющего в шахматы.

Прежде чем начать сеанс, владелец автомата старался убедить «почтенную публику», что обмана тут никакого нет. Он снимал с турка халат, и зрители видели: внутри никто не прячется. Затем Кемпелен открывал дверцы шкафчика, и зрители снова убеждались, что там лишь рычаги и шестерёнки.

После этого выходил желающий из публики, и начиналась

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



игра. Механический турок брал шахматную фигуру, делал ход и ждал ответного. Нельзя сказать, что победить его было невозможно. Сильные шахматисты, случалось, выигрывали. Рядовые же проигрывали почти всегда.

Восемьдесят пять лет не могли разгадать тайну турка-шахматиста. Раскрылась она совершенно случайно. В зале, где демонстрировался автомат, возник пожар. Все бросились вон из зала. Турок тоже вдруг забеспокоился, задёргал руками. Дверцы шкафчика распахнулись, и на сцену выскочил... человек. Он был искусно спрятан внутри автомата. Механический шахматист оказался ловкой подделкой. Да иначе и быть не могло.

Как у всякой игры, у шахмат есть правила. Все шахматисты эти правила знают, а играют в разную силу? Почему? Как шахматист мыслит, сидя перед шахматной доской, как выбирает наилучший, по его мнению, ход? Неизвестно.

Но если существуют твёрдые правила игры, то нельзя ли в самом деле создать машину-шахматиста? Соблазнительно, и математики пытаются это сделать, составляют шахматные программы для ЭВМ.

Сама машина фигуры не переставляет. Она отпечатывает цифрами, какой ход собирается сделать. Нынешние машины способны предвидеть на три—четыре хода вперёд. Они будто рассуждают: «Если я сделаю шаг сюда, мой противник — туда. Я — сюда, он — туда...»

Летом 1974 года в Стокгольме состоялся первый чемпионат мира по шахматам среди электронных машин. Несколько вечеров подряд упорно состязались тринадцать машин из восьми стран. Всё было, как на обычных шахматных турнирах:

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



судьи, зрители. Только сами «шахматисты» находились за тысячи километров от шведской столицы — дома. Встреча, так сказать, была заочной. Машина делала ход. Его по телефону сообщали в Стокгольм, а оттуда также по телефону — в страну, где находилась машина-соперница.

Строго говоря, соревновались не машины, а математики, авторы шахматных программ. Чья программа окажется лучшей? Лучшей оказалась наша. Её составили московские математики и назвали Каиссой — по имени мифической богини, покровительницы шахмат. Лишь советская машина не потерпела ни одного поражения. Создателям Каиссы вручили золотую медаль.

Машины, играющие в шахматы, нужны не для забавы, не для того, чтобы кого-то удивить. Трудно придумать более удобный способ познавать, как человек мыслит. Если удастся научить машину хорошо играть в шахматы, то она сможет решать и другие сложные и важные задачи, доступные сегодня лишь человеческому мозгу.

СОДРУЖЕСТВО С МАШИНОЙ

Всегда считалось, что писать музыку, сочинять стихи, изобретать, одним словом, творить может только человек. Загадочная это вещь — творчество. Рассказывают, английскому писателю Джонсону особенно хорошо работалось, когда он гладил своего серого пушистого кота. Немецкий писатель Шиллер всегда держал в ящике стола гниющие яблоки. Он любил их запах. Тогда перо просто не поспевало за мыслью поэта.

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



Бюффон — французский учёный — не мог начать работать, если костюм его не был застёгнут на все пуговицы.

Да, в творчестве много ещё загадочного. Почему один — гениальный поэт, а другой не может и строчки сочинить? Как делаются открытия? Как приходит вдохновение? Законы творчества, творческого мышления изучает новая наука — эвристика. Но пока об этих законах известно совсем немного.

Человек творит. А может ли творить машина?

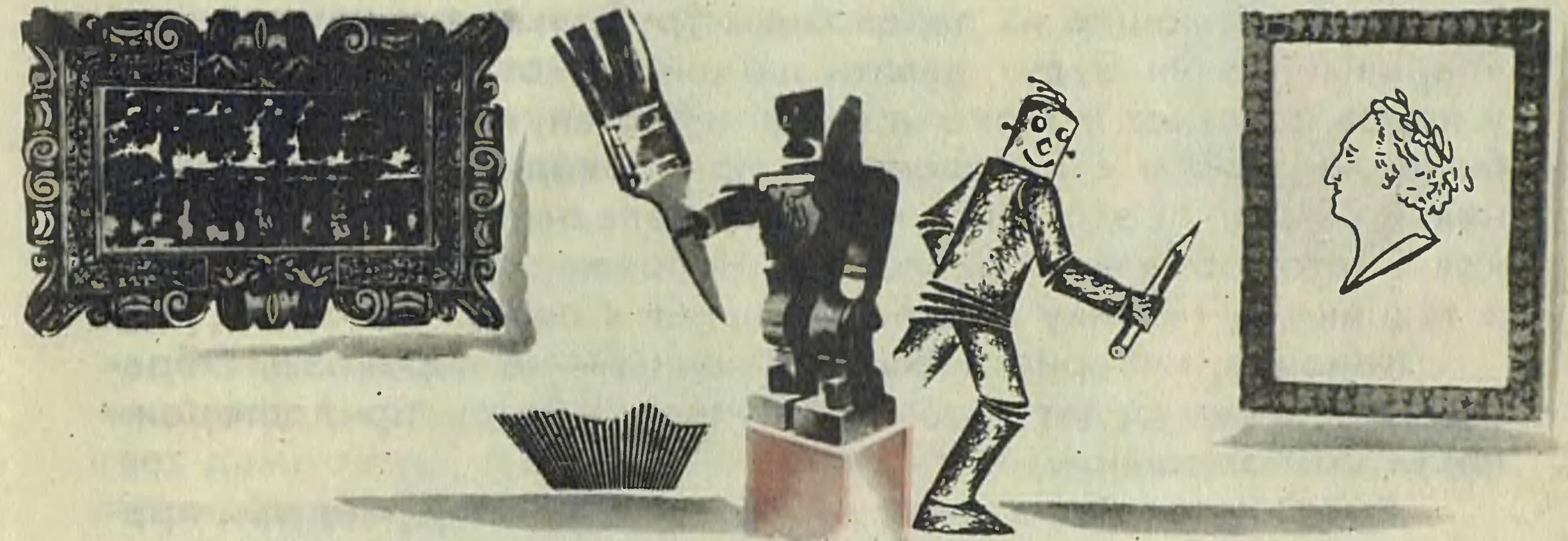
Советский математик и музыкант Рудольф Хафизович Зарипов отдал много сил тому, чтобы научить электронную машину создавать музыку. Он рассуждал так: «Музыкант, сочиняя мелодию, не задумывается над тем, как он это делает. Ему кажется, всё происходит внезапно, в порыве вдохновения. Но правила, по которым сочиняется музыка, есть. Их надо перевести на язык математики и вложить в машину».

И Зарипов доказал, что это вполне возможно. Он научил электронную машину «Урал» сочинять вальсы, марши. Так появились «Уральские напевы».

Несколько лет назад в Лондоне была устроена большая выставка рисунков, созданных электронными машинами. Другую выставку показывали в Италии, Греции, Японии, Индии. Конечно электронные художники также работают по заданиям, составленным программистами. Но эти задания настолько сложны, что человеку «вручную» никогда их не выполнить. Трудно даже заранее представить, какой рисунок получится. А машина справляется, так как очень быстро работает.

Я попросил художника перерисовать некоторые машинные рисунки. Можете полюбоваться. Теперь машины рисуют даже цветные картинки.

СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?



Вы, наверное, слышали о прекрасной древнегреческой поэме «Илиада». Считалось, что написал её слепой греческий поэт Гомер. Но около двухсот лет назад появились сомнения: Гомер ли? Некоторые учёные стали утверждать, что «Илиада» составлена из стихов нескольких поэтов. Другие не соглашались. Спор тянулся и тянулся. Разрешила его электронная машина. Она прочла поэму, сравнила разные её части и пришла к выводу: написал её один человек, именно Гомер.

Машины переводят с одного языка на другой, сочиняют музыку, рисуют, выдумывают новые фасоны платьев, составляют рецепты духов. Выходит, творят? Пожалуй, так сказать нельзя. Ведь машины работают по программам, составленным человеком. А то, что они всё больше становятся помощниками людей в творческой работе — это верно.

ЗАГЛЯНЕМ В БУДУЩЕЕ

У польского писателя-фантаста Станислава Лема есть сказка о короле Полеандре Партобоне, властителе Киберы. Этот король обожал кибернетику. Однажды придворные инженеры создали для него всемогущую электронную машину. По их словам, она умела абсолютно всё. Король решил проверить, верно ли это. Он послал машине приказ. И случилось так, что в текст приказа вкралась пустяковая опечатка. Она изменила его смысл. Вместо того, чтобы выполнить королевское повеление, машина... создала страшного дракона. Плохо пришлось бы королю, но, к счастью для него, другая электронная машина уничтожила дракона.

Это сказка, да в ней намёк. В самом деле, безопасно ли будет человеку среди умных машин?

Когда-то люди боялись первых паровозов. Говорили, что искры, вылетающие из паровозных труб, вызовут пожары, что «паровые кони» будут давить людей и скот, что от их шума у коров исчезнет молоко, а куры перестанут нести яйца. И так было не только с паровозами. Но проходило время, и уже никто не мог представить мир без железных дорог, без станков, автомобилей, самолётов. Человек приспособливается к технике, а технику приспособливает к себе.

Конечно, кибернетические машины — не паровозы. Общаться с ними будет гораздо сложнее, и меры предосторожности не помешают.

Американский писатель Айзек Азимов придумал три правила, три закона для умных роботов. Если вы читали его научно-фантастический рассказ «Хоровод», то помните, что робот Спиди всегда соблюдал эти законы. Первое. Он не мог причинить вред человеку или допустить, чтобы кто-то другой это сделал. Второе. Робот повиновался командам человека, если они не противоречили первому закону. В-третьих, он заботился о собственной сохранности до тех пор, пока это не противоречило первым двум законам.

Здорово придумано! Кто знает, не по этим ли законам безопасности станут создаваться роботы, вообще умные машины.

Современные электронные машины считают со скоростью двух-трёх миллионов операций в секунду. Молниеносно! Но нынешние ЭВМ покажутся просто тихоходами в сравнении со световыми машинами. Миллиарды операций в секунду! Вот какую сказочную скорость смогут они развить. Считать в них будут световые лучи. А быстрее света, как известно, ничего нет. Техника будущего: термоядерные электростанции, звездолёты могут потребовать от электронных машин именно таких фантастических скоростей.

Объём памяти электронных машин возрастет по крайней мере в сто тысяч раз. А это придаст им чрезвычайно важное свойство. Машинам уже не потребуются подробные объяснения, как решать задачу. Все необходимые знания они будут черпать из своей богатейшей памяти.

Лет двадцать назад один учёный заявил, что если когда-нибудь и построят машину, по сложности равную человеческому мозгу, то размерами она будет со стоэтажный небоскрёб, а для охлаждения её потребуется Ниагарский водопад.

Поспешил этот учёный со своим «предсказанием». ЭВМ, которая раньше занимала обширный зал, теперь свободно раз-

мещается в спичечной коробке. Пока по плотности монтажа электронные машины намного уступают мозгу. Но инженеры и тут быстро продвигаются вперёд. Они надеются, что смогут упаковать электронные детали так же плотно, как «упакованы» нервные клетки в мозгу!

Мечта инженеров — создать машину, которая работала бы столь же надёжно, как мозг. Он верно служит человеку многие десятки лет без остановок и ремонта. Работает даже тогда, когда половина его нервных клеток вышла из строя. Надёжность мозга поразительна!

В недалёком будущем любой человек, где бы он ни находился, сможет пользоваться услугами электронных машин. По самым разным поводам. Даже у каждого школьника будет лежать в портфеле маленькая электронная машинка для решения задач.

Мозг человека — невероятно сложное и совершенное «изобретение» природы. Но неужели — вершина? А если удастся-таки создать искусственный «мозг», не знающий усталости, с колоссальной памятью? В распоряжении людей появится могучая сила!

Каких пределов достигнет автоматика в будущем и существуют ли для неё пределы? Этого никто сегодня сказать не сможет. Ясно только, что значение автоматики в жизни людей будет неуклонно возрастать. Полностью автоматизированные заводы и электростанции. Межпланетные автоматы. Роботы. Автоматизированные шоссе, по которым помчатся автомобили, управляемые электронными машинами. Автоматика на каждом шагу: дома, на улице, в поликлиниках, больницах, магазинах, библиотеках, школах. У нас она не грозит ни безработицей, ни другими бедами. Наоборот, автоматы — наши друзья и помощники. И чем больше их, чем они будут «умнее», тем лучше.



ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора	3
АВТОМАТЫ ПОВСЮДУ	4
РАЗВЕДЧИКИ КОСМОСА	29
НЕОЖИДАННОЕ «РОДСТВО»	45
ПОМОЩНИКИ РАЗУМА	55
ВОЗВРАЩЕНИЕ РОБОТОВ	71
СТАНУТ ЛИ РОБОТЫ УМНЫМИ?	83

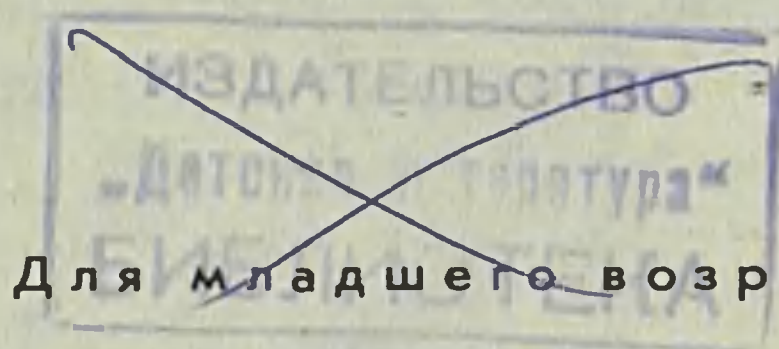
88084

Дорогие ребята!

Вот и закончилось
наше путешествие в Страну роботов.
Интересно ли вам было читать эту книгу?
Всё ли было понятно?

Понравились ли рисунки, которые сделал художник?
О чём бы вам хотелось узнать ещё?
Автор и редакция с нетерпением ждут ваших писем.

Наш адрес:
Ленинград, 192187, наб. Кутузова, 6. Дом детской книги.



Для младшего возраста

ЧЕРНЕНКО ГЕННАДИЙ ТРОФИМОВИЧ. ПУТЕШЕСТВИЕ В СТРАНУ РОБОТОВ

ИБ 1472

Ответственный редактор О. В. Москалёва. Художественный редактор А. В. Карпов. Технический редактор Т. Д. Раткевич. Корректоры Л. Л. Бубнова и А. Г. Земцова. Сдано в набор 8/IV 1977 г. Подписано к печати 29/VII 1977 г. Формат 70X100^{1/16}. Бумага офсетная № 1. Печ. л. 6. Усл. печ. л. 7,8. Уч.-изд. л. 5,76. Тираж 100 000 экз. Заказ № 359. Цена 35 коп. Ленинградское отделение ордена Трудового Красного Знамени издательства «Детская литература». Ленинград, 192187, наб. Кутузова, 6. Фабрика «Детская книга» № 2 Росглавополиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Ленинград, 193036, 2-я Советская, 7.

~~88087~~

~~ИЗДАТЕЛЬСТВО
"Дружная литература"
БИБЛИОТЕКА~~



200=
35 коп.

4-49

