

# **Журнал "Знание сила"**

**№07, 1956**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 004  
ББК 92  
Ж92

Ж92 Журнал "Знание сила": №07, 1956 / – М.: Книга по Требованию, 2024. – 52 с.

**ISBN 978-5-458-60730-8**

«Зна́ние — си́ла» — научно-популярный и научно-художественный журнал, основанный в 1926 году. Публикует материалы о достижениях в различных областях науки. С началом Великой Отечественной войны издание журнала было приостановлено и возобновлено в 1946 году усилиями бывшего главного редактора Льва Жигарева. Во второй половине 1960-х годов — один из лучших иллюстрированных журналов СССР.

**ISBN 978-5-458-60730-8**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2024  
© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



годы, — и снова сотни и сотни цифр и значков, сменявших друг друга с чудовищной скоростью. Кедров в растерянности следил за экраном, пока тот же голос не вернул его к действительности.

Незнакомец отвечал на вопрос, правда с некоторым опозданием. Можно было подумать, что он решил до поры до времени не отвлекать внимание Кедрова. Сейчас видение на экране исчезло, и в комнате зазвучала человеческая речь:

— Завтра, шестого марта, в районе лаборатории, то есть на северной широте 55 градусов, сорок пять минут, восемнадцать секунд и на восточной долготы тридцать семь градусов, тридцать четыре минуты, пятнадцать секунд в 00 часов, будет слабая облачность, ветер средний, видимость по горизонту...

Теперь Кедров уже не сомневался, что его кто-то настойчиво интригует. Однако всему есть предел...

— Хватит! К черту! — Кедров вскочил и с силой нажал кнопку. Голос незнакомца оборвался на полуслове, и на экране снова возникли значки и цифры. Бросилась в глаза тонкая пунктирная линия с обозначением высоты в километрах. Выше пунктира было начертано слово: ионосфера.

В комнате раздался резкий звонок, и Кедров невольно вздрогнул, оторвал руку от панели с кнопками, на одну из которых он нажимал что есть силы.

— Странная нелогичность, — снова заговорил неизвестный, и Кедрову показалось, что тот впервые проявляет признаки раздражения.

— Странная нелогичность, — повторил незнакомец. — Вы спрашиваете о погоде, а даете сигнал в ионосферный сектор.

Мысли Кедрова перепутались. Минуту назад он был готов немедленно ринуться в «комнату за библиотекой» и проучить как следует интригана. А теперь... Упрек незнакомца «в нелогичности» напоминал, что этот человек все же прекрасно владеет собой, умеет быть по крайней мере сдержанным и вежливым... Но в то же время упоминание об «ионосферном секторе» снова возвращало мысли Кедрова к автомату... Может быть, в порыве раздражения Кедров нажал не ту кнопку, и автомат по своему отозвался на ошибку. А человек, который им управляет, сидит себе спокойно и тихонько посмеивается в кулак.

Колебания Кедрова продолжались недолго. Он уже не мог слушать незнакомца, который снова задал свое:

— В десять ноль-ноль, в районе станции 52/78, на высоте 100 километров, в 10 часов 30 минут, в районе той же станции на высоте 100 километров...

— Мне нет дела до ста километров! — заорал Кедров и рванул вперед. При этом он задел какой-то шнур. Экран погас, и тьма сгустилась. Кедров обернулся, сделал шаг назад и, схватив лампу, направил свет в темное пространство комнаты. У него появилось ощущение, что неизвестный находился совсем близко. Свет упал в дальний угол и вырвал из темноты самый обыкновен-



*Схватив лампу, он направил свет в темное пространство комнаты.*

ный стол. Самые обычные вещи окружали Кедрова — столы, стулья, шкафчики... Судорожно сжатая в его руке лампа металась из стороны в сторону, и они то появлялись, то вновь проваливались в темноте.

Теперь туда — в комнату за библиотекой... Кедров должен увидеть его, пусть самого черта, но кто бы там ни находился — дядюшка или его сотрудник — Кедров сейчас посчитается с ним.

Вот, наконец, и книжные шкафы... А где же комната? Ага, дверь... Кедров медлит. Затем осторожно приоткрывает ее. Дверь чуть поскрипывает — и все. Больше ни единого звука. Кедров напряженно вслушивается, задерживает дыхание. Здесь должен быть кто-то, обязательно должен. Кедров должен увидеть сейчас человека, он даже готов простить ему все. Его руки шарят по стене в поисках выключателя. Щелчок, и стало светло.

В комнате никого не было. Кедров был попрежнему один. Возле стены он заметил щит, напоминавший пульт управления на автоматической электростанции, стол, на котором был устроен экран с блестящим кожухом, с той же пишущей машинкой без валика, такой же панелью с разноцветными кнопками. И даже кресло около стола показалось знакомым.

Кедров вдруг почувствовал бесконечную усталость. Теперь ему стало все безразлично. Он подошел к креслу и сел. На краю стола лежала куча журналов. «И тут журналы», — вяло подумал Кедров. Он взял один из них, машинально перелистал и бросил на стол.

И тотчас кожух над экраном осветился ярким голубоватым светом и где-то в глубине комнаты прозвучал знакомый голос:

— Не пугайтесь. Я давно наблюдаю за вами. Сейчас я помогу перевести вам.

Кедров чувствовал себя как во сне. Он хотел сделать движение, но мускулы не повиновались. Может быть, он сходит с ума? Его невидимый собеседник снова заговорил. Но Кедров не вслушивался, он был всецело поглощен собой. Вспомнилась больничная обстановка, лечащий врач... «Может быть, в самом деле я болен?» — и в этот момент ему явственно послышались шаги...

— Кто там?

Кедров вскочил с кресла и бросился вон из комнаты. За дверью стоял дядюшка, изумленный и встревоженный.

\* \* \*

На следующее утро Кедров проснулся поздно. Он долго лежал в постели и, размышляя, глубоко презирал себя. В его ушах все еще звучали обидные дядюшкины слова. Выпроваживая его из лаборатории, он кричал на него, как на мальчишку:

— Дикарь... Где твоя голова?

Куда только девалась вся дядюшкина милая дипломатия! А потом, сменив гнев на милость, назидая-

тельно поучал, тоже как мальчишку, говорил, что наука за эти годы сделала гигантский бросок вперед и разбираться в ней нужно на свежую голову и уж во всяком случае не по ночам.

Кедров ничего не мог ему возразить и повидимому глупо улыбался. Сейчас он представил себе эту улыбку и ему стало неловко.

Спал он беспокойно — одолевали сновидения. Едва он сомкнул глаза, как увидел своего ночного собеседника. Тот сидел в том самом кресле перед экраном... Выражение задумчивости и чуть заметная улыбка придавала его лицу необычайную живость. Высокий лоб, прищур глаз... Кедров быстро подошел к креслу и положил руку на плечо. И странное ощущение неподвижности поразило Кедрова. Он провел рукой по шее и лицу незнакомца, и первая мысль, которая вергла Кедрова в смятение, была о том, что его собеседник мертв. Нет! Нет! Мертвецом он не был, труп всегда хранит воспоминание о жизни, а рука Кедрова лежала на чем-то холодном и жестком, как металл.

«Кукла!» — мелькнула мысль... — Кукла! — закричал Кедров в испуге и проснулся от собственного крика.

Лежа в постели и шуря на весеннее солнце, заглянувшее в его комнату, Кедров продолжал размышлять... Кукла приснилась, а вот на яву все дело повидимому в автоматике и телемеханике, доведенных в лаборатории до совершенства. Так ли это? Вспомнились автоматические линии станков, автоматические заводы, электростанции, работающие без людей. Но во всех этих устройствах автоматы были «узкими специалистами». Они выполняли одну и ту же работу, одно и то же действие постоянно совершают «говорящие часы»... А дядюшкины автоматы поражали универсальностью и разнообразием поведения. Кедрову нестерпимо хотелось своим умом распутать клубок загадок, но... уж слишком они были головоломны.

...Войдя в лабораторию, он услышал голоса. В большой комнате, той самой, где ему пришлось полемизировать с машиной, находились люди. Один из них склонился над хорошо знакомой Кедрову клавиатурой, другие столпились вокруг какого-то приспособления.

— Сигнал! — услышал Кедров дядюшку. — Огонь!

За раскрытым окном, которое выходило в сад, раздался выстрел, и стая галок с пронзительным криком закружилась вокруг дерева.

Кедров уже ничему не удивлялся. Он подошел поближе и увидел экран радиолокатора, на котором быстро перемещались яркие точки. Дядюшка стоял у окна и держал в руках прибор, напоминавший рефлектор.

И вдруг знакомый, очень знакомый голос понес, как показалось Кедрову, сущую околесицу.

— Галка первая, — гремело в комнате. — Галка восемнадцатая... Галка четвертая.



За дверью стоял дядюшка...

Затем говоривший помедлил и после небольшой паузы добавил:

— Галка чужая...

И снова — раздельно и без запинки:

— Галка двадцать третья. — Галка вторая и тринадцатая...

Кедров подошел еще ближе и, бросив взгляд в окно, замер. Поразительная закономерность! Как только там, за окном, одна из беспрядочно кружащих птиц отделялась от стаи и стремительным комком бросалась по направлению к дереву, гнезду, так сейчас же выступал этот голос. Он сообщал номер галки.

\* \* \*

Итак, Кедров наконец увидел своего «тайнственного собеседника». В комнате за библиотекой он молча стоял перед устройством, которое вчера напомнило ему пульт управления на автоматической электростанции. Электронно-вычислительная машина! Дядюшка рассказал ему немало о ней.

Лабораторию часто посещают экскурсанты и им демонстрируют необычайные возможности машины. Но (тут дядюшка лукаво улыбнулся) экскурсантов всегда сопровождает гид, а Кедров путешествовал по лаборатории в одиночестве, и к тому же ночью... Что же удивительного, могло и померещиться!

А галки? Разве галки — забава? Нет, в хаотическом кружении их существуют определенные закономерности. Каждая птица стремится кратчайшим путем к своему гнезду. У каждой из них есть свои воздушные дороги. Но это пока только галки. А самолеты? Ведь и у самолетов есть свой маршрут. Угадай-ка его заранее... Мы нумеруем гнезда, а машина нумерует кривые, по которым к этим гнездам спускаются галки. Мало того, машина запоминает характеристики кривых, и когда на экране радиолокатора появляется электронное отражение полета галки, машина определяет ее кривую и безошибочно сообщает номер галки, прежде чем птица опустится в свое гнездо.

Машина обладает памятью... Машина рассуждает и даже управляет другими машинами. И все это по заранее составленным программам, которые она разыгрывает, как патефон.

— Вообрази, — говорил дядюшка, — летят самолеты, и мы посылаем ракету, которую по радио направляет наша машина. Она разгадывает замысел врага, и ракета поражает цель... Галки — лишь первый опыт... Ты еще поймешь, что значит модель мозга...

Немного помолчав, ученый строго заключил:

— Хватит удивляться. Ты должен стать специалистом. И вот тебе первый урок, — он протянул Кедрову толстый том, на обложке которого было написано: «Электронно-вычислительные машины и кибернетика».

— Кибернетика? — переспросил Кедров.

— Да, новая наука...

# „Бунт машин“ И КИБЕРНЕТИКА

А. ВЛАДИМИРОВ

ПОСЛЕДНИЕ годы принесли человечеству новую замечательную победу: созданы машины, освобождающие не только от физического, но и от умственного труда. Машины, которые с небывалой быстротой считают, помогают проектировать и предсказывать погоду, управлять заводами и кораблями, которые к тому же еще переводят с одного языка на другой, играют в шахматы и шашки. Естественно, что эти машины вызывают жадный интерес у каждого человека. И нет сейчас, наверное, во всем мире ни одной газеты или журнала, где не печатались бы статьи, рассказы или научно-фантастические произведения об «умных», «разумных», «думающих», «мыслящих», «рассуждающих»... машинах.

Во многих странах при этом делались попытки предсказывать будущее подобных машин. Писали о том, что машины эти пока еще уступают кое в чем человеческому мозгу только потому, что в них не больше 20 тысяч электронных ламп, а в мозгу — миллиарды нервных клеток. По существу же мозг — это не что иное, как самая совершенная вычислительная машина. Со временем появятся машины, в которых будет столько же ламп, сколько клеток в мозгу. И они уже ни в чем не уступят мозгу. Им будут свойственны все чувства, все способности человека.

Писали и о том, что эти машины станут сами производить друг друга, не только повторяя, но и совершенствуя свою конструкцию. Эволюция машин не будет отличаться от эволюции в мире животных и растений — на Земле появится новая,

самая сильная «раса» — думающие машины.

Недалеко то время, — утверждают иные пророки, — когда машины поднимут бунт против людей и покорят их. Машины станут судить людей, руководить их поведением, воспитывать «молодняк» в яслях и детских садах, устанавливать политический строй и законы морали. Словом, машины будут управлять людьми.

А дальше — еще более страшная картина. Машины так размножатся, что им станет тесно на Земле, и начнется последняя в ее истории война, ибо не будет предела могуществу машин, способных с небывалой быстротой производить оружие, силу которого мы сейчас не можем себе даже представить.

Дико? Нелепо?

А может быть, это все же правда? Или хотя бы доля правды есть в этом?

Вздь электронные счетные машины еще так молоды — им не многим больше десяти лет. Но уже сейчас они превосходят человека и по скорости счета, и по способности с необычайной скоростью решать логические задачи, и по объему памяти. Если они и дальше будут развиваться с такой же быстротой, может быть они действительно со временем во всем превзойдут мозг своего создателя — Человека...

Но если так рассуждать, то ружье и даже лук уже давно превзошли руку человека: они дальше бросают стрелу и пулю. Совершеннее руки и паровой молот: он ударяет сильнее. Рука в том или ином отношении

уступает и ножу, и сверлу, и пиле — любому инструменту, любому орудию труда. Но человеческая рука, благодаря труду, достигла, — писал Энгельс, — «той высокой степени совершенства, на которой она смогла, как бы силой волшебства, вызвать к жизни картины Рафаэля, статуи Торвальдсена, музыку Паганини».

Что же дает руке эту «силу волшебства»? — Мозг. Ни одна часть человеческого тела, в том числе и рука, не существует без мозга и не совершает без его указания ни одного движения.

Тому, кто захотел бы построить механизм, полностью заменяющий человеческую руку, мы ответили бы: попробуйте, если вы сумеете, создать машину, «владельческую», управляющую этой рукой не хуже живого организма.

Тому же, кто говорит о машинах, во всем заменяющих человеческий мозг, мы напомним, что еще в XVI веке знаменитый врач Парацельс мечтал о создании в химической колбе гомункула — существа, подобного маленькому человеку. Современная наука неопровержимо доказала беспочвенность такой мечты. А ведь создание машины, способной не только решать отдельные задачи, но и творчески мыслить, равносильно сотворению организма, не менее сложно устроенного, чем человеческий организм.

И дело здесь не в количестве нервных клеток и электронных ламп. Среди животных — разумеется, несравненно более примитивных, чем человек — можно найти таких, у которых число нервных клеток в мозгу

# Кибернетика

Когда-то пещерный человек поднял острый осколок кремня и стал скрестить им дерево. Так возник первый инструмент — продолжение и замена пальцев и зубов человека.

Многие десятки тысяч лет спустя в рабовладельческих обществах Востока люди заставили воду рек вращать жернова мельницы. Построив водяной двигатель, они заменили свою мускульную силу или силу животных механической энергией падающей воды. Двигатель, преобразующий различные виды природной энергии в работу, стал затем неотъемлемой частью машины.

До нас дошло сочинение итальянского инженера Рамелли, написанное в шестнадцатом веке. В нём описана самовейка, которая регулирует скорость вращения мельничных жерновов в зависимости от твёрдости зерна и количества поступающей воды. Это первое известное нам автоматическое управляющее устройство. Позднее, с возникновением парового двигателя, сложных прядильных и ткацких станков, электрического телеграфа, автоматическое регулирование стало все больше распространяться.

В наш век, когда техника широко использует достижения физики, когда она применяет чрезвычайно большие скорости, высокие давления и температуры, когда она добилась неизмеримо малых допусков во времени и в пространстве — без управляющих устройств обойтись невозможно. Как бы ни были проворны пальцы умелой руки, все же быстрота и точность их движений не может превзойти определенные пределы. Даже глаз — самый мощный из наших органов чувств — ограничен в своих возможностях воспринимать предметы. Он чувствителен далеко не ко всем лучам. Уже пять сменяющихся в секунду предметов он не может различить; две точки он распознает лишь когда они видны под углом не меньше минуты. Кроме всего этого требуется время на прохождение импульсов в нервной системе от глаза к мозгу и от мозга к мускулу. Правда, упражнение сокращает это время, однако не безгранично.

Управляющие устройства замедляют внимание и память человека, подражают деятельности нашей нервной системы. Сто лет назад, в 1857 году гений Маркса усмотрел в первых управляющих устрой-

ствах «созданные человеческой рукой органы человеческого мозга, овеявшие силой науки».

Управляющие устройства получают информации от других частей машины или от внешнего мира и, учитывая её, сохраняют заданный режим машины постоянным. Теория этих устройств и есть кибернетика. Эта новая отрасль знания представляет собой математическую теорию, строящуюся на теории вероятностей и математической логике. Она служит для конструирования и эксплуатации управляющих устройств.

Управляющими устройствами в какой-то мере воспроизводятся некоторые функции человеческого мозга.

Наибольшую роль в создании кибернетики сыграли электронные вычислительные машины. Они моделируют мыслительные действия человека: считают, сравнивают, классифицируют, отбирают, производят логические умозаключения. Они могут не только решать самые сложные математические задачи, но и переводить тексты с одного языка на другой, слышать документы, молниеносно намечать план противовоздушной обороны, играть в шахматы.

Удивительное разнообразие, с которым кибернетические машины исполняют часть умственного труда человека, поражает наше воображение; несмотря на свою реаль-

будет равно числу ламп в счетных машинах. Сравнение обнаружит, что счетная машина при всех ее необычайных «способностях», все же остается неодушевленной машиной и не может тягаться с животным. Она реагирует лишь на те сигналы, которые предусмотрены ее конструктором, — все остальное многообразие мира для нее не существует.

Как ни увеличивай число ламп в электронной машине — мозга не получишь.

Что же касается быстроты развития вычислительных машин, то она лишь свидетельствует о высоком уровне современной техники, о силе разума человека — творца всех машин.

Следовательно, нам нечего бояться бунта «думающих» машин. Как молот служит лишь «продолжением» руки, но не заменяет ее во всех ее функциях, как телескоп лишь усиливает глаз, но не делает его ненужным, так и электронная машина, выполняющая самую черную и притом исключительно трудоемкую часть умственной

работы, становится замечательным помощником мозга, но не его соперником.

И все же сравнение электронной машины с мозгом напрашивается само собой, ибо они выполняют одинаковые функции. Уподобление машины мозгу — разумеется, без преувеличений и без основанных на них ложных выводов — не только естественно, но и полезно. Оно поможет как специалистам по электронике, так и ученым, исследующим высшую нервную деятельность человека.

В машинах и организмах есть сходные явления, которые подчиняются общим закономерностям. Вскрыть эти закономерности — важная задача науки. Инженеров и конструкторов, создающих современную технику — сложные машины и целые системы машин, знание этих закономерностей обогатит опытом природы, выработавшей на протяжении миллионов лет самое сложное из всего, что есть на свете, — организм человека. Физиологам, медикам и психологам знание этих закономерностей

поможет лучше изучить этот организм во всех его проявлениях.

Вот эти-то закономерности, общие для организмов и машин, изучает молодая, чрезвычайно важная и интересная наука — кибернетика. Она возбуждает сейчас, быть может не меньший интерес, чем вычислительные машины. Но, к сожалению, о ней мало что знают.

Советскому читателю не очень повезло с кибернетикой. Несколько лет назад в печати появился ряд статей, авторы которых объявили кибернетику лженаукой, идеалистическим вздором. Данные для такой уничтожающей оценки были почерпнуты, главным образом, не из работ ученых, развивающих основные положения кибернетики, а из вольного пересказа их содержания, который печатали массовые издания некоторых стран. «Бунт машин», «машины будут управлять людьми» и другие подобные домыслы, о которых мы говорили выше, преподносились в этих изданиях как выводы кибернетики.

Термин «кибернетика», введенный

ность оно кажется фантазией. Отчасти этому способствовали те обстоятельства, при которых кибернетика появилась на свет. В капиталистических странах, в особенности в США, вокруг неё создана обстановка невероятной шумихи. Публику уверяют, будто электронная машина — это «электрический мозг», будто она в самом деле понимает, думает, помнит; будто она может полностью заменить мозг человека. С другой стороны, защитники религии ведут кампанию против кибернетики, заявляя, что она де «лишает человека духа, которым одарил его бог». На кибернетике паразитирует также антирабочая и военная пропаганда. Трудящихся запугивают тем, что в случае их непокорности предприниматели заменят их машинами; увеличивающееся бремя вооружений оправдывают обещанием, что машины будут воевать без солдат.

Именно поэтому некоторые наши философы объявили кибернетику «лженаукой», а развивающих её учёных — «реакционерными». Они не сумели распознать под всем тем, что её оболочивает, исключительно прогрессивное значение этой области знания.

Конечно, между машиной, пусть самой совершенной, и человеческим мозгом имеется принципиальная разница. Мозг возник и развивался в процессе естественной эво-

люции, между тем как машина создана человеком и работает по заданной человеком программе. Ведь уже между мышлением человека и психикой животного существует коренная разница — только человек ставит себе цели, обладает сознанием, мыслит в понятиях. Всё это возникло благодаря трудовой деятельности человека, и ничего подобного нет у животного, а тем более у машины. Даже из математических задач машина может решить лишь те, для которых можно создать программу, и, как доказано, не для всех задач это возможно сделать.

Но в то же время перспективы дальнейшего развития кибернетических машин очень широки. Эти машины будут все больше и больше облегчать физический труд, а также разгружать нас от утомительных автоматических умственных операций. Они помогут нам глубже изучить биологические, физиологические, психологические процессы, что — вопреки мнению некоторых наших биологов и психологов — вовсе не должно обозначать «сведение» этих наук к физике, химии и математике. Возможность количественных аналогий между работой электронной машины и головного мозга человека зиждется на том, что человек как и машина является частью природы, что — как это отметил великий Ленин — в самом фунда-

менте материи можно предположить свойство, подобное ощущению.

При капитализме широкое внедрение кибернетической техники привело бы к массовой безработице. Кибернетическая техника — это техника строящегося коммунистического общества. Здесь она сделает возможным превращение рабочего в инженера-наладчика, уничтожит различие между физическим и умственным трудом, решительно сократит рабочий день, создаст для народа неисчислимые материальные блага и возможности культурного роста.

Конечно, за внедрение этой новой техники нужно бороться, оно не придет само собой. Хотя мы и имеем прекрасные образцы вычислительных и управляющих машин, созданные советскими учёными и инженерами, хотя мы имеем и немало успехов в автоматизации производства, тем не менее мы все же отстаем здесь от американской техники. Нужно преодолеть косность, с которой некоторые сопротивляются введению всего нового, широко развернуть подготовку специалистов в этой области, наверстать упущенное. Наш социалистический строй полностью обеспечивает возможность решения этих задач.

Доктор философских наук  
профессор математики

Э. КОЛЬМАН

не так давно американским математиком Норбертом Винером, употреблялся еще более ста лет назад знаменитым французским физиком Ампером. Происхождение этого термина связывается с греческим словом «кибернос» — кормчий, рулевой. Судовождение, управление кораблем, координация движений руля с внешними воздействиями — вот что должно дать представление о главном содержании кибернетики. Кибернетика — это наука об управлении. А так как управление, которое от века осуществлял человек, теперь уже во многих случаях может быть поручено машине, это одновременно наука об общих закономерностях, которым подчиняются процессы управления в живых организмах и машинах.

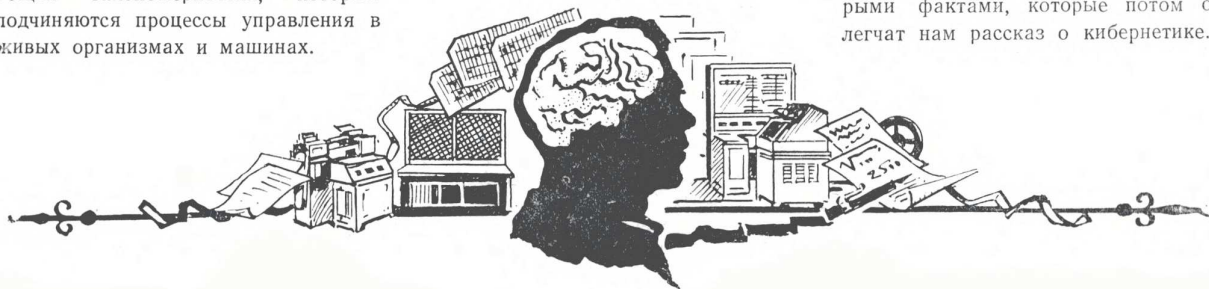
Кибернетика — результат сотрудничества многих наук. В создании ее участвуют физики, математики, электро- и радиотехники, физиологи, врачи, психологи, лингвисты. Может показаться странным, что вообще возможны собрания представителей столь разных специальностей. Но именно это и было наиболее характерной чертой прошедших конференций по кибернетике.

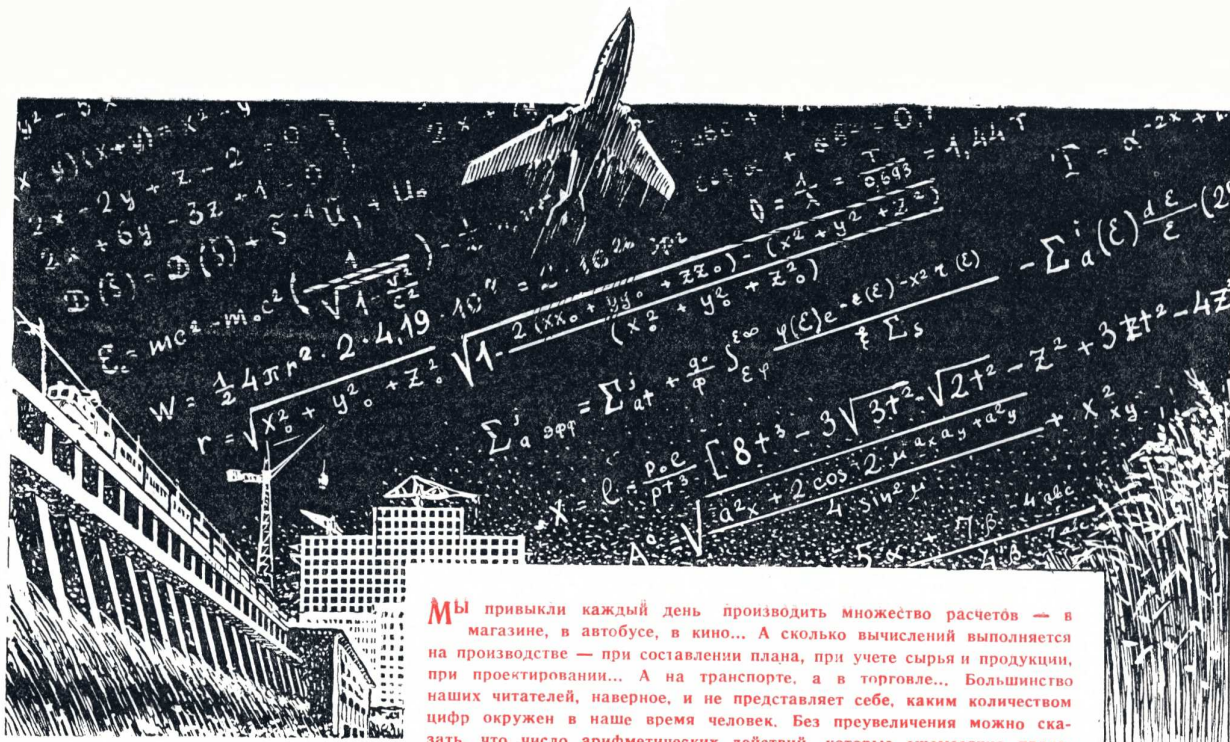
Характерно и другое. Общение ученых различных специальностей должно было бы (так, по крайней мере, могло показаться) потребовать специального языка или приспособления терминов разных наук для того, что-

бы достичь взаимопонимания. В действительности этого почти не понадобилось. Кибернетика не вызвала заметного потока новых терминов или понятий, с которыми не встречались раньше.

Повидимому, потребность в общении настолько сильна, что каждый изучает язык и проблемы смежных дисциплин. Физиологи, врачи знакомятся с «арсеналом» физиков, математиков, электротехников, а те в свою очередь обращаются к физиологии, медицине и т. д. И все они вместе, сообщая, развивают кибернетику.

Но прежде чем говорить о ней подробнее, мы познакомим вас с некоторыми фактами, которые потом облегчат нам рассказ о кибернетике.





В. ПЕКЕЛИС

Рисунки С. Каплана

Мы привыкли каждый день производить множество расчетов — в магазине, в автобусе, в кино... А сколько вычислений выполняется на производстве — при составлении плана, при учете сырья и продукции, при проектировании... А на транспорте, а в торговле... Большинство наших читателей, наверное, и не представляет себе, каким количеством цифр окружен в наше время человек. Без преувеличения можно сказать, что число арифметических действий, которые ежемесячно производятся на Земном шаре, не уступит числу капель в море или звезд в галактике.

Еще сто лет назад с расчетами справлялись сравнительно небольшие группы людей. Сегодня же ими заняты и ученые, и конструкторы, и инженеры, не говоря уже о бухгалтерях, счетоводах, кассирах, статистиках, нормировщиках, вся жизнь которых проходит в схватках с цифрами. При этом почти все вычисления выполняются с помощью всевозможных счетных машин. Без машин, лишь с карандашом и бумагой, даже половина человечества не смогла бы сегодня обеспечить расчетами другую половину, занятую производительным трудом. Без счетных машин немислима нормальная жизнь современного общества, невозможно развитие науки и техники.

Но и с машинами для счета — обычными, не электронными — люди сегодня уже не могут справиться с решением чрезвычайно сложных задач, которые выдвигает современная наука и техника. Вот почему созданные гением человека электронные вычислительные машины — самые совершенные из всех счетных устройств — по праву считаются новым могучим двигателем прогресса.

Машины играют в шахматы и шашки. Они переводят с одного языка на другой. Наконец, машины управляют станками, цехами, целыми заводами.

Трудно поверить, чтобы со всем этим справлялась машина, какой бы сложной она не была. И все-таки это так.

...Еще в коридоре слышится непрерывное легкое пощелкивание, будто тысячи бухгалтеров за высокой дверью виртуозно разыгрывают головокружительные пассажи на костяшках счетов. Однако стоит открыть дверь, и заблуждение станет очевидным. Небольшой зал, посередине которого возвышаются ряды узких застекленных шкафов, почти безлюден. Лишь 2—3 человека чем-то заняты, но ни у одного из них нет счетов. А между тем щелчки не прекращаются. Вот и результат работы невидимых вычислителей — из узкого зева аппарата непрерывно выбегает усеянная цифрами лента...

Когда впервые смотришь на электронную вычислительную машину, ка-

# Молниеносный СЧЕТ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬ — ЧЕМПИОН

СООБЩЕНИЯ мировой печати об электронных вычислительных машинах похожи на победоносные сводки с поля боя. Менее десяти лет назад первая представительница этих машин ринулась на приступ чисел, а сегодня они уже совершают подлинную революцию в науке и технике.

Машина производит тысячи арифметических действий в секунду! За одну секунду она делает в шесть раз

больше вычислений, чем опытный вычислитель с арифмометром за 8 часов. За несколько часов машина производит столько расчетов, сколько не под силу одолеть хорошему математику за всю свою жизнь.

Электронные вычислительные машины не только молниеносно разделяются с потоком чисел. Они успешно вторгаются в область еще совсем недавно считавшуюся исключительной привилегией человека: в область сложных логических действий.

XX съезд партии поставил перед советскими учеными и инженерами важную задачу — усилить работы по конструированию и производству автоматических быстродействующих вычислительных машин для решения сложных математических задач и счетно-математических машин для автоматизации управления производственными процессами.

Большую помощь в решении ряда современных научных и технических проблем оказывают уже построенные советские быстродействующие электронные вычислительные машины: «БЭСМ», «Стрела», малогабаритная универсальная машина «М-2», серийные универсальные машины «Урал»; машины специального назначения: «Погода» — для вычисления сумм парных уравнений, «Кристалл» — для рентгено-структурного анализа кристаллов, «СЦМ-12» — надежная малогабаритная машина для решения определенного класса задач и многие другие.

За проектирование, создание и ввод в эксплуата-

цию быстродействующих электронных вычислительных машин награжден большой коллектив ученых и инженеров. Академик С. А. Лебедев и Ю. Я. Бази-левский удостоены звания Героя Социалистического Труда.

В новой пятилетке в СССР будут построены десятки заводов для производства новейших средств автоматизации и электронных вычислительных машин. Это позволит широко применять быстродействующую вычислительную технику в народном хозяйстве страны.

Современная вычислительная машина — сложный быстродействующий электронный автомат. Об основных принципах ее устройства и работы рассказано в статье В. Пекелиса «Молниеносный счет».

Профессор, доктор технических наук  
Н. Е. КОБРИНСКИЙ

жется, что находишься на складе радиоаппаратуры. В одних шкафах разместились множество небольших блоков, похожих на радиоприемники, еще не закрытые футлярами, в других виднеются знакомые части телевизоров. И там, и здесь — бесконечная вереница электронных ламп, полупроводниковых элементов, конденсаторов, электронно-лучевых трубок, сопротивлений, причудливо соединенных между собой тысячами проводов. Здесь можно увидеть также магнитофоны, дешифраторы, телетайпы. Все это известные и широко применяемые приборы. Однако их новое и сложное сочетание друг с другом позволило создать удивительную машину, обладающую столь необыкновенными свойствами.

### СЕКРЕТ СКОРОСТИ

**СЧЕТ** в электронных вычислительных машинах можно вести при помощи различных устройств. Во многих из них для этого используются так называемые триггеры — своеобразные реле, выполненные в виде двух электронных ламп, смонтированных в одной колбе.

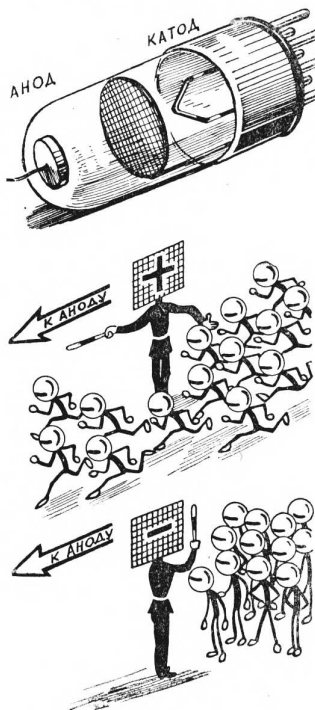
Чтобы понять, как работает триггер, прибегнем к некоторой аналогии.

Каждый пользовался кнопочным выключателем настольной лампы. Выключатель может быть либо включен, либо выключен. Среднего положения у него не бывает. Причем выключатель будет находиться в одном из этих положений, пока мы, нажав пальцем кнопку, не переведем его в другое. Другими словами, он неограниченно долго может фиксировать, «запоминать» включенное или выключенное состояние лампы.

По такому же принципу работает и триггер. В каждой его лампе есть катод — вольфрамовая нить. Когда через нить пропускается электрический ток, она раскаляется, и с нее начинают срывать электроны, которые тут же устремляются к анодной пластинке.

На пути электронов, между катодом и анодом, поставлена металлическая сетка. Это своеобразный регулировщик движения электронов. Если сетку присоединить к отрицательному полюсу источника тока, то электроны — отрицательные частицы — будут отталкиваться от сетки, и поток электронов остановится. При небольшом же положительном заряде на сетке электроны снова начнут проскакивать через нее, привлекаясь анодом.

Сетка, подобно регулировщику движения, пропускает электроны к аноду, когда на ней положительный заряд и останавливает их при отрицательном заряде.



В триггере две такие лампы составляют единое целое. Электрически они соединены так, что если первая лампа включена, то вторая обязательно будет выключена. И наоборот.

Одно из таких устойчивых состояний триггера можно закодировать как «1», а другое — как «0».

Каждый новый импульс, подаваемый на сетки ламп, поочередно то пропускает поток электронов в одной из них, то останавливает его. И триггер в точном соответствии с поступившим импульсом тотчас меняет свое состояние, показывая то единицу, то ноль.

Интересно, что в любом из двух состояний триггер, подобно выключателю, может пребывать сколь угодно долго, пока не поступит новый импульс. Следовательно, триггер может хранить, «помнить» «1» или «0» до тех пор, пока это нужно, пока не поступит новый сигнал.

Так триггер, словно выключатель, переходя из одного состояния в другое, или, как говорят, «опрокидываясь», позволяет отмечать импульсы.

Но выключатель срабатывает за  $1/300$  секунды, а «опрокидывание» триггеров, благодаря особенностям электронных ламп, происходит с невероятной быстротой — за одну миллионную долю секунды. Вот, оказывается, в чем один из секретов быстроты счета электронной машины.

### ЯЗЫК МАШИНЫ

**ВСЕ** слова, которыми мы пользуемся, складываются из букв. Их в нашем алфавите 32. Из слов, в соответствии со строгими грамматическими правилами, составляются фразы, предложения. Это — язык человека.

У электронной вычислительной машины оказывается тоже есть свой «язык». Правда, его «алфавит», как мы уже видели, состоит всего из двух символов: ноля и единицы, но он также подчинен своим законам.



В Англии в торговле ведут счет дюжинами, а расплачиваются по еще более сложной денежной системе, в которой за единицу принят один пенс. 12 пенсов составляют один шиллинг, а 20 шиллингов — фунт. Практически запись ведется без соответствующих обозначений. Числа фунтов, шиллингов и пенсов разделяются наклонными черточками. На табличке видна запись: 26 фунтов, 14 шиллингов, 11 пенсов.

Мы привыкли к так называемому десятичному счислению, по которому все числа разделены на единицы, десятки, сотни, тысячи... Но существуют и другие системы счисления.

От древних народов мы унаследовали, например, двенадцатичную систему и по ней ведем счет часам и месяцам. В Англии дюжинами ведут счет в торговле, а расплачиваются по сложной денежной системе, в которой за единицу принят один пенс. Двенадцать пенсов составляют один шиллинг, а двадцать шиллингов один фунт.

Индейцы племени майя применяли четверично-пятиричную систему. В ней число изображалось полосками и точками. Причем полоски соответствовали числу рук и ног, которыми пользовались при счете, а точки — количеству пальцев на руке или ноге.

Существует и двоичное счисление. Оно-то и принято для машин. Если в десятичной системе за основание числа берется величина 10, и в каж-

Индейцы племени майя записывали числа при помощи точек и полосок. Число полос соответствовало у них числу рук и ног, пальцы которых были уже полностью использованы при счете. Число же точек равнялось количеству загнутых пальцев на оставшейся свободной руке или ноге.



дом разряде может быть десять цифр — от 0 до 9, то здесь за основание числа берется величина 2. Каждый разряд имеет только две цифры: 0 или 1, и каждый следующий разряд больше предыдущего в два раза.

Вот перед нами столбик чисел. Если считать, что это обычная десятичная запись, то единица следующего разряда в десять раз больше единицы предыдущего. Если же принять запись по двоичной системе, то единица, стоящая на последнем — самом правом месте, — тоже обычная единица, но единица следующего разряда — на втором месте справа — уже не в десять раз больше ее, а только в два и означает двойку, третья единица — четверку, четвертая — восьмерку, пятая — шестнадцать и т. д.

Небольшая таблица наглядно показывает как происходит перевод «обычных» чисел на «язык» машины.

Желая записать какое-нибудь число, например одна тысяча семна-

этому число десять записывается как 1010. Число одна тысяча представляется так:  $512 + 256 + 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1$  и записывается в виде 1111101000.

Арифметические действия с такими числами проводятся так же, как и в десятичной системе. Только здесь сложение двух единиц дает ноль в данном разряде и перенос 1 в следующий.

Давайте сложим наши числа:

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 10 \\ \hline 1017 \end{array}$$

то же сделаем и с числами, записанными в двоичном счислении.

$$\begin{array}{r} 1111101000 \\ + 1010 \\ \hline 111111001 \end{array}$$

Эту запись можно проверить по таблице. Получим тоже 1017.

Числа по десятичной системе					Числа по двоичной системе										
Разряды					Разряды										
	$10^3 = 1000$	$10^2 = 100$	$10^1 = 10$	$10^0 = 1$	$2^9 = 512$	$2^8 = 256$	$2^7 = 128$	$2^6 = 64$	$2^5 = 32$	$2^4 = 16$	$2^3 = 8$	$2^2 = 4$	$2^1 = 2$	$2^0 = 1$	
1				1											1
2				0											0
3				1											1
4				0											0
5				1											1
6				0											0
7				1											1
8				0											0
9				1											1
10			1	0											0
15		1	1	5											1
17		1	7	0											1
20		2	0	0						1					0
50		5	0	0						1					0
100		0	0	0				1	1	0					0
1000	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
1017	1	0	1	7	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1

дцать, по десятичной системе, мы разлагаем его на составные части, соответствующие разрядам этой системы, а затем уже производим запись: тысяч — одна (ставим единицу в разряде тысяч), сотни отсутствуют (ставим ноль в разряде сотен), десятков — один (ставим единицу в разряде десятков), единиц — семь (ставим семерку в разряде единиц). Получается запись 1017.

При записи какого-либо числа по двоичной системе, мы также разлагаем его на разряды, но разряды здесь будут иные, следовательно и запись иная. Так, в числе семь четверок — одна, двоек — одна, единиц — одна ( $7 = 4 + 2 + 1 = 2^2 + 2^1 + 2^0$ ), следовательно, в каждом из этих разрядов ставим по единице; получается 111. Так же поступаем и с другими числами.

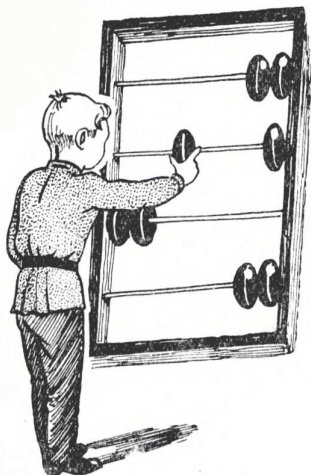
Число десять  $= 8 + 2 = 2^3 + 2^1$ ; здесь отсутствуют четверки и единицы, по-

умножение и деление при двоичной системе проще, чем при десятичной. Вся таблица умножения ограничивается умножением на ноль или на единицу. Умножим

$$10 \times 5 = 50 \text{ или } 1010 \times 101$$

$$\begin{array}{r} 1010 \\ \times 101 \\ \hline 1010 \\ + 0000 \\ \hline 1010 \\ \hline 110010 \end{array}$$

Как видно, арифметические действия в двоичном счислении просты, а запись чисел хоть и несколько громоздка, но зато очень удобна для электронных вычислительных машин. Ведь цифры каждого разряда можно записывать триггерами, которые, как мы уже знаем, «обучены» счету лишь единицей и нулем.



Систему триггеров можно сравнить со счётами, на каждой палочке у которых всего 2 костяшки. Для ведения счёта необходимо соблюдать правило: когда обе костяшки на палочке «израсходованы», надо передвинуть костяшку на следующей палочке, а эти вернуть в исходное положение.

#### ТРИГГЕР ЗАПИСЫВАЕТ, ТРИГГЕР СЧИТАЕТ...

**ТРИГГЕРЫ**, как приборы счёта, применяются очень давно. У нас в стране первый триггер был создан в 1918 году известным ученым М. А. Бонч-Бруевичем.

Раньше триггеры использовали главным образом для счёта атомных частиц, и лишь в последнее время их стали применять в вычислительных машинах. Для этого триггеры собирают в триггерные цепи-счётчики.

Вот перед нами четыре триггера, соединённых в цепь. У каждого из них по два входных и выходных контакта. Перед началом счёта на всех триггерах зафиксировано со-

стояние ноль, то есть цепь-счётчик показывает 0000.

Теперь представим, что на входные контакты первого справа триггера подан электрический сигнал — импульс. Тогда первый триггер «опрокинется» и покажет 1, а на остальных все так же будет 0. Следовательно, цепь даёт 0001.

Передадим теперь второй импульс. Первый триггер выключится (опять даст 0) и передаст импульс на следующий триггер. На нем зафиксирована единица. Цепь покажет 0010.

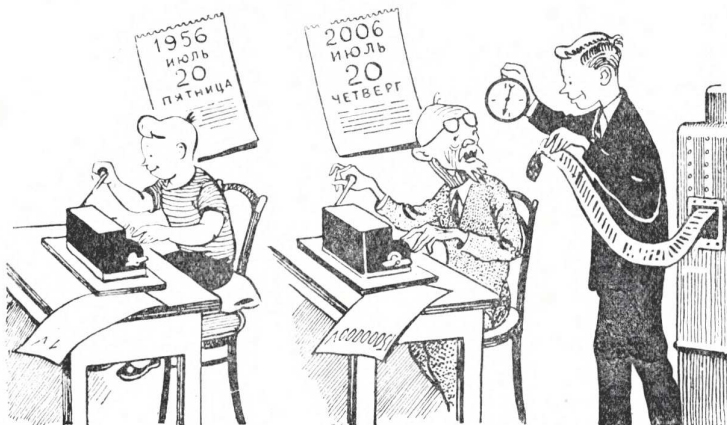
Такую систему триггеров можно сравнить со счётами, на каждой палочке у которых всего по две костяш-

триггерах-счётчиках производят электрические импульсы.

Итак, даем третий импульс. Он снова включит первый триггер, а остальные не изменят своих положений. Теперь цепь покажет 0011.

Четвертый импульс опять «опрокинет» первый триггер и заставит его вновь дать ответный сигнал на второй триггер. Но на нем уже зафиксирована 1. Следовательно, подошедший сигнал «опрокинет» и этот триггер и включит третий. В результате цепь запишет 0100.

Продолжая наши рассуждения, получим для пятого импульса 0101, для шестого — 0110, для седьмого 0111,



Целую жизнь надо потратить человеку, чтобы произвести те вычисления, которые машина делает за несколько часов.

ки. Для ведения на них счёта, подобно тому, как и на обычных счётах, необходимо соблюдать одно правило: когда все костяшки данной палочки «израсходованы», передвинуты справа налево, надо передвинуть одну костяшку на следующей палочке, а эти вернуть в исходное положение.

То, что на счётах делают пальцы, в

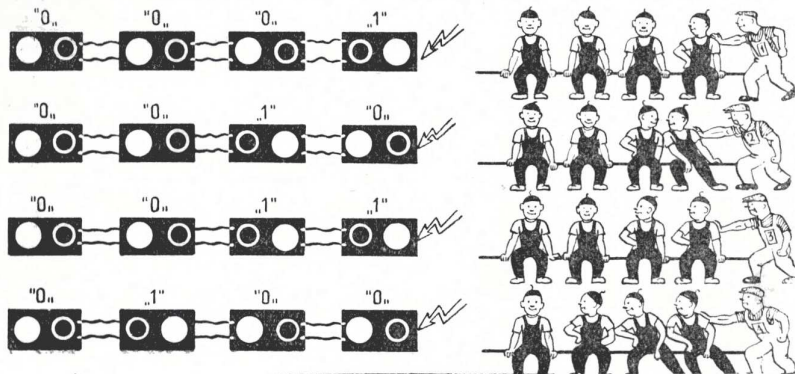
для восьмого — 1000, для девятого — 1001... для пятнадцатого — 1111.

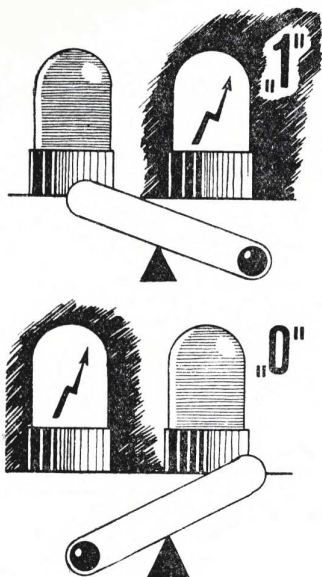
Если сравнить полученные цифры с таблицей, легко убедиться, что все эти сочетания нолей и единиц соответствуют числам от 0 до 15.

Так, в зависимости от поступления импульсов, цепь триггеров фиксирует их и считает. Счет, как нам уже известно, идет со скоростью одного миллиона импульсов в секунду. Это в 100000 раз быстрее счёта, который способен вести человек.

На первый взгляд может показаться, что для подсчета больших чисел необходимо огромное количество триггерных ячеек. Здесь уместно вспомнить индийскую легенду о том, как царь Шерам предложил мудрецу Сете — изобретателю шахмат — самому определить себе награду за великодушную игру. Тогда Сета положил перед царем шахматную доску и попросил, чтобы в каждую из ее 64 клеток положили пшеничные зерна, причем в первую клеточку 1, во вторую 2, в третью 4 и так в каждую последующую ровно вдвое больше, чем в предыдущую. Вначале желание мудреца показалось очень скромным. Однако мудрец своей награды так и не получил. Математики подсчитали, что количество зерен выражается неподдающимся воображению гигантским числом —

На входной контакт первого правого триггера подан электрический импульс. Триггер «опрокинулся» и зафиксировал единицу. Второй импульс выключит триггер, который опять покажет ноль и передаст импульс соседнему. Третий импульс снова включит первый триггер, четвертый выключит первый, заставив его дать сигнал соседу, тот «опрокинется» и включит третий триггер.





Шарик в трубке на такой опоре никогда не сможет остановиться в среднем положении; он перекатится или вправо или влево. Так и триггер имеет только два положения: «включен» — «выключен».

восемнадцать квинтильонов четыреста сорок шесть квадрильонов семьсот сорок четыре триллиона семьдесят три биллиона семьсот девять миллионов пятьсот пятьдесят одна тысяча шестьсот пятнадцать. Зерна заполнили бы два амбара длиной от Земли до Солнца. А ведь изобретатель шахмат сумел это число получить с помощью лишь 64 клеток. Так и в современных электронных вычислительных машинах цепочка всего из 64 триггеров способна уже пересчитать огромное «шахматное число».

Как ни удивительно, возможности электронных счетчиков, каждый понимает — одно дело считать импульсы, а другое — производить математические действия с числами. Но мы увидим, что и с этой задачей машина справляется довольно легко.



### ГОЛОВОКРУЖИТЕЛЬНАЯ АРИФМЕТИКА

**СКОЛЬКО** времени понадобится вам, чтобы сложить несколько шестизначных чисел? Попробуйте, и вы убедитесь — уходит полминуты, а то

Вентиль — это переключатель. Простейшая его аналогия — самоварный кран. В зависимости от того, в какую сторону кран повернут, он будет либо пропускать поступающую из резервуара воду, либо перекрывать ей путь.

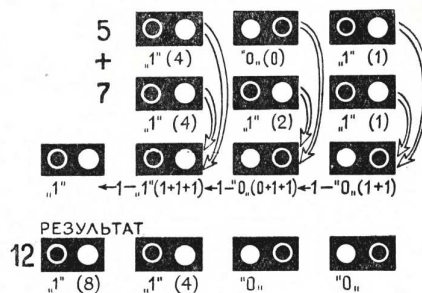
и минута. Машина же делает это несравненно быстрее, ведь она выполняет тысячи арифметических действий в секунду.

Такой головокружительный счет осуществляет особое устройство, называемое сумматором. Оно составляется из комбинации уже знакомых нам триггерных цепей-счетчиков и специальных вентилях.

Предположим, машина складывает 5 (101) и 7 (111). Для простоты мы проведем это сложение сначала только при помощи триггерных цепей.

При этом одна цепь триггеров записывает первое слагаемое, вторая — второе, а третья фиксирует получаемую сумму.

Тогда в первый триггер цепочки, записывающей сумму, поступят два импульса от первых правых триггеров слагаемых. В результате он по известному нам правилу записывает 0 и даст ответный импульс на второй триггер. Но на него поступил еще импульс от второго слагаемого. Значит, здесь два импульса также дадут 0, и второй триггер пошлет ответный импульс на третий триггер. На него, кроме этого импульса, поступят еще два от каждого слагаемого. Три сигнала дадут 1 и ответный импульс, который переведет четвертый триггер в



На этом рисунке показано сложение двух чисел при помощи трех цепей триггеров.

положение 1. Прочтем теперь запись, полученную в цепочке, фиксирующей сумму: 1100, то есть 12.

В действительности сумматор работает более сложно, хотя схема его проще только что приведенной. Ясно, что нет нужды для каждого слагаемого строить свою цепочку триггеров. Можно обойтись всего двумя цепочками триггеров: на одной будет записано первое слагаемое, на другой — второе, а затем — полученная сумма. Однако в этом случае необходимы вентили, соединенные по определенной схеме.

Вентиль — это своеобразный переключатель. Простейшая его аналогия — самоварный кран. В зависимости от того, в какую сторону кран повернут, он будет либо пропускать поступающую из резервуара воду, либо перекрывать ей путь.

Так и вентиль — либо открывает дорогу импульсам напряжения в триггерные цепи, либо преграждает ее.

Сумматор — основа арифметического устройства, главнейший агрегат счетной машины. Но ведь он способен только на одно действие — сложение, а при решении математических задач необходимо производить множество различных и сложных математических операций. Кто же осуществляет их? Оказывается, все тот же сумматор.

Все многообразие математических операций, изобретенных человеком для ускорения счета, можно свести к простому арифметическому действию — сложению. Конечно, путь вычислений при этом необычно удлиняется.

Но электронные вычислительные машины не «побоялись» вернуться к «первобытной» арифметике. При молниеносном счете длинный путь вычислений — не помеха. Умножение в арифметическом устройстве машины выполняется последовательным сложением ряда чисел. Вычитание — сложением с дополнительным числом, то есть числом, дополняющим данное до первого числа следующего высшего разряда. Например, дополненным числом к 3790 будет 6210 ( $3790 + 6210 = 10000$ ) и чтобы вычесть 3790 из 4681, машина сложит 4681 с 6210. Отбросив перенос в высший разряд, она даст правильный ответ — 0891.

Деление, подобно умножению, сводится к последовательному вычитанию, которое в свою очередь происходит путем сложения.

Ну, а поскольку арифметическое устройство счетной машины умеет складывать, вычитать, умножать и делить, то это дает ему возможность производить любые расчеты даже из области высшей математики, где нужна хорошая сообразительность и отличная память.

### ПАМЯТЬ МАШИНЫ

**ДЛЯ** чего нужна машине память? Это легко понять, если проследить за тем, как человек с карандашом в руках решает задачу. Обычно на бумаге мы записываем исходные данные задачи, условие, затем само решение. При этом почти всегда приходится записывать (для памяти) и промежуточные результаты вычислений.

Каждый улыбнется, вспомнив, как иногда, производя умножение, он вслух произносит: «Семью пять — тридцать пять, пять пишем, три в уме». То же самое приходится делать и вычислительной машине. И она пять «записывает», а три «запоминает». Для этого у нее имеется специальное запоминающее устройство. В «память» машины откладываются те данные, которые снова потребуются через короткий промежуток времени. Например, числа при переносе их в следующий разряд, частные, произведение, остатки при делении.

На многих вычислительных машинах «память» осуществляется с помощью электронно-лучевых трубок. Причем принцип их работы в запо-