

А. И. КИТОВ

*Электронные  
вычислительные  
машины*

СЕРИЯ VIII  
вып. II №23

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

1 9 5 8

ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО  
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ

---

А. И. КИТОВ

ЭЛЕКТРОННЫЕ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ  
МАШИНЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

---

Москва

1958



## ЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Электронные вычислительные машины в настоящее время приобретают исключительное значение во всех областях человеческой деятельности: в науке, технике, экономике, военном деле и др.

Если первоначально эти машины предназначались для выполнения только вычислительных работ, то в дальнейшем сфера их применения значительно расширилась в сторону решения разнообразных логических задач. Эти машины более широко и полно можно определить как электронные автоматические устройства, предназначенные для обработки информации. Под обработкой информации следует понимать весьма широкий круг умственных работ, выполнявшихся раньше исключительно человеком: математические вычисления, инженерные расчеты, сортировка статистических данных, бухгалтерские и банковские расчеты, прием сведений о состоянии каких-либо управляемых объектов и выработка команд управления для этих объектов (например, станков), перевод с одного языка на другой, преобразование устной речи в письменную (стенография) и т. д.

Процессы переработки информации, значительно усложнившиеся в современных условиях в связи с развитием науки и техники и грандиозным подъемом производительных сил, составляют важное содержание умственной деятельности людей. Поэтому электронные автоматические машины, облегчающие эту работу и неизмеримо повышающие ее производительность, имеют первостепенное значение для общего научно-технического прогресса, развития экономики и культуры человеческого общества.

Естественно, что не все процессы умственной работы людей могут быть переданы машинам и ими выполняться. Творческая деятельность, требующая наличия жизненного опыта, интуиции, широких и глубоких знаний, учета политических, психологических, эстетических и многих других факторов, не может выполняться машинами, требующими для решения той или иной задачи наличия определенной программы работы. Составить заранее программу можно только для таких работ,

которые выполняются по определенным, четко сформулированным правилам, носят однообразный и постоянный характер. Такие работы, в отличие от творческой деятельности, относятся к категории формальных видов умственного труда, и для их выполнения могут быть применены машины.

Электронные вычислительные машины, способные по определенной программе решать сложные задачи, впервые появились в конце второй мировой войны. Первоначально эти машины предназначались для выполнения сложных и трудоемких вычислений, связанных с расчетами траекторий артиллерийских снарядов и обработкой результатов переписи. Несмотря на то, что первые машины были весьма несовершенны (так, машина ЭНИАК содержала больше 18 000 электронных ламп), их применение сразу же показало огромные возможности, таящиеся в новой области техники, и предопределило бурное развитие и широкое применение этих машин. За 15 лет, прошедших с момента появления первых машин, эта техника превратилась в одну из важных отраслей промышленности в наиболее развитых странах. Сейчас серийно в массовом количестве выпускаются весьма совершенные электронные вычислительные машины самых различных типов и назначений, а также отдельные блоки и агрегаты, необходимые для производства машин.

Необычайно широко раздвинулись возможности машин и области их применения. Если первоначально техника электронных вычислительных машин базировалась на использовании элементов и деталей, изготовлявшихся для других отраслей (для радиотехнических приборов, аппаратов связи, техники физического эксперимента и др.), то в настоящее время, в связи с потребностями электронной вычислительной техники, развились новые специальные направления, обеспечивающие эту технику материалами, деталями и приборами (полупроводниковые и ферритовые элементы, специальные материалы для запоминающих устройств машин, специальные долговечные электронные лампы и др.).

Таким образом, электронные вычислительные машины, возникшие из потребностей современной науки и техники в выполнении сложных и трудоемких вычислительных работ, превратились в мощные средства широкой механизации и автоматизации различных процессов обработки информации, обеспечивающие возможности значительного повышения производительности умственного труда людей и эффективной замены людей машинами в сложных автоматических системах управления производственными процессами.

Электронные вычислительные машины представляют собой сложные автоматические устройства, построенные из электронных и радиотехнических схем и деталей и предназначенные для выполнения больших количеств различных операций над числами.

Эти машины в зависимости от способа представления чисел делятся на два основных класса: машины непрерывного действия, или аналоговые машины, и машины дискретного действия, или цифровые.

### ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

В машинах непрерывного действия участвующие в вычислениях числа представляются в виде непрерывных значений каких-либо физических величин; например, в виде напряжений электрического тока, углов поворота валов и т. п. Машины непрерывного действия обладают сравнительно невысокой точностью вычислений, так как точность измерения физических величин ограничена и при повышении требований к точности измерений резко возрастает сложность и стоимость измерительных устройств.

В электронных машинах непрерывного действия отдельные операции над величинами выполняются при помощи специальных функциональных блоков, представляющих собой электрические схемы для выполнения определенных операций.

Из типовых радиотехнических деталей (сопротивления, конденсаторы, электронные лампы и др.) могут быть построены схемы для сложения и вычитания электрических величин, умножения, деления, выполнения тригонометрических и логарифмических функций и т. д.

Электронная вычислительная машина непрерывного действия представляет собой набор различных функциональных блоков, соединенных между собой при помощи специальной системы связей в последовательность, соответствующую характеру решаемой задачи.

В зависимости от типа и сложности задач меняется количество блоков, участвующих в решении, и порядок соединения их между собой. Так как все числа в электронных машинах непрерывного действия представляются электрическими величинами (как правило, напряжениями), то передача данных от одних блоков другим осуществляется при помощи электрических сигналов и не требует дополнительных преобразований.

В связи с тем, что каждая конкретная машина имеет ограниченное количество функциональных блоков определенных типов, эти машины могут решать ограниченный класс задач как по сложности, так и по типу (последнее определяется типами блоков, имеющихся в наличии), т. е. являются специализированными машинами.

Наибольшее распространение имеют машины для решения дифференциальных уравнений, так называемые электронные моделирующие установки. При помощи дифференциальных уравнений описываются процессы движения различных физи-

ческих тел, потоков газов и жидкостей, движение электрического тока, распространение электромагнитных волн и т. д. Замечательно, что уравнения одного и того же вида могут относиться к процессам различной физической природы и представлять общие закономерности этих процессов. В этом заключается сущность принципа физического подобия различных явлений реального мира. На этом принципе основан метод аналогий, который позволяет исследовать сложные физические процессы, трудно воспроизводимые в реальных условиях, путем замены их аналогичными процессами, более доступными для воспроизведения и наблюдения.

Для реализации в лабораторных условиях наиболее удобными являются электрические и электронные процессы, и поэтому наиболее широкое развитие получило электронное моделирование. Электронные модели представляют собой физические системы, специально приспособленные для воспроизведения различных электрических процессов, соответствующих задаваемым для решения уравнениям.

Следует заметить, что отмеченная аналогия в процессах различной физической природы проявляется, вообще говоря, не абсолютно точно. Одинаковые дифференциальные уравнения описывают различные процессы с большей или меньшей степенью приближения. При более тонком и тщательном изучении явлений всегда начинают выступать различия, связанные с действием второстепенных факторов. Поэтому метод моделирования, а в связи с этим и метод решения уравнений на электронных машинах непрерывного действия принципиально не может быть точным методом.

Таким образом, видно, что для того, чтобы решить на машине непрерывного действия то или иное уравнение или систему уравнений, необходимо из различных функциональных блоков, входящих в состав машины, образовать динамическую систему, в которой зависимости между отдельными параметрами описывались бы заданными уравнениями.

Основной физической величиной, при помощи которой представляются числа в электронных машинах непрерывного действия, является напряжение электрического тока. Различные числа задачи представляются напряжениями в определенных заранее масштабах.

Сложность устройств и габариты машин непрерывного действия изменяются в больших пределах в зависимости от назначения машины. Машины, предназначенные для решения сравнительно несложных задач, весьма просты по конструкции, имеют небольшие размеры и не требуют мощных источников питания.

Достоинством электронных машин непрерывного действия является простота эксплуатации, простота подготовки задач для решения на машинах и высокая скорость решений.

Эти машины находят широкое применение в различных научно-исследовательских учреждениях, конструкторских бюро, на заводах для быстрых прикидочных инженерных расчетов, не требующих высокой точности.

Весьма важной областью применения электронных машин непрерывного действия является использование их в качестве электромоделирующих установок для испытаний и регулирования различных систем автоматического управления в лабораторных условиях.

### ЭЛЕКТРОННЫЕ ЦИФРОВЫЕ МАШИНЫ

Электронные цифровые машины служат для выполнения большого количества арифметических, логических и других операций над числами по определенной, заранее составленной программе. К числу арифметических операций относят: сложение, вычитание, умножение, деление. Примерами логических операций могут быть: сравнение двух чисел и выбор большего или меньшего числа; определение знака числа; определение значения какой-либо части числа (например, старшего разряда, целой части и т. д.).

Числа в цифровых машинах представляются дискретно последовательностью цифр. Примером является общепринятая десятичная система счисления, в которой каждая единица старшего разряда равна десяти единицам ближайшего младшего разряда.

Помимо десятичной системы существуют различные другие системы: двоичная, троичная и т. д. Название системы счисления происходит от того числа, которое принято за основание системы счисления. В десятичной системе основанием является число 10. Основание определяет соотношение между единицами соседних разрядов, а также количество различных цифр, применяемых для изображения чисел в той или иной системе счисления.

В десятичной системе используется десять цифр: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

В цифровых машинах применяется не десятичная, а двоичная система счисления. Основанием этой системы является число 2, и в ней используются только две различные цифры 0 и 1. Единица каждого старшего разряда в этой системе вдвое больше единицы ближайшего младшего.

Первые десять цифр имеют в двоичной системе следующий вид:

Десятичная	Двоичная	Десятичная	Двоичная
0	0	6	110
1	1	7	111
2	10	8	1000
3	11	9	1001
4	100	10	1010
5	101		

Например, число 25 будет иметь в двоичной системе вид 11 001. В этом нетрудно убедиться, если представить это число в виде суммы степеней основания с соответствующими коэффициентами, подобно тому, как мы это делаем в десятичной системе. В десятичной системе  $25 = 2 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0$ . Известно, что всякое число в нулевой степени равно единице. В двоичной системе это разложение по степеням основания будет иметь вид:

$$11\ 001 = 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0.$$

Двоичная система обладает рядом существенных преимуществ перед десятичной и другими системами счисления с точки зрения удобства применения ее в электронных цифровых машинах.

В двоичной системе используются всего две различные цифры: нуль и единица, и поэтому физическое представление каждого разряда двоичного числа осуществляется наиболее просто: для этой цели могут быть использованы наиболее простые приборы и схемы, обладающие двумя различными устойчивыми положениями. Этому условию соответствуют различные реле, переключатели, служащие для замыкания и размыкания электрического тока; схемы на электронных лампах, обеспечивающие либо полное запираание лампы, либо прохождение через лампу наибольшего тока.

Вторым преимуществом двоичной системы является простота арифметических действий в этой системе.

Правила сложения одноразрядных двоичных чисел весьма просты:

$$0 + 0 = 0; \quad 0 + 1 = 1 + 0 = 1; \quad 1 + 1 = 10.$$

Правила умножения также чрезвычайно просты:

$$\begin{array}{ll} 00 = 0; & 10 = 0; \\ 01 = 0; & 11 = 0. \end{array}$$

Заметим, что знаки чисел в машинах условно представляются также при помощи нулей и единиц, причем нуль обычно соответствует плюсу, а единица — минусу.

К числу недостатков использования двоичной системы относится необходимость перевода исходных данных задачи из десятичной в двоичную систему и необходимость обратного перевода результатов решения задачи из двоичной в десятичную систему.

Перевод чисел из одной системы счисления в другую осуществляется обычно при помощи самих машин и выполняется весьма быстро, но на это приходится все же затрачивать некоторое время работы машины.

Двоичные числа в электронных машинах представляются комбинациями электрических сигналов: наличие высокого уровня напряжения на определенном проводе обозначает, например, единицу в данном разряде, а наличие низкого уровня напряе-

ния обозначает нуль. Для представления и передачи  $n$ -разрядного числа используется соответственно  $n$ -проводов. Этот способ называется способом параллельного представления чисел; при этом все разряды числа представляются и передаются одновременно.

Кроме того, существует последовательный способ передачи чисел, при котором для передачи всего числа используется один провод и число передается по этому проводу последовательно разряд за разрядом, в виде отдельных электрических импульсов. Ясно, что параллельный способ передачи чисел быстрее, чем последовательный, однако он требует больше аппаратуры, в частности больше параллельных каналов для передачи разрядов. В некоторых машинах используется комбинация последовательного и параллельного способов передачи и представления чисел.

Электронная цифровая машина содержит следующие основные части (рис. 1):

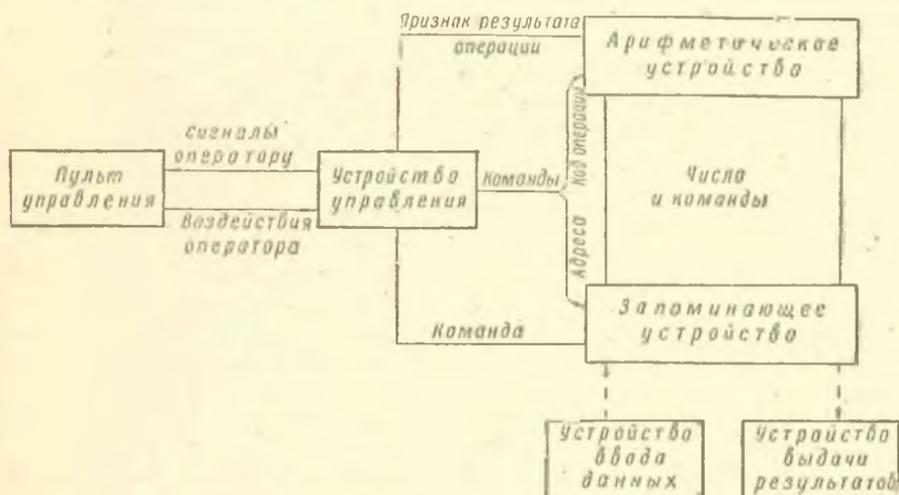


Рис. 1. Блок-схема электронной цифровой машины.

— запоминающее устройство, предназначенное для приема, хранения и выдачи исходной информации, промежуточных величин и результатов решения. В запоминающем устройстве хранится также в специальном кодированном виде и программа решения задачи, определяющая порядок работы машины;

— арифметическое устройство, предназначенное для выполнения отдельных операций над числами;

— устройство управления, предназначенное для управления последовательностью выполнения операций машиной.

Кроме того, в машинах имеются специальные устройства для ввода данных и выдачи результатов решения задач.

Запоминающее устройство, или «память» машины, состоит из отдельных ячеек, в каждую из которых может быть помещено одно число. Количество разрядов в ячейках памяти является одинаковым для всех ячеек и определяется при разработке машины, исходя из ее назначения.

Например, машины, предназначенные для научных расчетов, должны обеспечивать высокую точность вычислений, и поэтому в этих машинах ячейки памяти имеют большое количество разрядов (обычно по 30—40 двоичных разрядов, что приблизительно соответствует 8—11-значным десятичным числам).

Все ячейки памяти машины перенумерованы подряд, и каждой ячейке присвоен постоянный номер, называемый адресом этой ячейки.

Арифметическое устройство представляет собой по существу электронный арифмометр. Оно получает из запоминающего устройства необходимые числа, выполняет над ними требуемые операции и посылает результаты обратно в запоминающее устройство.

Каждая операция выполняется машиной под воздействием определенной команды. Последовательность команд составляет программу работы машины. Программа решения задачи составляется человеком (программистом) заранее и записывается на специальном бланке в условном числовом коде. Каждая команда после записи на бланк представляет собой по внешнему виду некоторое число, а вся программа — последовательность чисел. Программа работы машины, представленная в виде последовательности чисел, вводится и хранится в запоминающем устройстве машины. В процессе решения задачи команды программы поочередно выбираются из запоминающего устройства для исполнения. Выбранная команда расшифровывается устройством управления машины, которое подает в различные части машины необходимые сигналы, обеспечивающие выполнение данной команды. Каждая команда указывает, какую операцию должна выполнить машина по этой команде, а также откуда должны быть взяты числа для выполнения операции и куда должен быть записан результат. Вид операции указывается ее номером, называемым кодом операции.

Например, может быть составлена команда следующего вида:

01	0015	0036	0224
----	------	------	------

Число 01 в левой клетке обозначает код операции сложения (обычно операция сложения имеет код 01). Числа 0015 и 0036 обозначают, что нужно взять первое слагаемое из ячейки с адресом 0015, а второе слагаемое из ячейки с адресом 0036. Число 0224, записанное в четвертой клетке команды,

обозначает, что результат нужно записать в ячейку с адресом 0224.

Это пример так называемой трехадресной команды; последовательность таких команд составляет программу работы машины.

Устройство управления машины обеспечивает последовательную выборку команд программы и выполнение этих команд различными частями машины.

Чрезвычайно важным, с точки зрения принципа работы электронных цифровых вычислительных машин, является возможность автоматического изменения порядка выполнения команд программы в зависимости от хода вычислений. Это осуществляется при помощи специальных команд, называемых командами условного или безусловного перехода.

Команды программы выполняются подряд до тех пор, пока не встретится команда условного перехода или команда безусловного перехода.

Команда условного перехода осуществляет переход к той или иной команде программы в зависимости от результата операции, например, в зависимости от того, каким будет знак результата операции — положительным или отрицательным.

Команда безусловного перехода обеспечивает переход к определенной команде независимо от каких-либо условий.

Команда условного перехода позволяет произвести выбор того или иного продолжения вычислений в зависимости от получающихся результатов, что обеспечивает полную автоматичность работы машин. Как известно, в процессе сложных вычислений часто приходится решать вопрос, как вести вычисления дальше после того, как получили те или иные промежуточные результаты. Выбор этих направлений можно возложить на машину, для чего необходимо предусмотреть в программе проверку определенных признаков у получающихся чисел и поставить соответствующие команды условного перехода.

При помощи команд условного перехода (или безусловного перехода) можно обеспечить также многократное повторение определенных участков программы для выполнения одной и той же последовательности операций над различными исходными числами, что позволяет значительно сокращать общий объем программ.

## УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ ЦИФРОВЫХ МАШИН

Рассмотрим некоторые технические принципы устройства электронных цифровых машин.

В машинах двоичные цифры — ноль и единица — представляются высоким или низким уровнем напряжения электрического тока на определенном проводе. Для того чтобы фиксировать и сохранять во времени определенные уровни напряжения;

в машинах используют триггеры, состоящие из 2 электронных ламп или полупроводниковых триодов и обладающие свойством находиться в двух различных устойчивых состояниях.

Один триггер используется для представления одного разряда двоичного числа. Группа из  $n$ -триггеров, используемая для представления  $n$ -разрядных двоичных чисел, называется регистром. Соединяя между собой триггеры в последовательные цепочки, получают схемы счетчиков, осуществляющих счет импульсов, последовательно поступающих на вход схемы.

Комбинацией счетчиков, регистров и некоторых других электронных схем можно получить сумматоры, т. е. устройства для сложения и вычитания двоичных чисел. Так как операции умножения и деления сводятся к ряду сложений и вычитаний со сдвигами, то, используя схемы сумматоров, регистров и схемы для сдвига, можно получить устройства для умножения и устройства для деления чисел.

Арифметические устройства машин включают в себя схемы для сложения и вычитания, а также умножения и деления двоичных чисел и схемы для выполнения некоторых других операций, а также регистры для приема исходных чисел и регистры для выдачи результата операции.

В электронных цифровых машинах используются обычно запоминающие устройства двух видов: оперативное запоминающее устройство и внешнее запоминающее устройство.

Оперативная память обеспечивает высокую скорость приема и выдачи отдельных чисел по любому адресу, но имеет обычно небольшой объем (1000—4000 чисел).

Внешнее запоминающее устройство (внешний накопитель) имеет огромную емкость (сотни тысяч и миллионы чисел), но может выдавать и принимать числа только большими группами.

Оперативное запоминающее устройство в процессе работы машины выдает отдельные команды, числа и принимает результаты операций из арифметического устройства с высокой скоростью. Внешний накопитель является по существу резервом оперативного запоминающего устройства.

В процессе вычислений все необходимые для ближайшего ряда операций данные заблаговременно переписываются из внешнего накопителя в оперативное запоминающее устройство, а результаты вычислений выводятся из этого устройства во внешний накопитель.

Наибольшее распространение получили запоминающие устройства, основанные на использовании магнитной записи на лентах и барабанах, покрытых тонким слоем ферромагнитного материала. Запись и считывание данных с магнитных лент и барабанов осуществляется при помощи электромагнитов специальной формы с очень небольшим зазором между полюсами. Для записи единиц или нулей в обмотку записывающей головки подаются импульсы определенной полярности, которые вы-

зывают появление на поверхности ленты или барабана намагниченных участков (отметок) соответствующей полярности.

При считывании данных в обмотке электромагнита индуцируется напряжение той или иной полярности в зависимости от полярности магнитной отметки, проходящей в данный момент.

Емкость небольших магнитных барабанов составляет несколько тысяч двоичных единиц; емкость больших барабанов и магнитных лент может достигать до миллиона двоичных единиц. Достоинствами магнитных запоминающих устройств являются надежность действия, большая емкость и способность к длительному сохранению информации. Недостатком этих устройств является сравнительно небольшая скорость работы.

Оперативные запоминающие устройства многих машин, в частности советской машины «Стрела», построены на электронно-лучевых трубках.

Электронно-лучевая запоминающая трубка по конструкции напоминает обычный телевизионный кинескоп, в котором вместо флуоресцирующего экрана находится специальный экран из диэлектрика.

В зависимости от скорости падающего потока электронов в определенной точке диэлектрического экрана образуется положительный или отрицательный заряд.

Заряд одного знака соответствует записи единицы, а заряд противоположного знака соответствует записи нуля. Диэлектрик обладает свойством сохранять заряды более или менее длительное время, что используется для хранения записанной информации.

В запоминающих устройствах на электронно-лучевых трубках каждая трубка служит для запоминания одного разряда двоичного числа, а количество трубок в устройстве равно количеству разрядов в числе.

Емкость таких запоминающих устройств составляет обычно 1024 или 2048 чисел.

Основным достоинством подобных запоминающих систем является высокая скорость работы и возможность записывать и считывать числа в любом порядке.

Считывание данных осуществляется путем направления электронного луча в заданную точку экрана. Если в данной точке был положительный заряд, то он разряжается и образует импульс определенной полярности. Если же в данной точке был заряд другого знака, то не появляется никакого импульса. Недостатками электронно-лучевых запоминающих систем являются сложность устройств, необходимость точной стабилизации питающих напряжений, сравнительно небольшой срок службы электронно-лучевых трубок. Поэтому эти системы в последние годы получают меньшее применение.

Одним из наиболее перспективных типов запоминающих устройств электронных цифровых машин являются устройства

на ферритовых магнитных сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса. Каждый сердечник служит для запоминания одной двоичной цифры: нуля или единицы. Одно направление намагничивания сердечника соответствует записи нуля, а другое — единицы. Сердечники пронизаны проводами, представляющими собой обмотки для перемагничивания сердечников. При помощи этих проводов производится запись и считывание записанной информации.

Запоминающие устройства на магнитных сердечниках очень быстро действуют и позволяют производить запись и выборку чисел в любом порядке.

Магнитные сердечники имеют небольшие размеры (1—5 мм в диаметре). Запоминающие устройства на магнитных сердечниках используются в качестве оперативной памяти различной емкости: 512, 1024, 2048 и 4096 чисел.

В электронных цифровых машинах применяются еще запоминающие устройства на перфолентах и перфокартах. Эти устройства служат для ввода исходной информации и программы работы в машину. Двоичные числа записываются на длинных бумажных или целлюлоидных лентах (перфолентах) или на стандартных кусках картона (перфокартах) в виде системы отверстий, расположенных в определенном порядке. Наличие отверстия в определенной позиции соответствует записи единицы, а отсутствие отверстия — записи нуля.

Нанесение данных на перфокарты или перфоленты осуществляется операторами при помощи специальных приборов — перфораторов.

При вводе перфокарт или лент с записанными на них данными в машину они ощупываются специальными щеточками, которые в случае наличия отверстий замыкают электрические контакты и посылают импульсы тока.

Результаты решения задач автоматически пробиваются машиной на перфокартах или перфолентах, с которых затем специальное печатающее устройство печатает их в обычном цифровом виде на листах бумаги.

Широкое применение в электронных цифровых машинах в настоящее время имеют полупроводниковые диоды и триоды-транзисторы. Достоинствами полупроводниковых диодов и триодов являются весьма малые габариты, незначительное потребление энергии, высокая механическая прочность, долговечность. Полупроводниковые приборы в принципе должны обладать высокой надежностью, однако в настоящее время в связи с недостатками технологии эти приборы такой надежностью еще не обладают.

Наиболее совершенной машиной по своим логическим и техническим принципам и математическим возможностям в нашей стране является машина БЭСМ (быстродействующая электронная счетная машина), созданная в 1953 году в Академии наук

СССР под руководством Героя Социалистического Труда академика С. А. Лебедева.

БЭСМ работает со скоростью 10 000 арифметических операций в секунду и оперирует с двоичными числами, которые соответствуют приблизительно девятиразрядным десятичным числам.

Оперативное запоминающее устройство имеет емкость 2048 чисел и построено на ферритовых сердечниках. Внешний накопитель БЭСМ построен на магнитной ленте и состоит из четырех магнитофонов с общей емкостью 120 000 чисел. Кроме того, в машине БЭСМ имеется накопитель на магнитном барабане емкостью в 5000 чисел. БЭСМ имеет около 5000 электронных ламп.

Эффективно применяется в ряде научных учреждений нашей страны электронная цифровая вычислительная машина «Стрела», созданная в 1953 году под руководством Героя Социалистического Труда Ю. Я. Базилевского. Эта машина обладает высокой производительностью при решении сложных и больших по объему вычислений задач. Она выполняет 2000—3000 арифметических операций в секунду.

Оперативное запоминающее устройство машины построено на электронно-лучевых трубках и имеет емкость 2047 чисел (или команд).

Машина оперирует с 10—11-разрядными десятичными числами.

Внешний накопитель емкостью 200 000 чисел построен на широкой магнитной ленте. Машина «Стрела» имеет около 6000 электронных ламп.

На рисунке 2 показан внешний вид электронной цифровой вычислительной машины «Урал», созданной в 1954 году под руководством инженера Б. И. Рамеева.

Эта машина относится к классу малых машин универсального назначения и предназначена для использования в научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро, на заводах, в высших учебных заведениях и в других учреждениях, связанных с выполнением различных вычислительных работ.

Машина оперирует с двоичными числами, которые соответствуют приблизительно 10-разрядным десятичным числам, и имеет скорость работы приблизительно 50 арифметических операций в секунду.

Оперативное запоминающее устройство емкостью в 1024 числа построено на магнитном барабане. Внешний накопитель имеет емкость в 40 000 чисел и построен с использованием узкой магнитной ленты.

Машина «Урал» имеет 800 электронных ламп и 3000 полупроводниковых выпрямителей (диодов). Потребляемая мощность составляет 8 квт. Машина собрана на одной стойке; посредине стойки расположена панель управления. Рядом видны уст-



Рис. 2. Электронная цифровая вычислительная машина «Урал».

ройства для ввода данных в машину и вывода результатов. Вся машина может быть размещена в комнате площадью 60 м<sup>2</sup>.

На рисунке 3 показана малогабаритная универсальная электронная цифровая вычислительная машина М-3, созданная под руководством члена-корреспондента АН СССР И. С. Брука.

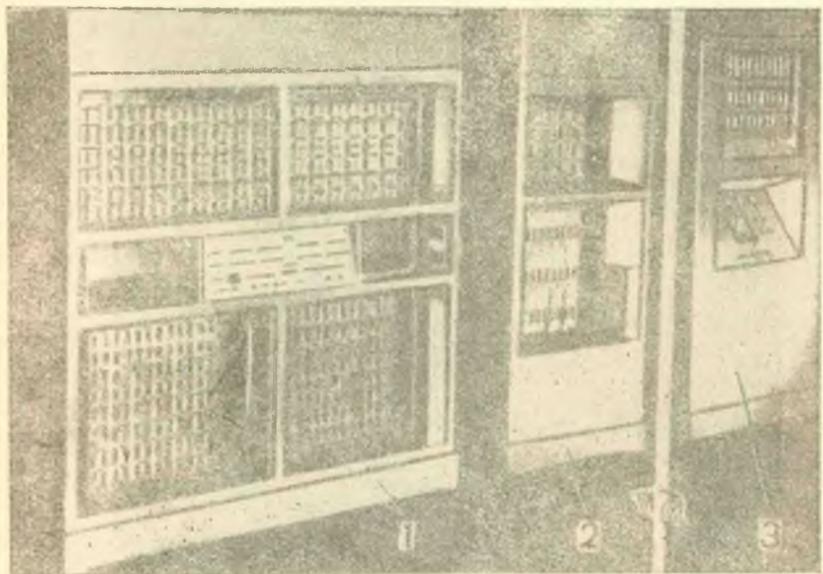


Рис. 3. Электронная цифровая вычислительная машина М-3.

М-3 предназначена для выполнения широкого круга математических вычислений сравнительно небольшого объема. Достоинствами машины являются небольшие габариты, простота эксплуатации, невысокая стоимость.

Машина параллельного действия оперирует с 30-разрядными двоичными числами (31-й разряд является разрядом знака числа), что соответствует девятиразрядным десятичным числам.

Машина имеет одно запоминающее устройство на магнитном барабане емкостью 2048 чисел или команд и выполняет 30 полных арифметических операций в секунду. К машине можно подключать запоминающее устройство на магнитных сердечниках; при этом возможно повышение скорости работы до 1500 операций в секунду.

В машине М-3 используется двухадресная система команд, при которой каждая команда состоит из кода операции и двух адресов чисел.

Для размещения машины М-3 достаточно площадь 30—

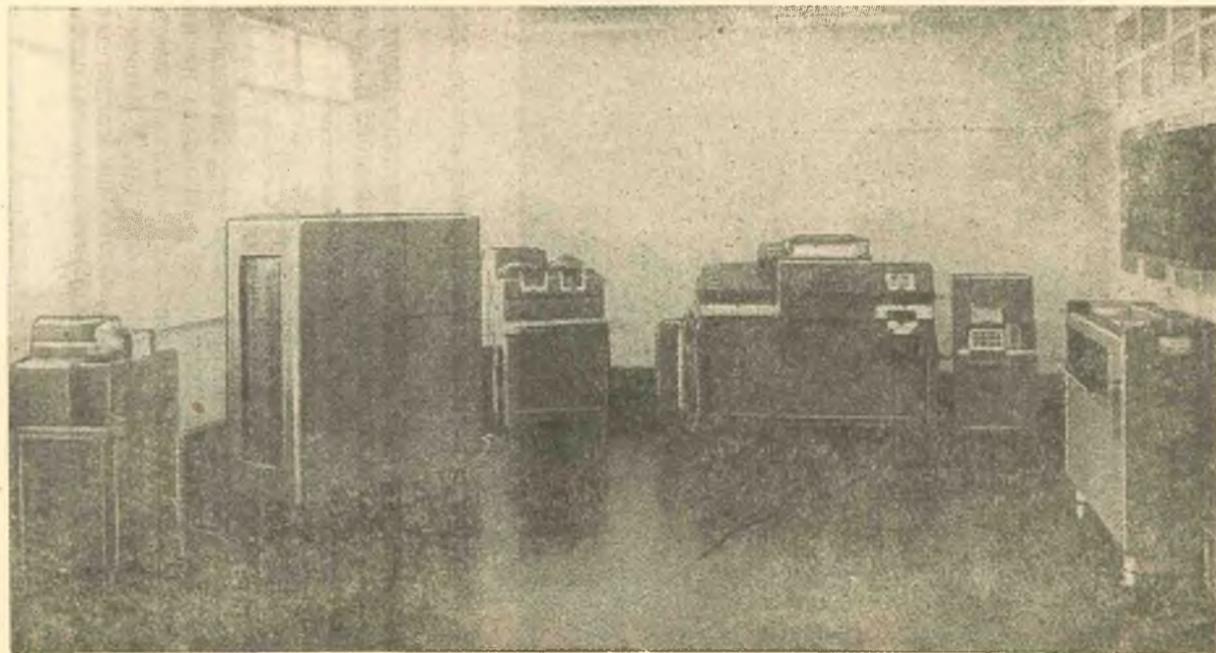


Рис. 4. Электронная цифровая вычислительная машина Гамма-3Б.

40 м<sup>2</sup>. Машина имеет 770 электронных ламп и 3000 купроксных диодов. Потребляемая мощность составляет 10 квт.

Примером современной зарубежной вычислительной машины широкого применения может служить малая электронная вычислительная машина с магнитным барабаном Гамма-3Б французской фирмы Булль (рис. 4).

Эта машина предназначена для выполнения разнообразных трудоемких научно-технических и коммерческих вычислительных работ.

Машина оперирует с 12-разрядными десятичными числами, представленными в так называемой двоично-десятичной системе счисления; при этом для представления каждого числа используется 48 двоичных разрядов.

Код команды машины одноадресный; каждая команда содержит два основных элемента: код операции и адрес числа, участвующего в операции.

Машина Гамма-3Б выполняет в среднем 400—500 арифметических операций в секунду.

В качестве запоминающего устройства используется магнитный барабан емкостью 8192 12-разрядных десятичных чисел, или 24 576 команд. В машине Гамма-3Б используется 800 пальчиковых электронных ламп всего лишь двух типов — пентод и лучевой тетрод, а также до 7000 германиевых диодов.

Применение небольшого количества ламп и надежных электромеханических устройств существенно облегчает обслуживание машины и обеспечивает высокую надежность ее работы. По данным фирм, эксплуатирующих эти машины, устройства не требуют дополнительной наладки после включения машины для работы. 97% времени работы машины используется непосредственно для решения задач и лишь 3% — на проведение профилактических работ (1 рабочий день в 2 месяца или 1,2 часа в неделю). Машину обслуживают один оператор и один техник.

Машина питается от сети переменного тока напряжением 220 в с частотой 40—60 гц; потребляемая мощность — 3 квт.

Размеры стойки машины, на которой собрана электронная аппаратура: длина — 1,4 м, ширина — 0,67 м, высота — 1,6 м; вес — 800 кг.

Стойка имеет 32 выдвижные 12-ламповые ячейки, конструкция которых позволяет производить проверку элементов схемы при работе машины.

#### ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Современные тенденции развития науки и техники характеризуются все большим применением сложных математических методов исследования различных процессов. Особенно большое

значение имеют математические методы в теоретической физике и химии, аэродинамике и газовой динамике, теоретической радиоэлектронике, оптике, астрономии и ряде других наук.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований в различных областях науки приводят к сложным математическим формулам, представляющим собой закономерности изучаемых явлений и характеризующим связи между отдельными физическими параметрами.

Для изучения сложных явлений применяется сложный математический аппарат теории дифференциальных уравнений, математической статистики, функционального анализа и других разделов математики. Так как получающиеся уравнения требовали, как правило, огромного объема вычислительной работы, то задачей исследователей — физиков, математиков и других ученых — до последнего времени являлось не только нахождение математических формул, описывающих данное явление, но и изыскание способов, позволяющих решить эти уравнения в приемлемые сроки. Обычно это требовало упрощения полученных уравнений за счет введения дополнительных упрощающих предположений, пренебрежения второстепенными факторами и т. п., что приводило к понижению точности анализа и обеспечивало возможность в лучшем случае правильно оценить качественную сторону изучаемого явления.

Применение электронных вычислительных машин позволяет весьма точно и в короткие сроки осуществлять решение чрезвычайно сложных математических задач, что открывает новые возможности для применения точных и мощных математических методов исследований. Только с появлением электронных вычислительных машин огромный, накопленный в течение длительного периода развития науки, запас математических знаний получает практический выход для решения конкретных задач науки, техники и экономики. В обеспечении возможности практического использования созданных наукой математических методов и теорий состоит одно из важных значений электронных вычислительных машин.

Электронные цифровые вычислительные машины применяются в области ядерной физики и техники для расчетов атомных реакторов, процессов проникновения нейтронов через некоторые среды, для исследования природы элементарных частиц и космического излучения и решения других вопросов.

Применение электронных вычислительных машин в ядерной технике позволяет в значительной степени заменять экспериментальные работы расчетами на машинах, что приводит к огромной экономии материальных средств и времени при создании атомных установок.

Применение электронных вычислительных машин в реактивной технике также дает колоссальный экономический эффект. На электронных цифровых машинах производятся инже-

нерные расчеты различных вариантов конструкций самолетов, ракет и их систем автоматического управления и осуществляется выбор оптимальных значений конструктивных параметров. Машины позволяют быстро и точно решать сложные уравнения для различных траекторий движения, рассчитывать характеристики сопротивления воздуха и устойчивости движения. Так, траектория движения снаряда рассчитывается машиной за несколько секунд, т. е. быстрее, чем летит сам снаряд.

На основе тщательно рассчитанных характеристик изготавливается аппаратура автоматического управления самолетом или ракетой, которая до постановки на объект может быть испытана в рабочем режиме в лабораторных условиях с помощью электронных вычислительных машин непрерывного действия. Эта машина моделирует в виде соответствующих уравнений процесс движения самолета или ракеты в воздухе и подает необходимые сигналы на испытываемую аппаратуру управления, которая должна реагировать на эти сигналы таким же образом, как если бы она находилась в реальном полете. Подобное моделирование позволяет в значительной степени уточнить характеристики аппаратуры управления и поставить на самолет или ракету для действительных натуральных испытаний более или менее отработанную аппаратуру управления и тем самым сократить объем натуральных испытаний.

Электронные вычислительные машины позволяют достаточно точно рассчитывать режимы работы сложных энергетических систем, различных инженерных сооружений, процессы распространения радиоволн, взрывных и ударных волн, различные оптические и акустические явления. Перечисление областей применения электронных вычислительных машин обозначало бы просто перечисление всех областей современной науки и техники. Особый характер носят расчеты, связанные с прогнозом погоды. Машины позволяют в течение нескольких минут обрабатывать данные о состоянии атмосферы, получаемые от сети метеорологических станций, рассчитывать по специальным формулам поля давлений и движение воздушных масс и давать прогнозы погоды на сутки вперед.

Большое значение имеют электронные цифровые вычислительные машины для составления различных математических таблиц. Применение машин позволяет резко ускорить и увеличить выпуск таблиц и повысить их точность. Вместо единичных таблиц отдельных математических функций возможен ежегодный массовый выпуск сотен таблиц, что позволит создать полные и точные таблицы всех основных специальных функций не только одного, но и нескольких переменных. Так, например, на машине БЭСМ таблицы интегралов Френеля, содержащие 50000 значений, рассчитаны всего за один час работы машины. Для выполнения этой работы вручную потребовалось бы несколько лет работы вычислителей на настольных счетных машинах.

Электронные цифровые вычислительные машины весьма эффективно применяются для массовой обработки различных экспериментальных данных. Так, например, как известно из печати, результаты наблюдений и измерений, получаемые при запусках советских искусственных спутников Земли, обрабатывались в СССР с помощью электронных цифровых машин. При этом получались необходимые характеристики орбит спутников и выработывались точные прогнозы движения, позволившие вести наблюдения оптическими и радиотехническими средствами.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЦИФРОВЫХ МАШИН В ОБЛАСТИ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ**

В последние годы электронные цифровые машины получают все большее применение для экономических расчетов в области планирования, учета, статистики и для механизации административно-управленческой работы. Применение машин в этих областях позволяет быстро и безошибочно обрабатывать огромный объем информации, связанной с работой предприятий или их объединений, своевременно и правильно реагировать на те или иные изменения в ходе работы, что приводит к повышению оперативности руководства и сокращению количества работников административно-управленческого аппарата.

Электронные цифровые машины используются для расчетов заработной платы, учета запасов, составления накладных, отчетов, составления графиков загрузки производства и использования рабочей силы и т. д. Необходимые программы работы составляются заранее и вводятся в машины. В торговых предприятиях электронные машины используются для учета заказанных, проданных и находящихся в наличии товаров, для анализа потребностей в товарах и возможностей их реализации и планирования поставки товаров в зависимости от спроса.

Исключительное значение имеют электронные цифровые машины для автоматизации процессов учета и снабжения в крупных системах, какой является, например, система материально-технического снабжения экономических районов или система снабжения армии и флота.

В современных условиях, благодаря высокому развитию техники, наличию широких и разветвленных связей между предприятиями в процессе производства, решающее значение для нормального функционирования предприятий имеет правильная и четкая организация материально-технического снабжения, строгое соблюдение сроков и номенклатуры взаимных поставок сырья, полуфабрикатов и готовых изделий.

Экономическое планирование в масштабах экономических районов, а тем более в масштабе страны, представляет собой чрезвычайно трудную задачу, требующую учета и согласования между собой огромного количества различных данных по

многим отраслям промышленности. Используемый при этом метод последовательных приближений, заключающийся в многократном пересчете отдельных показателей с целью их взаимной увязки, является весьма трудоемким и приводит к большим затряжкам в отработке планов. Планы при этом в значительной мере теряют свою ценность, так как исходные данные, на которых они построены, устаревают и не отражают реального положения.

Кроме того, значительную трудность в этом деле представляет и непосредственный процесс сбора и систематизации огромного количества сведений, необходимых для планирования и характеризующих потребности и наличие различных материалов, сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

Электронные цифровые машины, предназначенные специально для экономических расчетов, позволяют коренным образом повысить производительность конторского труда, обеспечивают резкое сокращение сроков обработки информации и составления планов, что повышает их действенность.

Применение электронных вычислительных машин для автоматизации процессов управления, учета и планирования позволяет, во-первых, резко повысить производительность труда при значительном сокращении штатов административно-управленческого персонала и, во-вторых, обеспечить своевременное получение точной и полной информации, необходимой для принятия решений и руководства делом. Применение машин, несмотря на их высокую стоимость и некоторые трудности эксплуатации, является в настоящее время единственным путем разрешения проблемы выполнения огромного объема конторской работы, необходимой для нормального функционирования экономики страны, так как в настоящее время производительность конторского труда отстает от производительности труда рабочих.

Развитие технических средств механизации и автоматизации процессов управления и учета является жизненно необходимым в связи с непрерывным техническим прогрессом в сфере промышленного производства.

Например, в США производительность труда в промышленности в настоящее время выросла в среднем на 100% по сравнению с 1920 годом, а производительность труда конторских работников осталась почти без изменения. По данным журнала «Das Parierg» (ФРГ), на каждого человека, производящего материальные ценности в США, в настоящее время потребовалось бы 33 человека обслуживающего персонала, если бы труд этих людей не выполнялся или не облегчался большим количеством различных автоматических устройств и приборов.

Одной из важнейших задач в развитии планового социалистического хозяйства в нашей стране является широкое внедрение электронных цифровых машин в практику работы пла-

нирующих органов, а также в сферу административно-управленческой деятельности.

Большое значение будет иметь применение электронных цифровых машин в банковском деле, в практике работы статистических органов, для составления графиков и расписаний движения железнодорожного и другого транспорта и для других экономико-статистических работ.

Следует остановиться на перспективах применения электронных цифровых машин для более полной комплексной автоматизации информационной работы и процессов административного управления.

Начальный этап внедрения машин характеризуется разработкой и применением машин в отдельных вычислительных центрах, обслуживающих крупные предприятия, учреждения, банки, статистические и финансовые органы, крупные торговые и заготовительные организации и т. д.

В дальнейшем отдельные вычислительные центры должны быть связаны в единую систему автоматической информационной и вычислительной службы, которая будет обеспечивать нужды всех учреждений и организаций в необходимой научной, технической, экономической и другой информации и выполнение вычислительных работ.

Помимо вычислительных машин важное значение в создании такой системы будут играть автоматизированные линии связи нового типа, использующие телефонную, телеграфную, радиотехническую, телевизионную и другую аппаратуру.

По-видимому, организация такого автоматизированного комплекса вычислительных и информационных машин будет соответствовать отраслевому или территориальному принципу организации управления промышленностью с аналогичной иерархией вычислительных машин. Отдельные вычислительные и информационные машины предприятий будут объединяться автоматическими станциями связи в группы, соответствующие одному главку, ведомству или министерству, которые будут объединяться между собой в единую систему для всей страны. Возможны и непосредственные связи между вычислительными и информационными центрами отдельных родственных или работающих совместно предприятий.

При полной автоматизации административно-управленческой работы вместо громоздкой и длительной переписки между учреждениями будет иметь место обмен телефонными, телеграфными или телевизионными передачами с автоматической записью и обработкой поступающих сведений с помощью электронных цифровых машин и хранением их в запоминающих устройствах.

В качестве примера можно указать на разработку в Англии проекта создания единой автоматизированной системы обработки информации для нескольких наиболее крупных английских

банков. Характерно, что используемые для фиксации первичной информации перфокарты являются уже официальными денежными документами, изготавливаются на специальной бумаге, исключающей их подделку.

Особое значение для развития науки и техники будет иметь применение научно-информационных машин с большой емкостью долговечной памяти.

Эти машины должны обеспечивать возможность быстрого просмотра и анализа содержания научно-технической литературы в соответствии с заданной тематикой и выдавать необходимые краткие сведения в виде микрофильмов или обычного печатного текста. Применение таких машин будет иметь исключительное значение для развития науки.

В настоящее время имеет место колоссальное увеличение печатного материала по всем отраслям знаний, и темпы роста этих материалов непрерывно увеличиваются. Специалисты уже не в состоянии систематически просматривать литературу, относящуюся даже к достаточно узкому кругу вопросов. Зачастую легче вновь разработать какую-либо конструкцию или открыть заново какую-нибудь закономерность, чем разыскать соответствующий литературный материал, если даже известно, что такой материал имеется.

Научно-информационные машины позволят полнее использовать огромные ценности, созданные человечеством в течение длительного развития в виде колоссального запаса научных знаний.

Содержание печатных работ по мере их опубликования должно вводиться в машины в сокращенном кодированном виде. Задаваемые вопросы также должны вводиться в машины в специальном кодированном виде, который будет определять порядок работы программы поиска ответов. Поиск ответов машиной будет осуществляться при помощи программы, которая будет в некоторой степени воспроизводить процессы умственной работы человека, решающего аналогичную задачу.

Наличие единой сети информационных и вычислительных машин позволит также быстро и оперативно собирать и обрабатывать необходимые статистические сведения о состоянии отдельных предприятий, наличии материалов, денежных средств, рабочей силы и т. д. и оперативно использовать результаты обработки для планирования и руководства хозяйством.

Широкий обмен знаниями в международном масштабе будет в значительной мере облегчен благодаря внедрению специальных переводческих электронных цифровых машин. Эти машины помимо автономной работы по переводу больших печатных произведений могут также использоваться в единой автоматизированной службе информации для оперативной работы по линиям телефонной или другой связи со многими абонентами. Абоненты будут задавать вопросы (устно или печат-

ным текстом) на иностранном языке и сразу же получать готовые переводы.

Аналогичное использование крупных вычислительных машин для оперативной связи с тысячами абонентов в настоящее время уже имеет место практически. Абоненты формулируют задачи по телефону или телеграфу и через короткое время получают решения.

Современный уровень развития техники электронных цифровых машин показывает на полную реальность создания подобных вычислительных и информационных систем в ближайшем будущем.

В лаборатории электро моделирования АН СССР под руководством профессора Л. И. Гутенмахера разработаны долговременные запоминающие устройства огромной емкости. Эти устройства способны хранить миллионы чисел в течение 50 — 100 лет. Содержание информации, выраженное двоичными числами, наносится в форме элементарных конденсаторов (емкостей) на бумажные металлизированные листы, которые затем спрессовываются в блоки («книги»).

Разработаны бесконтактные и безламповые блоки и элементы для построения управляющих и вычислительных схем сложных вычислительных машин, обладающие долговечностью, надежностью, малыми габаритами и потребляющие незначительное количество энергии.

#### **ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ**

Электронные вычислительные машины в настоящее время получают широкое применение для целей автоматического управления в промышленности и в военном деле. В промышленности при помощи этих машин осуществляется автоматическое управление как отдельными агрегатами, станками, так и поточными линиями и даже целыми автоматизированными заводами. Применение электронных вычислительных машин обеспечивает сокращение количества обслуживающего персонала, экономию материалов и энергии, повышение производственных скоростей (повышение темпа работы), повышение качества продукции и надежный контроль за ходом производства. Особенно важным является применение этих машин для автоматического управления производственными процессами, опасными для здоровья и жизни людей, в таких, например, отраслях, как химическая, атомная промышленность. В случае непредвиденных нарушений хода процесса, например при аварии, машины могут обеспечить подачу аварийных сигналов, вызывающих людей, и принятие некоторых стандартных, заранее предусмотренных мер (например, выключение электроэнергии, прекращение подачи топлива, воды и т. п.).

В военном деле электронные цифровые машины и устройства начинают широко применяться для решения задач управления огнем артиллерии, наведения на цели управляемых реактивных снарядов, для автоматического управления движением самолетов и других боевых объектов, вытесняя из этих областей устройства непрерывного действия.

Необходимым условием для применения электронных цифровых машин для автоматического управления каким-либо процессом является наличие полного математического описания данного процесса, т. е. представление его в виде совокупности вполне определенных однозначных правил, определяющих поведение системы в каждом могущем возникнуть положении.

Простейшим примером применения электронных цифровых машин для автоматизации производственных процессов является программное управление металлорежущими станками.

В обычных копировально-фрезерных автоматах движение режущего инструмента задается при помощи копира и копировального прибора, ошупывающего профиль копира. Для обеспечения высокой точности изготовления деталей копир должен быть сам изготовлен достаточно точно.

В автоматизированном станке копир и копировальный прибор заменены цифровым устройством, в которое требуемый профиль обработки детали задается в числовой форме с помощью перфоленты.

Цифровое вычислительное устройство вырабатывает необходимые команды для движения режущего инструмента и детали, которые при помощи следящих систем воздействуют на силовые агрегаты станка. Замена дорогостоящих копиров перфолентами значительно снижает затраты на подготовительные работы.

Цифровое устройство обеспечивает автоматическое управление не только перемещением инструмента, но и последовательностью операций машины; оператор при этом полностью исключается из процесса управления.

Особенностью системы является возможность непрерывной работы системы без остановок для набора и ввода новых программ в счетное устройство.

Исходная информация, вводимая в цифровое устройство, представляет собой перечисление последовательных элементарных прямолинейных приращений пути, проходимого режущим инструментом. Каждое приращение задается указанием трех координат, а также времени, в течение которого должно быть сделано это приращение.

Цифровое устройство, управляющее станком, выполняет большой объем вычислительной работы, связанной со сравнением текущих данных с предшествующей информацией и выработкой команд для управления станком.

В наиболее простом случае цифровое устройство определяет промежуточные положения инструмента путем линейной интерполяции или интерполяции более высокого порядка, что, естественно, увеличивает объем вычислительной работы.

В процессе экспериментов с описанной системой управления было получено сокращение времени обработки деталей почти в три раза по сравнению с обычным способом управления при помощи копиров.

Применяются способы управления станками при помощи информации, записываемой на кинолентах и магнитных лентах. Магнитная лента имеет существенные преимущества, так как она позволяет запоминать как цифровые данные, так и непрерывно меняющиеся электрические напряжения, и обладает большой емкостью запоминания. На различных дорожках магнитной ленты или барабана могут быть записаны программы различных операций, которые должны выполняться станком, что обеспечивает максимальную производительность станка.

Другим видом применения электронных цифровых машин является применение их для статистического управления производственными процессами.

Современное массовое производство характеризуется непрерывностью производственного процесса и идентичностью вырабатываемых изделий. Однако в действительности получаемые изделия не являются абсолютно одинаковыми, отличаясь друг от друга своими размерами, весом и другими характеристиками в пределах заданных допусков.

Очевидно, что при массовом производстве нет необходимости контролировать каждую деталь; математическая статистика дает методы определения оптимального числа деталей, которые должны контролироваться при тех или иных условиях с тем, чтобы обеспечить уверенность, что вся масса продукции находится в требуемых пределах. Знание численных значений параметров нормального распределения, которому подчиняются отклонения в вырабатываемых изделиях, позволяет предвидеть в среднем процент деталей, характеристики которых будут находиться в том или ином интервале. Параметры математического закона распределения определяются обычно на основании обработки статистических данных, относящихся к большому количеству фактически изготовленных деталей, или же рассчитываются теоретическим путем.

Наряду с чисто случайными факторами, определяющими нормальное распределение размеров изделий, на технологический процесс обычно оказывают влияние некоторые факторы, носящие систематический характер и вызывающие либо смещение среднего значения от заданной величины, либо увеличение разброса размеров за допустимые пределы.

Для обнаружения такого рода систематических отклонений в определенных местах производственных линий предусматри-

ваются специально подготовленные операторы, которые производят измерения и на основании анализа результатов измерений вводят коррекцию в ход процесса. Такого рода контроль и управление называются статистическими.

Процесс работы оператора при статистическом управлении производственными линиями вполне может быть автоматизирован с помощью электронных цифровых машин. Для выполнения подобных задач применяются сравнительно простые, малогабаритные и дешевые специализированные электронные машины. Такие управляющие вычислительные машины, помимо автоматического выполнения необходимых вычислений, должны выполнять и логические операции сравнения и выбора необходимых способов коррекции, т. е. реализовать определенные виды формального мышления, характерные для процесса работы оператора.

Статистическое управляющее устройство, использующее электронную цифровую машину, может быть спроектировано, вообще говоря, для выполнения достаточно сложных функций, включая одновременный анализ ряда параметров изделий, учет режима работы производства и выработку различных команд управления, характер воздействия которых на ход производственного процесса может варьироваться достаточно широко.

Следует подчеркнуть, что полная автоматизация управления производственными процессами с помощью электронных вычислительных машин требует, как правило, существенной переработки технологического процесса и приспособления его к автоматическому управлению. Например, для полной автоматизации процесса производства стали требуется устранение его прерывистого характера.

Большое значение имеет применение электронных вычислительных машин для автоматизации управления производственными процессами, имеющими непрерывный характер. К таким производствам относятся доменное производство, переработка нефти, многие отрасли химической промышленности.

Для химических заводов, например, характерны не только непрерывность технологического процесса, начиная от поступления сырья и кончая выдачей продукции, но и сложная технологическая схема, имеющая несколько замкнутых материальных потоков, тесная связь и зависимость в работе различных участков.

Благодаря сильной взаимной связи и обусловленности различных звеньев процесса нарушение режима работы в одном месте оказывает влияние на другие участки и приводит к общему расстройству технологического процесса.

Отсюда видна необходимость комплексной автоматизации всего производства и сложность управления технологическим процессом.

Основной задачей автоматизации управления является вы-

работка и поддержание оптимального технологического режима производства, обеспечивающего получение максимума продукции заданного качества с минимальными затратами на изготовление, а также безопасность производства и нормальные условия труда работников.

В сложных условиях современного химического производства диспетчеры цехов и производства не в состоянии осуществлять быстрый и точный контроль за ходом процесса производства и своевременно принимать необходимые меры для обеспечения экономически наиболее выгодного технологического режима.

Эти задачи успешно решаются на автоматизированных заводах с помощью электронных цифровых управляющих машин, связанных непосредственно с большим количеством различных измерительных устройств и приборов. В машину непрерывно поступает информация о ходе процесса производства со всех ответственных участков, на основании которой машина вырабатывает по заранее составленной программе необходимые команды регуляторам, изменяющим те или иные параметры процесса (температуру, давление и т. д.).

Одной из основных предпосылок внедрения электронных цифровых машин для автоматического управления непрерывными производственными процессами является составление детальных математических описаний этих процессов, что является необходимым для составления программ работы электронных цифровых машин.

В решениях Коммунистической партии и Советского правительства подчеркивается важность автоматизации производственных процессов и необходимость внедрения и развития электронной вычислительной техники.

Применение электронных вычислительных машин для автоматизации производственных процессов позволит резко повысить производительность труда в промышленности и обеспечит новый подъем и успешное движение нашей страны к коммунизму.

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Значение электронных вычислительных машин . . . . .	3
Электронные вычислительные машины непрерывного действия . . .	5
Электронные цифровые машины . . . . .	7
Устройство электронных цифровых машин . . . . .	11
Применение электронных вычислительных машин для математических вычислений . . . . .	19
Применение электронных цифровых машин в области экономики и управления . . . . .	22
Применение электронных вычислительных машин для автоматического управления производственными процессами . . . . .	26

---

### К ЧИТАТЕЛЯМ

Издательство «Знание» Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний просит присылать отзывы об этой брошюре по адресу: Москва, Новая площадь, д. 3/4.

Автор  
Анатолий Иванович Китов

Редактор Т. Ф. Исланкина  
Техн. редактор Е. В. Савченко  
Корректор Е. А. Соколов

Обложка художника И. Огурцова

---

А 10608. Подписано к печати 24/XI 1958 г. Тираж 42 000 экз. Изд. № 207.  
Бумага 60×92<sup>1</sup>/<sub>16</sub>—1 бум. л.=2 п. л. Учетно-изд. 1,71 л. Заказ № 3741.

---

Типография изд-ва «Знание», Новая пл., 3.

## ПОСТУПИЛИ В ПРОДАЖУ КНИГИ:

Большевистские военно-революционные комитеты. Госполитиздат. 1958. 563 стр. 10 руб.

Великая Октябрьская революция и мировое освободительное движение. Госполитиздат. 1958. Т. I. 592 стр. 11 руб.; Т. II. 644 стр. 12 руб.

Восстание декабристов. Документы. Т. VII. Госполитиздат. 1958. 692 стр. 20 руб.

**Зборовский И.** — Стратегия и тактика большевиков в трех русских революциях. (Беседы пропагандиста.) Серия «Популярные брошюры по истории КПСС». Госполитиздат. 1958. 72 стр. 85 коп.

**Калинин М. И.** — О корреспондентах и корреспонденциях. Госполитиздат. 1958. 264 стр. 5 руб.

**Колосовский Н. Н.** — Основы экономического районирования. Госполитиздат. 1958. 200 стр. 3 руб.

**Куйбышев В. В.** — Избранные произведения. Госполитиздат. 1958. 536 стр. 8 руб.

**Махаланобис П. Ч.** — Выборочные обследования в Индии. Госстатиздат. 1958. 82 стр. 2 р. 80 к.

Партия — организатор крутого подъема сельского хозяйства СССР. Сборник документов. (1953—1958). Госполитиздат. 1958. 520 стр. 9 р. 40 к.

**Спандарян С. С.** — Статьи, письма и документы. Госполитиздат. 1958. 360 стр. 6 руб.

**Уемов А. И.** — Логические ошибки. Когда они мешают правильно мыслить. Госполитиздат. 1958. 120 стр. 1 р. 50 к.

Перечисленные книги можно купить в магазинах книготорга и потребительской кооперации.

**СОЮЗКНИГА**