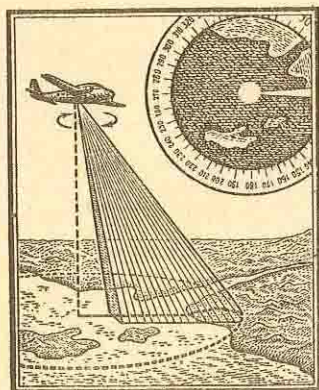


АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

РАДИОТЕХНИКА
И ЭЛЕКТРОНИКА
И ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ
ПРИМЕНЕНИЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Requies

Anstans

Wozzele

C

Susceptio

Manuel

Wozzele

Wozzele

Wozzele

Wozzele

Wozzele

Wozzele

Wozzele

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА И ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ

академика А. И. БЕРГА

и профессора И. С. ДЖИГИТА



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

Москва — 1956

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемая вниманию читателей брошюра подготовлена под общим руководством и при непосредственном участии некоторых членов Радиосовета при Президиуме АН СССР.

Глава по распространению радиоволн написана д. т. н. А. Г. Аренбергом; по современным антеннам — чл.-корр. АН СССР А. А. Пистолькорсом; по передающим и приемным устройствам и по применению радиоэлектроники в народном хозяйстве — инж. П. О. Чечиком; по источникам электропитания — инж. П. Н. Большаковым; по радиоизмерительной технике — инж. В. Г. Дубенецким; по радиодеталям и радиоматериалам — к. т. н. Б. П. Лиховецким; по электровакуумным приборам — к. т. н. Н. И. Дозоровым; по полупроводниковым приборам, радиоспектроскопии и индукционному нагреву — к. ф.-м. н. М. Е. Жаботинским; по радиосвязи — инж. К. И. Потаповым и А. М. Шалаевым; по радиовещанию — инж. М. И. Кривошеевым и В. И. Виноградовым; по радиорелейным линиям — инж. А. И. Фейгиной; главы по радиосвязи, радио- и телевизионному вещанию и радиорелейным линиям написаны под руководством З. В. Топуриа и инж. Ю. П. Лихущина; по радиолокации и радионавигации — инж. К. Н. Трофимовым; по радиоастрономии — д. ф.-м. н. С. Э. Хайкиным; по электронной вычислительной технике — к. т. н. А. И. Китовым; по радиоэлектронике и проблеме искусственного спутника Земли — инж. Г. В. Кожевниковым.

План брошюры, научная редакция ее и подготовка к печати выполнены академиком А. И. Бергом и профессором И. С. Джигитом.

вредных производствах), уменьшает количество обслуживающего персонала на предприятии. Она стирает разницу между трудом умственным и физическим.

Усилия советских ученых должны быть направлены на быстрое решение задач автоматизации.

Глава 5

ЭЛЕКТРОННАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Непрерывный рост потребностей всех областей науки и техники в проведении больших и сложных вычислительных работ явился в последние годы причиной быстрого развития средств вычислительной техники и обусловил возникновение принципиально нового направления ее, заключающегося в создании и применении современных быстродействующих электронных вычислительных машин.

Это направление имеет первостепенное значение и необычайно широкие перспективы дальнейшего развития. Современные быстродействующие вычислительные машины способны выполнять десятки тысяч арифметических действий в секунду и в короткие сроки (от нескольких минут до нескольких часов) осуществлять численное решение чрезвычайно сложных математических задач, на которое при ручных вычислениях потребовались бы годы работы. Так, например, для решения вручную достаточно полной системы дифференциальных уравнений, описывающих пространственное движение управляемой ракеты, потребовалось бы около двух лет непрерывной работы одного вычислителя, пользующегося арифмометром. На электронной вычислительной машине эта задача решается в течение двух часов.

Возможность получения с помощью электронных машин в короткие сроки точных численных решений весьма сложных уравнений позволяет во многих случаях заменять экспериментальные исследования и натурные испытания различных объектов математическими расчетами на машинах, что приводит к значительной экономии материальных средств и времени. Особенно остро потребность в проведении больших и сложных математических вычислений ощущается в таких областях, как ядерная физика, реактивная техника, радиоэлектроника.

Другой важной областью применения электронных вычислительных машин, помимо трудоемких математических вычислений, является использование этих машин в качестве управляющих устройств в различных системах автоматического управления.

На основе электронной вычислительной техники строятся сложные автоматы, способные учитывать изменения внешних условий, запоминать ход процесса регулирования, вырабатывать логические решения. Такие автоматы применяются, например, для управления производственными процессами, для автоматического регулирования режимов работы электростанций, для управления воздушной и зенитной стрельбой, для наведения самолетов-перехватчиков и управляемых ракет и т. д.

Кроме указанных двух областей применения, электронные вычислительные машины широко используются при выполнении различных экономико-статистических работ (составление планов, отчетов, расписаний и т. п.), для решения логических, комбинаторных задач, т. е. везде, где необходимо выполнять большой объем однообразной умственной работы по определенным правилам.

Сферы применения электронных вычислительных машин непрерывно расширяются и не ограничиваются областью непосредственно математических вычислений, которая представляет собой, как известно, только одну из узких областей умственного труда человека.

Таким образом, название «математические» или «вычислительные» машины не вполне правильно определяет значение и возможности этой области техники. Более точным было бы название «логические машины», т. е. машины для повышения производительности умственного труда человека. Именно этим обусловлено большое революционизирующее значение электронных математических машин в современной науке и технике.

Если раньше задачи технического прогресса концентрировались в основном вокруг проблем механизации физических функций человека (развитие средств производства, передвижения, связи, наблюдения и измерения и т. д.), то середина XX века ознаменовалась бурным развитием средств механизации умственного труда.

Следует заметить, что появление электронных цифровых вычислительных машин имеет большое значение и

для развития комплекса биологических наук и, в первую очередь, для изучения процессов высшей нервной деятельности, так как с помощью этих машин представляется возможным создать модели отдельных элементарных процессов работы нервной системы и процессов мышления и тем самым ближе подойти к раскрытию закономерностей в этой области.

Одной из важных особенностей техники электронных вычислительных машин является то, что в ней сочетается большой комплекс различных областей современной науки и техники — таких, как математический численный анализ, теоретическая логика, электроника, импульсная техника, физика полупроводников; она использует достижения этих областей и стимулирует их дальнейшее развитие.

Значение электронных вычислительных машин для коммунистического строительства в нашей стране трудно переоценить. Широкое применение электронных вычислительных машин должно обеспечить резкий подъем советской науки и техники на новую, более высокую ступень. Применение электронных машин для автоматического управления производственными процессами приводит к значительному повышению производительности труда, улучшению качества продукции и экономии материалов и энергии.

В отличие от капиталистического общества, где внедрение автоматических установок влечет за собой увольнение трудящихся и ухудшение условий их жизни, в социалистическом обществе автоматика, и в том числе электронные вычислительные машины, облегчают условия труда людей, освобождают их от наиболее трудоемкой, утомительной и однообразной работы и способствуют, в конечном счете, повышению материального благосостояния трудящихся.

Существуют два основных класса электронных вычислительных машин: машины непрерывного действия и машины цифровые.

В машинах непрерывного действия математические величины изображаются в виде непрерывных значений каких-либо физических величин, например напряжений электрического тока, и могут быть представлены с ограниченной точностью, зависящей от качества регулировки и

стабильности параметров схем. Ограниченная точность работы является принципиальным недостатком машин непрерывного действия по сравнению с машинами цифровыми.

Электронные вычислительные машины непрерывного действия конструктивно состоят из целого ряда отдельных функциональных блоков, каждый из которых служит для выполнения одной какой-либо математической операции (сложение, вычитание, умножение, деление, интегрирование, образование заданной функции и т. д.). Соединение этих блоков между собой производится в последовательности, отвечающей конкретному виду решаемого уравнения. Если машина предназначена для решения только одного вида уравнений, то состав функциональных блоков машины и их соединение между собой являются постоянными.

В большинстве случаев электронные вычислительные машины непрерывного действия строятся достаточно гибкими, т. е. обеспечивающими возможность решения сравнительно широкого круга задач одного и того же типа. С этой целью в машинах предусматривается возможность изменения как состава функциональных блоков, участвующих в решении той или иной конкретной задачи, так и порядка соединения этих блоков.

Наибольшее значение и распространение среди машин непрерывного действия имеют электронные машины для решения обыкновенных дифференциальных уравнений, так называемые электронные модели. Такими уравнениями описываются процессы движения различных механических и электрических систем, и поэтому с помощью электронных моделей можно воспроизводить и исследовать в лабораторных условиях подобные процессы, что позволяет рациональным образом конструировать различные системы автоматического управления.

В электронных цифровых машинах переменные величины изображаются цифрами и представляются в виде ряда принимаемых дискретных числовых значений. Решение задачи на любой цифровой машине состоит из отдельных, последовательно выполняемых арифметических операций. Поэтому цифровые машины называют также машинами дискретного действия, или счета. Используя различные разработанные в математике численные мето-

ды, можно при помощи цифровых машин решать самые разнообразные математические задачи, так как численное решение любой задачи может быть сведено, в принципе, к последовательному выполнению четырех арифметических действий.

В отличие от вычислительных устройств непрерывного действия, где точность представления величин ограничена достижимой точностью изготовления и регулировки отдельных устройств и нестабильностью их работы, в цифровых вычислительных устройствах принципиально может быть достигнута любая точность вычислений. Для этого необходимо лишь увеличить количество разрядов в изображении чисел, т. е. увеличить количество элементов, служащих для представления чисел в машине. При этом требования к точности изготовления и стабильности работы самих элементов не повышаются. Достаточно, чтобы эти элементы, например элементарные схемы на электронных лампах или реле, имели определенное количество резко выраженных фиксированных состояний.

С точки зрения принципа работы любая электронная вычислительная цифровая машина может рассматриваться как бы состоящей из трех основных частей:

1) арифметического устройства, предназначенного для выполнения операций над числами;

2) запоминающего устройства, предназначенного для приема, хранения и выдачи чисел, участвующих в операциях, а также для хранения исходных данных и результатов решения задачи;

3) устройства, предназначенного для управления автоматической работой машины.

Кроме того, в машинах предусматриваются специальные устройства для ввода данных в машину и устройства для выдачи из машины результатов решения. Все части машины соединены между собой линиями связи, по которым передаются числа и управляющие сигналы.

Арифметические устройства машин строятся на электронных лампах или полупроводниковых элементах. Они работают с огромной скоростью, производя счет электрических импульсов в двоичной системе счисления.

В этой системе, в отличие от общепринятой десятичной, основанием системы является не число десять, а число два, и числа изображаются не десятью различными цифрами

(0, 1, 2... 9), а всего двумя: 0 и 1. Например, число 5 в двоичной системе будет иметь вид: $5 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 101$. Число $23 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 10111$.

Таким образом, любое число в двоичной системе изображается последовательностью нулей и единиц, что значительно упрощает представление чисел в машинах и выполнение арифметических действий над ними.

Запоминающие устройства машины обычно состоят из двух отдельных устройств: внутреннего, или оперативного запоминающего устройства и внешнего запоминающего устройства. Часто оперативное запоминающее устройство условно называют памятью машины, а внешнее запоминающее устройство — накопителем. Память имеет сравнительно небольшую емкость; у большинства современных машин она рассчитана на одновременное хранение 1024 или 2048 чисел. Память непосредственно связана с арифметическим устройством и служит для выдачи чисел, участвующих в операции, и приема результатов. Она хранит обычно только те данные, которые необходимы для ближайшего ряда операций.

Память в машинах строится на различных принципах: на электронно-ламповых триггерных ячейках, на ртутных электро-акустических линиях задержки, на электронно-лучевых трубках, на магнитных сердечниках с прямоугольной петлей гистерезиса, на ферроэлектриках (кристаллах титаната бария, обладающих прямоугольной петлей изменения диэлектрической постоянной) и др.

Внешние накопители обладают практически неограниченной емкостью, но имеют значительно меньшую скорость работы. Они являются резервом для памяти и непосредственно в вычислениях не участвуют. В процессе автоматических вычислений происходит обмен информацией между памятью и накопителем таким образом, что все данные, необходимые для очередных действий, вводятся из накопителя в память, и наоборот — данные, уже использованные в расчетах, и результаты расчетов выводятся из памяти, освобождая ее для новых данных.

Внешние накопители обычно строятся на основе применения магнитной записи на ленты или барабаны. Часто используется запись на перфоленты и перфокарты.

Электронная цифровая вычислительная машина осу-

ществляет, в принципе, тот же порядок решения задач, что и человек-оператор, работающий на арифмометре. Машина поочередно выбирает из запоминающего устройства необходимые числа, производит над ними требуемые действия и посылает результаты обратно в запоминающее устройство. Разница заключается в том, что эти операции электронная цифровая машина выполняет с огромной скоростью. Для решения любой задачи на электронной цифровой машине должна быть заранее составлена программа работы машины, которая вводится в машину перед решением задачи, после чего весь процесс решения выполняется машиной автоматически, без участия человека.

Составление программы является, вообще говоря, достаточно сложным и трудоемким делом, однако в настоящее время успешно разрабатываются методы использования самих электронных машин для составления программ решения задач.

Приведем некоторые средние технические характеристики современных больших электронных цифровых машин универсального назначения: скорость вычислений составляет 5—8 тысяч арифметических действий в секунду; количество разрядов в числах, с которыми оперирует машина, 8—12 (десятичных); емкость памяти 1024—2048 чисел; емкость внешних накопителей 100 000—1 000 000 чисел; количество электронных ламп 3—5 тысяч; занимаемая площадь 100—200 м²; потребляемая мощность 40—50 киловатт.

В Институте точной механики и вычислительной техники Академии наук СССР построена под руководством академика С. А. Лебедева быстродействующая электронная счетная машина (БЭСМ), которая является самой совершенной и быстродействующей машиной в Европе.

Кроме того, в Академии наук СССР и в промышленности создан ряд небольших электронных цифровых вычислительных машин. Однако вычислительных машин у нас явно недостаточно, и в них ощущается острая потребность, непрерывно возрастающая в связи с развитием науки и техники.

Перспективы развития электронных вычислительных машин кратко могут быть охарактеризованы следующим образом.

а) Расширение возможностей применения машин в следующих направлениях:

выполнение особо сложных и трудоемких математических вычислений, связанных с исследованиями в области ядерной физики, радиоэлектроники, химической и биологической кинетики и в других областях;

выполнение сложных и разнообразных функций в системах автоматического управления, включая статистическую обработку внешней информации, выработку логических решений, определяющих оптимальный процесс управления и самоконтроль работы системы в условиях внешних и внутренних помех;

осуществление комплексной механизации экономико-статистических работ: составление планов, отчетов, графиков, ведомостей, расписаний и т. п., вплоть до автоматизации отдельных процессов управления производственными предприятиями, хозяйственными и административными учреждениями;

применение машин для механизации отдельных видов умственной работы: решение задач формальной логики, перевод с одного языка на другой, информационно-библиографическая работа, составление программ для решения задач на машинах и т. д.

б) Развитие техники электронных цифровых вычислительных машин идет по пути использования ряда новых идей и направлений:

широкое применение полупроводниковых (германиевых и кремниевых) элементов вместо электронных ламп в электронных вычислительных машинах, что должно обеспечить резкое сокращение размеров машин и потребляемых мощностей, повышение надежности и сроков службы машин;

разработка и применение новых типов запоминающих устройств (ферромагнитные, ферроэлектрические, диодно-емкостные, магнитострикционные и др.), которые должны дать высокую скорость работы, большую емкость запоминания и высокую надежность;

усовершенствование технологии изготовления машин с целью организации автоматизированного и массового производства машин. Это осуществляется путем применения печатного монтажа, стандартных типовых ячеек, узлов и устройств машин, выпускаемых отдельно и позво-

ляющих осуществлять сборку машин в различных местах страны;

исследование и разработка принципов и способов построения саморемонтирующихся и самоконтролирующихся машин, обладающих высокой надежностью работы.

в) Следует ожидать создания в ближайшем будущем электронных вычислительных машин, обладающих следующими основными характеристиками:

устройства ввода должны обеспечивать непосредственную подачу в машину десятизначных чисел и буквенных данных со скоростью до 2000 отдельных знаков в секунду; устройства вывода должны выдавать цифровой и буквенный материал с такой же скоростью;

выполнение арифметических операций должно производиться со скоростью до 100 000 сложений и вычитаний в секунду и до 20 000 умножений или делений в секунду;

оперативное запоминающее устройство должно иметь емкость в 10 000—20 000 десятизначных десятичных чисел;

внешний накопитель должен иметь практически неограниченную емкость;

потребляемая мощность питания не должна превышать 2—5 квт;

габариты машины должны допускать ее размещение в комнате площадью 20—40 кв. м;

машина должна обеспечивать высокую надежность, допуская в работе не более одного сбоя на миллиард операций.

Глава 6

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ

Известно, какую роль в истории человечества сыграло открытие огня. Огонь и в наши дни является основным источником энергии, применяемой человеком, важнейшим элементом в большинстве технологических процессов металлургической, химической и других отраслей промышленности. Но в ряде случаев применение обычных способов нагрева уже не удовлетворяет технологов. Например, при плавке качественных сталей и специальных сплавов трудно предохранить металл от загрязнения топочными газами, а нагрев металла через стенки тигля

Часть III

Применение методов радиоэлектроники в науке, технике и производстве

Глава 1. Радиоастрономия	92
Глава 2. Радиоспектроскопия	95
Глава 3. Радиометеорология	99
Глава 4. Радиоэлектроника и вопросы автоматизации	102
Глава 5. Электронная вычислительная техника	106
Глава 6. Индукционный нагрев	114
Глава 7. Применение радиоэлектроники в народном хозяйстве	118
Глава 8. Радиоэлектроника и проблема искусственного спутника Земли	121

Печатается по постановлению Президиума Академии наук СССР

Редактор издательства *Е. М. Кляус*
Технический редактор *Т. В. Полякова*

Сдано в набор 2/II 1956 г. Подп. в печать 14/II 1956 г. Формат бум. 84×108¹/₃₂
Печ. л. 8,25=6,76. Уч.-изд. лист. 6,4. Тираж 25000. Т-01480. Изд. № 1708. Тип. зак. 192

Цена 1 р. 90 к.

Издательство Академии наук СССР. Москва, Б-64. Подсосенский пер., д. 21
2-я типография Издательства АН СССР. Москва, Г-99, Шубинский пер., д. 10