
ПРОБЛЕМЫ КИБЕРНЕТИКИ

ПОД РЕДАКЦИЕЙ
А. А. ЛЯПУНОВА

ВЫПУСК 1

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1958

СОДЕРЖАНИЕ

От редакции	4
I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ	
А. А. Ляпунов. О некоторых общих вопросах кибернетики	5
М. Л. Цетлин. О непримитивных схемах	23
II. ПРОГРАММИРОВАНИЕ	
А. А. Ляпунов. О логических схемах программ	46
Ю. И. Янов. О логических схемах алгоритмов	75
Р. И. Подловченко. Об основных понятиях программирования	128
С. С. Камынин, Э. З. Любимский, М. Р. Шура-Бура. Об автоматизации программирования при помощи программирующей программы	135
Э. С. Луховицкая. Блок обработки логических условий в ПП-2	172
Э. З. Любимский. Арифметический блок в ПП-2	178
С. С. Камынин. Блок переадресации в программе ПП-2	182
В. С. Штаркман. Блок экономии рабочих ячеек в ПП-2	185
III. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ	
Г. А. Михайлов, Б. Н. Шитиков, Н. А. Явлинский. Цифровая электронная машина ЦЭМ-1	190
IV. ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИНГВИСТИКИ	
О. С. Кулагина. Об одном способе определения грамматических понятий на базе теории множеств	203
Т. Н. Молошная. Вопросы различения омонимов при машинном переводе с английского языка на русский	215
И. А. Мельчук. О машинном переводе с венгерского языка на русский	222
V. ХРОНИКА	
Семинары по кибернетике в Московском университете	265
Научно-техническое совещание по кибернетике	266

III. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

ЦИФРОВАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МАШИНА ЦЭМ-1

Г. А. МИХАЙЛОВ, Б. Н. ШИТИКОВ, Н. А. ЯВЛИНСКИЙ

(МОСКВА)

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с большими вычислительными машинами, предназначенными для оснащения вычислительных центров, ощущается острая потребность в машинах среднего класса. Стоимость и расходы по эксплуатации таких машин в восемь-десять раз ниже стоимости больших машин, а их технические показатели полностью удовлетворяют потребности научно-исследовательских институтов и проектно-конструкторских организаций. Машина такого класса М-2 Лаборатории управляющих машин Академии наук построена по параллельному принципу (Л1), а последовательная машина «Урал» использует в качестве оперативного запоминающего устройства магнитный барабан (Л2). Описываемая в настоящей работе машина последовательного типа имеет оперативное запоминающее устройство на ультразвуковых линиях задержки.

Цифровая электронная машина ЦЭМ-1 относится к машинам среднего класса. Она построена в 1953 г. для решения математических задач текущей тематики института. Опыт работы этой машины подтверждает, что дешевые, надежные вычислительные машины, уступающие по производительности большим машинам, обслуживаемые при круглосуточной работе тремя-четырьмя техниками и одним инженером, полностью себя оправдывают. Разработка и постройка машины такого класса вполне под силу многим институтам и конструкторским бюро. Если же наша промышленность организует производство отдельных элементов машины, то сборка и наладка машин эксплуатационным персоналом значительно упростятся и внедрение вычислительной техники пойдет более быстрыми темпами и даст большой экономический эффект.

Цифровые вычислительные машины по принципу действия делятся на два класса: машины параллельного действия и машины последовательного действия. В машинах параллельного действия использован позиционный принцип изображения числа, а операции с числами выполняются одновременно во всех разрядах. В машинах последовательного действия числа представляются временной последовательностью импульсов и арифметические операции выполняются последовательно разряд за разрядом.

Практически это означает, что в машинах параллельного действия в единицу времени выполняется большее число операций, чем в машинах последовательных. Естественно, что это сравнение имеет смысл, если используются одинаковые по быстродействию структурные электронные элементы. С другой стороны, машины последовательного действия требуют меньшее количество оборудования. Таким образом, стоимость машины последовательного действия значительно меньше, чем стоимость параллельной машины.

1. Общие сведения о машине

Цифровая электронная машина ЦЭМ-1 характеризуется следующими данными:

- 1) машина — последовательного действия;
- 2) система кодирования команд — двухадресная, с засылкой результата на место второго числа;
- 3) машина оперирует с 30-разрядными двоичными числами, 31-й разряд используется для записи знака числа;
- 4) все числа, вводимые в машину, должны удовлетворять условию $0 \leq |x| \leq 1 - 2^{-30}$ и в машине изображаются в виде дроби с фиксированным положением запятой; отрицательные числа представляются дополнительным кодом;
- 5) запоминающие устройства: оперативное — на ультразвуковых линиях задержки (ртутных трубках), внешнее — на магнитном барабане;

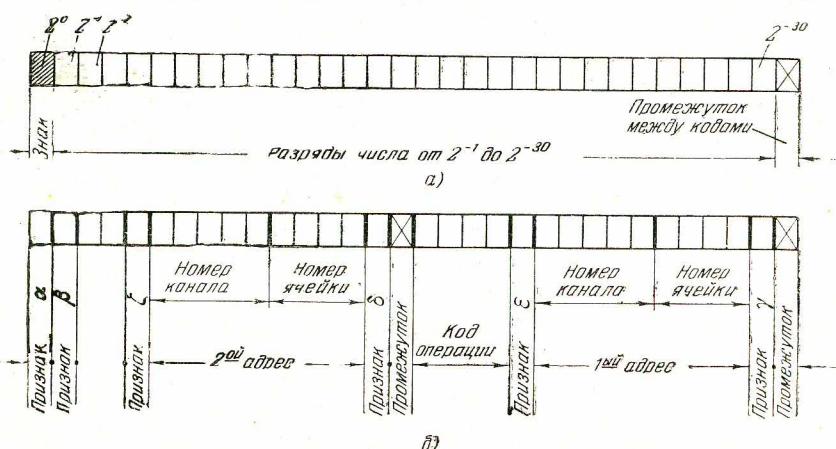


Рис. 1. Структура чисел и команд в ЦЭМ-1:

а — код числа; б — код команды.

емкость оперативного запоминающего устройства 496 чисел или команд (31 трубка по 16 кодов в каждой); емкость внешнего запоминающего устройства 4096 чисел или команд;

6) машина работает с внутренней циклическостью 512 кГц, при этом средняя скорость выполнения операций:

сложение или вычитание. 495 команд/сек,
умножение или деление. 232 команд/сек;

7) в машине использовано около 1900 ламп (кристаллические приборы не применялись), и потребляемая мощность около 14 кВт.

В машине ЦЭМ-1 применен следующий набор команд: сложение (С), вычитание (В), умножение (У), деление (Д), умножение и деление на целые степени 2 (сдвиг вправо и влево на n разрядов, П и Л), поразрядное логическое умножение (А), перенос чисел (Н), условные переключения по знаку плюс (Б) и минус (М), ввод — чтение ленты (Ч), вывод — запись на ленту (З).

Первоначально машина ЦЭМ-1 проектировалась как одноадресная. В ходе проектирования по предложению академика С. А. Соболева было применено двухадресное кодирование команд. В двухадресном приказе записываются наименование операции и адреса двух чисел, а результат отсылается на место второго числа. Практически в ней закодировано

столько же действий, что и в трехадресной команде, но количество разрядов в коде такой команды в 1,35—1,4 раза меньше, чем в трехадресной. Такой способ кодирования позволяет повысить скорость счета в сравнении с одноадресным вариантом и дает значительные преимущества в использовании запоминающего устройства.

В машине ЦЭМ-1 для удобства программирования введены так называемые признаки. Посредством признаков, обозначаемых буквами α , β , γ , δ , ϵ и ξ , осуществляются ряд весьма ценных модификаций команд (см. приложение 1, п. 3, таблицу 2).

Для реализации таких модификаций команд потребовалось незначительное количество дополнительных элементов в схеме машины, но при этом расширяются ее логические возможности, сокращается объем программы, т. е. более эффективно используется оперативное запоминающее устройство. Структура команды ЦЭМ-1 имеет вид, представленный на рис. 1.

2. Основные устройства машины

Функциональная блок-схема ЦЭМ-1 (рис. 2) дает представление о структуре машины. В качестве устройства ввода — вывода в машине использован автоматизированный телеграфный аппарат типа СТА-35,

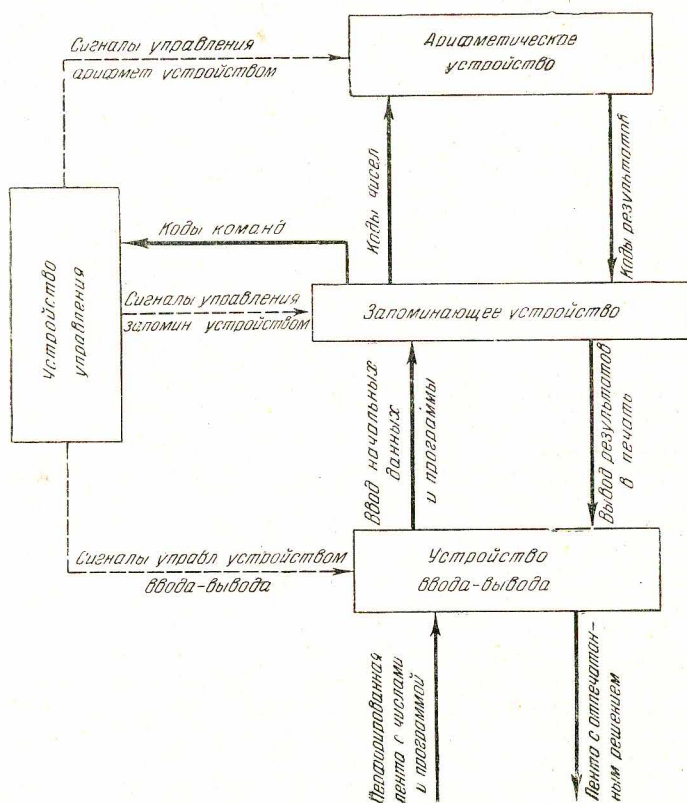


Рис. 2. Функциональная блок-схема ЦЭМ-1.

работающий на регистры устройства ввода — вывода. Ввод программы в машину осуществляется с помощью бумажной ленты с пятью рабочими дорожками. Каждая десятичная цифра представлена отверстиями, коди-

рованными по десятично-двоичной системе. Результат решения задачи печатается телеграфным аппаратом в десятичной системе счисления и одновременно может выдаваться на перфолене в десятично-двоичной системе. Такое устройство вывода дает возможность в ряде случаев использовать перфолену как внешнее запоминающее устройство. Результаты промежуточных вычислений при решении задач, требующих запоминания большого объема данных, могут быть выведены на перфолену и затем снова введены для использования в машине. Такая методика в свое время была использована при обращении матрицы 100-го порядка, так как емкость оперативного запоминающего устройства была недостаточна для хранения программы обращения и чисел матрицы.

Запоминающее устройство (ЗУ) состоит из 31 канала. В каждом канале имеется электроакустическая линия задержки — ртутная трубка (рис. 3). Головка ртутной трубки изображена на рис. 4. В одном канале помещается 512 импульсов, что соответствует 16 числам или командам по 32 разряда. Время обращения импульса в канале — большой цикл — составляет 1000 мксек. Работа ЗУ и всех остальных блоков машины строится на базе импульсов трицательной полярности, имеющих амплитуду 20—40 в и ширину около 1 мксек. Генератор высокочастотных колебаний, преобразующий импульсы в пакеты высокочастотных колебаний с несущей частотой 12 мГц, укреплен непосредственно на передающем конце ртутной трубки. На приемном конце расположен первый каскад усиления высокочастотных колебаний. Остальные элементы: два каскада усиления высокой частоты, детектор, видеоусилитель, схема, поддерживающая циркуляцию импульсов, вентили выдачи и приема импульсов — собраны в виде отдельного блока, представленного на рис. 5. На рис. 6 отдельно изображен один из узлов этого блока — узел синхронизации. В этом узле выполняется стробирование импульсов, циркулирующих в канале, импульсами синхронизации, задающими ритм работы всем блокам машины. Узел синхронизации обеспечивает работу даже в том случае, когда подвергаемый стробированию импульс узок и не охватывает по ширине соответствующего ему импульса синхронизации.

Арифметическое устройство (АУ) выполняет арифметические и логические операции. Основу арифметического устройства ЦЭМ-1 составляет: 1) накопительный сумматор (суммирующее звено, аккумулятор (А) и схема сдвига); 2) аккумулятор множимого (М); 3) аккумулятор множителя и делителя (К); 4) аккумулятор частного (Ч). В качестве аккумуляторов использованы короткие ртутные линии задержки. Головки трубок выполнены так же, как и в трубках запоминающего устройства. Основные данные, характеризующие эти трубки, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные данные коротких ртутных трубок

Характеристика трубки	Аккумулятор суммы А	Аккумулятор множимого М	Аккумулятор множителя К	Аккумулятор частного Ч	Аккумулятор команд П
Количество удерживаемых импульсов	30	30	31	32	31
Длина ртутного столба, мм	84	84	86,8	89,6	86,8
Диаметр ртутного столба, мм	19	19	19	19	19
Время задержки, мксек . . .	58,6	58,6	60,55	62,5	60,55

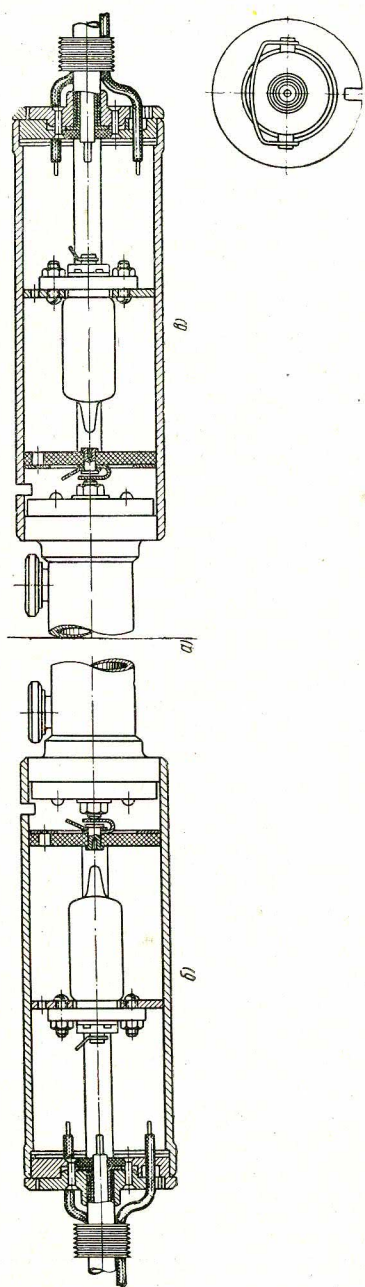


Рис. 3. Электроакустическая линия задержки:

а—ртутная трубка; б—генераторная приставка; в—усилительная приставка.

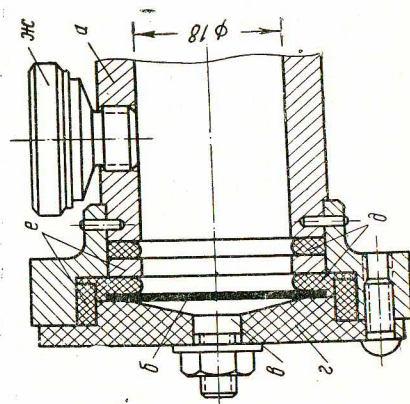


Рис. 4. Конструкция головки ртутной трубки:

а—стальная трубка; б—кварцевая пластина; в—контактный винт; г—фланец; д—уплотняющие резиновые кольца; е—дистанционные кольца; ж—воронка-расширитель.

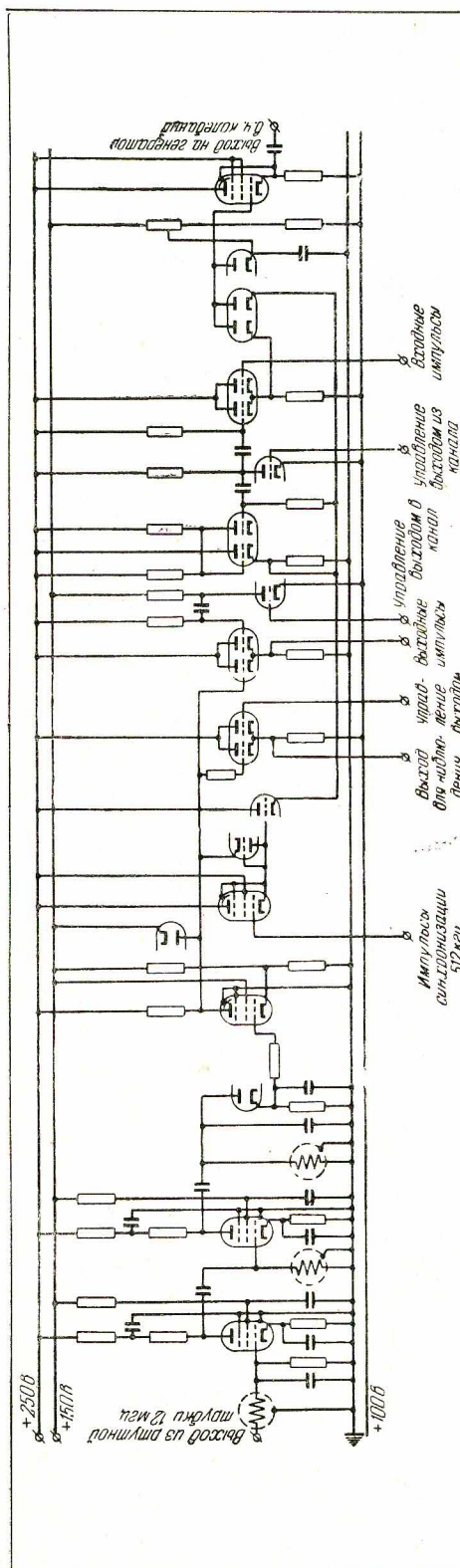


Рис. 5. Блок электроники канала ЗУ.

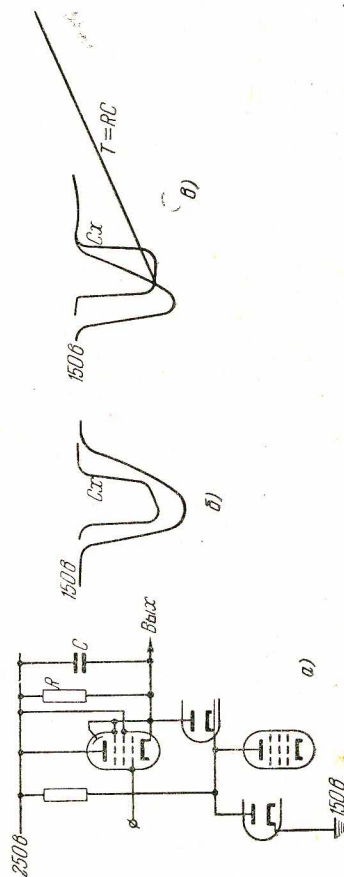


Рис. 6. Узел синхронизации блока электроники ЗУ:

а—схема узла; б—режим работы при широком сигнале; в—режим работы при узком сигнале.

Арифметическое устройство выполняет все арифметические и логические операции. Функциональная схема арифметического устройства приведена на рис. 7.

Когда выполняются операции, укладываемые в один цикл (С, В, Н, Б, М), работает аккумулятор сумматора, в котором формируется результат операции. Для выполнения умножения множитель помещается в аккумулятор множителя, а множимое в аккумулятор М. При этом производятся сдвиги множителя влево, а множимого вправо. Частичные произведения формируются в аккумуляторе М, а в аккумуляторе К производится проверка разрядов множителя, начиная со старшего после запятой. В аккумуляторе А накапливаются частичные произведения.

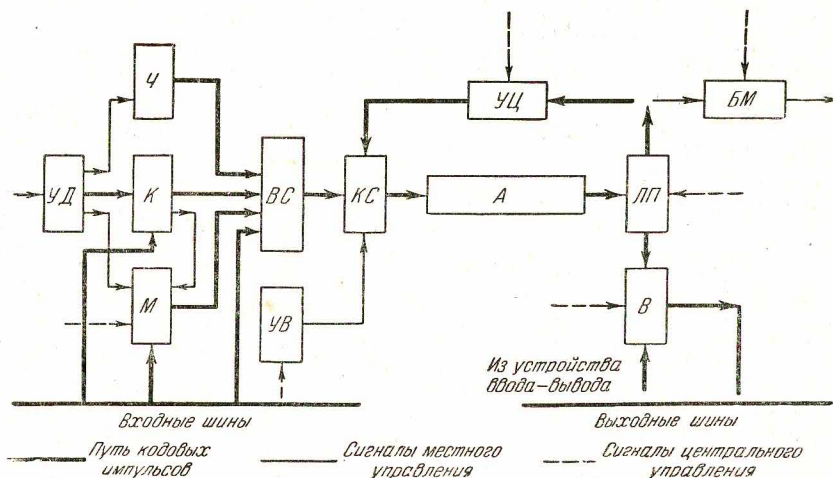


Рис. 7. Функциональная схема арифметического устройства ЦЭМ-1: А—аккумулятор результата; КС—комбинационный сумматор; ЛП—блок сдвигов влево и вправо; УС—блок управления циркуляцией кодов в накопительном сумматоре; ВС—блок входа в сумматор; Б—блок выхода из сумматора; К—аккумулятор множителя и делителя; М—аккумулятор множимого; Ч—аккумулятор частного; УД—блок местного управления умножением и делением; БМ—блок проверки знака; УВ—блок местного управления вычитанием.

Выполнение операции деления происходит следующим образом: делимое и делитель направляются соответственно в аккумулятор А и К, после чего выполняется вычитание или суммирование делителя в зависимости от знака остатка. Частное формируется в специальном аккумуляторе Ч с последующей отсылкой его в аккумулятор А.

В машине ЦЭМ-1 умножение выполняется с округлением произведения, т. е. произведение имеет столько же разрядов, сколько множимое или множитель. Принятая схема обеспечивает повышение скорости выполнения арифметических операций на 10—15%.

Устройство управления (УУ) выполняет две основные функции: 1) задает ритм работы всем звеньям и 2) обеспечивает выполнение тех действий, из которых складывается исполнение каждой команды, и переход от одной команды программы к другой.

Ритм работы устанавливается импульсами синхронизации, имеющими частоту повторения 512 кГц. Источником импульсов синхронизации является главный генератор. Путем отсчета импульсов синхронизации на двоичном счетчике отделяются отрезки времени, соответствующие 32 импульсам кода числа или команды, — малые циклы, и далее — отрезки времени, соответствующие 16 последовательным кодам (512 импульсам), — большие циклы. В каждом малом цикле особо выделяются импульсы, со-

ответствующие младшему (2^{-31}) и старшему (20) разрядам, которые используются для переключений и формирования управляющих сигналов. Все переключения, осуществляемые устройством управления, выполняются на стыке смежных циклов в разряде 2^{-31} . Наличие специального разряда для переключений, не занятого числовыми импульсами, позволяет применять в УУ элементы, не отличающиеся высоким быстродействием.

Двухадресная команда исполняется машиной в четыре такта: (0) перенос команды из ЗУ в УУ, (1) перенос первого числа из ЗУ в АУ; (2) перенос второго числа из ЗУ в АУ и исполнение требуемой операции; (3) перенос результата из АУ в ЗУ. В первых трех тактах основному действию — выборке числа или команды из ЗУ — предшествуют два других: установление адреса числа или самой команды в блоке управления ЗУ и ожидание момента появления нужного кода на выходе ЗУ. В последнем такте повторно используется второй адрес, установленный в предыдущем такте. На выборку (или засылку) числа и на установление его адреса расходуется по одному малому циклу, на ожидание — от 0 до 15 циклов в первых трех тактах и 15 циклов в последнем такте. На арифметические действия, выполняемые во втором такте, расходуется от одного малого цикла при исполнении команд С, В, Н, А, совпадающего с циклом выборки, до двух больших циклов при умножении и делении (см. таблицу 1). Адрес, указывающий положение исполняемой команды в ЗУ, получается путем подсчета в специальном счетчике числа выполненных команд. К показаниям этого счетчика после исполнения каждой команды добавляется единица и получается, таким образом, номер следующей команды. Посредством условных команд показания счетчиков можно заменять новым адресом команды и переходить скачком от одного блока программы к другому.

Управляя чередованием тактов и отдельных действий, составляющих каждый такт, устройство управления выполняет переключения в машине, обеспечивающие исполнение операций, указанной в команде. Для этого та часть команды, в которой закодировано наименование операции, направляется в функциональный блок УУ. Расшифровывая команду, этот блок вырабатывает сигналы, осуществляющие необходимые переключения. Ряд переключений выполняется сигналами, общими для нескольких команд. Например, поступлением первого числа в сумматор управляет сигнал, общий для операций С, В, Н, У, П, Б, М, а поступлением результата в ЗУ — сигнал, относящийся к операциям С, В, Н, Л, Д, А. Но каждая команда во втором такте имеет по крайней мере один сигнал, отличающий ее от всех остальных.

3. Особенности решения схемных и технических вопросов в ЦЭМ-1

Все устройства в ЦЭМ-1 составлены из элементов, широко применявшихся в электронике и технике связи: в арифметических и управляющих схемах использованы радиолампы и радиодетали нормальной серии, в ЗУ — ртутные линии задержки, в УВВ — автоматизированный телеграфный аппарат СТА. Использовано всего лишь несколько типов ламп: 6Н8, 6Х6 и 6П9 в АУ и УУ и в дополнение к ним в незначительных количествах 6Н1П и 6Ж4 в ЗУ. Полупроводниковые приборы из-за отсутствия их к моменту проектирования и постройки машины совершенно не применялись. Простая замена диодов 6Х6 на полупроводниковые диоды типа ДГЦ без какой-либо другой переделки схем сократила бы число ламп в машине на 30—35%.

В ЦЭМ-1 широко использован принцип компоновки схем из сменных одно- и двухламповых блочков. Всюду, где оказалось возможным, применена не емкостная, а непосредственная связь между элементами схемы,

что позволило исключить из нее переходные цепи и элементы фиксации уровня (восстановления постоянной составляющей). Такому решению способствовало и то обстоятельство, что в машине как элементы схем широко применены катодные повторители, нечувствительные к разбросу статических ламповых характеристик. В частности, наиболее распространенный элемент схемы — вентиль выполнен в виде сдвоенного катодного повторителя. Это стало возможным благодаря выбору отрицательной полярности для импульсов и большинства управляющих сигналов. В то же время отрицательная полярность благоприятна для получения в усилительных и формирующих схемах сигналов с крутым передним фронтом. Все это позволило сократить число ламп в машине. Сравнивая машину ЦЭМ-1 с английской машиной такого же класса EDSAC, нетрудно убедиться, что в последней число ламп в 1,75 раза больше, чем в описываемой машине. В ЦЭМ-1 имеется всего лишь четыре уровня анодных напряжений: 100, 150, 200 и 250 в.

Ряд других особенностей в построении схемы АУ был отмечен выше.

4. Время исполнения основных операций посредством СТА

Машинное время, которое затрачивается на решение задачи, состоит из следующих компонент: 1) время ввода программы и чисел и время вывода результатов; 2) время, затрачиваемое непосредственно на вычисления.

Ввод программы и чисел производится через телеграфный аппарат или фотоввод. Скорость ввода программы 65 команд в минуту, скорость ввода десятичных чисел с пересчетом в двоичную систему 40 чисел в минуту. Для заполнения всех 496 ячеек оперативного ЗУ командами посредством СТА требуется меньше 8 мин, а числами — около 12 мин. Примененный в ЦЭМ-1 фотоввод сокращает время загрузки в 10—12 раз. Вывод результатов решения задачи выполняется с помощью того же СТА и с такой же скоростью, что и ввод чисел.

Время, необходимое для выполнения вычислений, может быть подсчитано следующим образом. Исполнение команды состоит из четырех тактов:

<i>Нулевой такт</i>	— замещение номера команды	— 1 малый цикл (м. ц.)
	ожидание поступления команды из ЗУ и перенос ее в аккумулятор П	— от 1 до 16 м. ц.
<i>Первый такт</i>	перенос первой части команды в регистры УУ	— 1 м. ц.
<i>Второй такт</i>	ожидание первого числа из ЗУ	— от 1 до 16 м. ц.
	перенос второй части команды в регистры УУ	— 1 м. ц.
	длительность второго такта определяется содержанием команды	
<i>Третий такт</i>	ожидание и передача результата в ЗУ	— 16 м. ц.

На основании этого можно определить минимальное время, соответствующее благоприятному расположению адресов в командах, и максимальное, соответствующее неблагоприятному расположению, требуемое для выполнения команд. Выполнив несложные расчеты, получим данные таблицы 2.

Время, необходимое для выполнения вычислений по заданной программе, зависит от структуры программы, т. е. от соотношения в ней числа команд 1, 2, 3 и 4-й групп. Как показывает практика работы, команды 1-3-й группы составляют 80% всех команд, а 4-я группа только 20%. При этом средняя скорость ЦЭМ-1 может быть определена в 400 операций в секунду.

Таблица 2

Время, требующееся для выполнения команд, и скорость выполнения команд

Группа команд	Наименование команды	Благоприятное расположение		Неблагоприятное расположение	
		время исполнения команды, мксек	число команд исполняемых в 1 сек	время исполнения команды, мксек	число команд исполняемых в 1 сек
1	Б, М	1,375	727	3,25	308
2	С, В, Н, А	1,375	727	4,184	239
3	Л, П	1,375	727	4,125	242
4	У, Д	3,312	302	6,125	163

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С ноября 1953 г. машина ЦЭМ-1 находится в эксплуатации. За это время решено много задач, относящихся к различным областям работы института. Решались разнообразные задачи: обыкновенные дифференциальные уравнения и системы таких уравнений, обращение матриц, вычисление определенных интегралов и различного рода функций.

На машине велись исследования по компоновке программ из стандартных подпрограмм с автоматической подстройкой адресов в них, а также по автоматическому подбору масштабов при решении задач, требующих вычислений с большим числом разрядов.

Трехлетний опыт работ дает основание сделать следующие выводы:

1. Вычислительная машина последовательного действия может быть построена с минимальным количеством оборудования при достаточных скоростях счета. Такие машины, удовлетворяющие потребности научно-исследовательских институтов и опытно-конструкторских бюро, могут быть построены силами небольшой группы инженеров и монтажников (7—8 человек).

2. Вычислительные машины с минимальным набором команд дают возможность упростить программирование и применить простейшую структурную схему машины.

3. Двухадресная система кодирования обеспечивает удобство программирования и наиболее экономна с точки зрения использования элементов машины.

4. Применение признаков, практически не увеличивая стоимость машины, расширяет логические возможности машины.

5. Применение кондуктивной связи между элементами позволило построить схему машины наиболее экономно, не применяя лишние элементы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Структура команды

Код команды, как и код числа, состоит из 32 двоичных разрядов, которые подразделяются на следующие группы:

Разряды 2^{-16} — 2^{-19} —так называемая «функция»—содержат обозначение (код) операции (сложение, вычитание и т. д.).

Разряды 2^{-5} — 2^{-13} —так называемый «второй адрес»—служит для записи номера ячейки ЗУ, из которой поступает второе число (кроме Л и П) и в которую помещается результат (кроме Л, П, Б, М).

Разряды 2^{-15} и 2^{-30} —так называемые «разряды переключений»—свободные разряды, в момент прохождения которых выполняются переключения в УУ.

Разряды 2^0 — 2^{-2} , 2^{-4} и 2^{-20} , 2^{-14} и 2^{-30} —так называемые «кодовые буквы»—служат для записи признаков, на основании которых меняется содержание команды.

Разряды 2^{-21} — 2^{-29} —так называемый «первый адрес»—служат для записи номера ячейки ЗУ, из которой поступает первое число.



2. Таблица команд

№ п/п	Команда	Код операции	Результат операции	Наименование команды и содержание выполняемой ею операции	Примечания
1	2	3	4	5	6
1	Саб	1111	$(a) + (b)$	Сложение: сложить число ячейки «а» с числом ячейки «б»	Результат операции поступает в ячейку «б», замещаая в ней прежний код. В ячейке «а» код сохраняется. Сумматор после операции очищается
2	Ваб	0111	$(a) - (b)$	Вычитание: вычесть из числа ячейки «а» число ячейки «б»	
3	Уаб	1110	$(a) \cdot (b)$	Умножение: перемножить числа ячеек «а» и «б»	
4	Даб	0110	$(a) : (b)$	Деление: разделить число ячейки «б» на число ячейки «а»	
5	Наб	1011 0011	$(a) \rightarrow (b)$	Пересылка: поместить число ячейки «а» в ячейку «б»	
6	Ааб	1010	$(a) \wedge (b)$	Поразрядное логическое умножение: результат содержит единицы только в тех разрядах, в которых оба числа имеют единицы, во всех остальных разрядах — нули	
7	Лаб	1101	$(a) \cdot 2^{-(b+1)}$	Сдвиг влево: число, взятое из ячейки «а», сдвигается влево на $(b+1)$ разрядов (без блокировки переполнения)	Результат остается в сумматоре; «б» не является адресом; $0 \leq b \leq 15$
8	Паб	0101	$(a) \cdot 2^{(b+1)}$	Сдвиг вправо: число, взятое из ячейки «а», сдвигается вправо на $(b+1)$ разрядов	
9	Баб	1001	$(a) \geq 0$	Условное переключение по знаку «+»: если число $(a) \geq 0$, то выполняется переход к команде из ячейки «б»; если $(a) < 0$, то исполняется следующая по порядку команда	
10	Маб	0001	$(a) < 0$	Условное переключение по знаку «-»: если число $(a) < 0$, то выполняется переход к команде из ячейки «б»; если $(a) \geq 0$, то исполняется следующая по порядку команда	Коды в ячейках «а» и «б» сохраняются. Сумматор после операции очищается
11	Чаб	0100		Ввод кодов в ртутное запоминающее устройство (чтение) с входной ленты или магнитного барабана	
12	Заб	1100		Вывод кодов из ртутного запоминающего устройства (запись) на ленту, перфоленту или магнитный барабан	Более детально рассматриваются в п. 4

3. Признаки

Предусмотрены следующие модификации команд посредством признаков:

№ п/п	Признак	Числовой эквивалент	Содержание модификации	С какими командами применяется	С какими командами не применяется
1	2	3	4	5	6
1	α	2^0	Запрет очистки сумматора в конце операции	С, В, Н, Б, У, Д, А, М	Л, П
2	β	2^{-1}	Запрет отсылки результата из АУ в ЗУ и стирания кода в ячейке со вторым адресом	С, В, Н, У, Д, А	Л, П, Б, М
3	γ	2^{-30}	Посылка первого числа в сумматор с обратным знаком	С, В, Н, Л, П, Б, М	У, Д, А
4	δ	2^{-14}	Получение результата с обратным знаком	У, Д, А	С, В, Н, Л, П, Б, М
5	ε	2^{-20}	Посылка в АУ нуля вместо первого числа и выключение первого адреса	С, В, Н, Л, П, Б, М, А	У, Д
6	ξ	2^{-14}	Посылка в АУ нуля вместо второго числа и выключение второго адреса	С, В, Б, М, Д	Н, Л, П, У, А

Примечание. С командой 3 применяется только α , с командой 4 признаки не применяются.

Признаки могут применяться как порознь, так и в виде сочетаний из двух, трех и т. д. букв. Возможно, следовательно,

$$\sum_{m=2}^{m=6} C_n^m = C_6^2 + C_6^3 + C_6^4 + C_6^5 + C_6^6 = 57$$

сочетаний. Однако из этого числа исключается ряд сочетаний из-за того, что, во-первых, признаки δ и γ , ε и ξ , γ и ε , δ и ξ несовместимы и, во-вторых, на сочетании с β , не имеющих α , накладывается запрет. Поэтому для практических применений остаются лишь сочетания: $\alpha\beta$, $\alpha\gamma$, $\alpha\delta$, $\alpha\beta\gamma$, $\alpha\beta\delta$, $\alpha\varepsilon$, $\alpha\xi$, $\gamma\xi$. $\delta\varepsilon$, $\alpha\beta\varepsilon$, $\alpha\gamma\xi$ и, разумеется, α , γ , δ , ε и ξ . Сочетания $\alpha\beta$, $\alpha\gamma$, $\alpha\delta$, $\alpha\beta\gamma$, $\alpha\beta\delta$ наиболее употребительны. Применение всех этих сочетаний с теми или иными командами дополнительно оговариваются пп. 5 и 6 таблицы 2. И тем не менее, преимущества, получаемые за счет признаков, весьма существенны.

4. Команды ввода и вывода

Ввод кодов в оперативное ЗУ возможен из двух источников: с перфоленты и магнитного барабана. Вывод кодов из ЗУ возможен также в двух направлениях: на магнитный барабан и на перфоленту или печатную телеграфную ленту (или на перфоленту и печатную ленту вместе).

Ввод кодов—команда Ч—происходит с участием сумматора, включенного в режим поразрядного логического сложения ($0 \vee 0 = 0$; $0 \vee 1 = 1$; $1 \vee 0 = 1$; $1 \vee 1 = 1$) и поэтому очищаемого после каждой команды. В исполнении команды 3 сумматор не участвует.

Команды для работы с перфолентой, записанные в виде $\text{Ч}a_1b_1a_2b_2$, $\text{З}a_1b_1a_2b_2$, означают:

$\text{Ч}a_1b_1a_2b_2$ —прочитать с перфоленты строку из пяти двоичных цифр и поместить ее в ячейку a_2b_2 , в разряды $2^0 \div 2^{-4}$;

$\text{З}a_1b_1a_2b_2$ —записать на перфоленте группу из пяти двоичных цифр или отпечатать соответствующий ей символ (цифру, букву, знак) на телеграфной ленте, подготовленную предыдущей командой 3, и подготовить к печати разряды $2^0 \div 2^{-4}$ числа ячейки « a_2b_2 ». Первый адрес в этих ячейках не используется.

Переключением с пульта команды можно перевести в режим работы с шестью группами цифр, а не с одной, как описано выше.

Команды для обмена кодами основным ЗУ и барабаном, записанные в виде $\text{Ч}^{\gamma\xi} a_1 b_1 a_2 b_2$ и $\text{З}^{\gamma\xi} a_1 b_1 a_2 b_2$, означают:

$\text{Ч}^{\gamma\xi} a_1 b_1 a_2 b_2$ — перенести с ξ секции барабана с $(b_1 + 1)$ групп по 16 кодов в каждой группе; выборку с барабана начать с группы a_1 , раскладку кодов в ЗУ начать с ячейки $a_2 b_2$;

$\text{З}^{\gamma\xi} a_1 b_1 a_2 b_2$ — записать в ξ секцию барабана $(b_1 + 1)$ групп по 16 кодов в каждой группе; выборку кодов из ЗУ начать с ячейки $a_2 b_2$; запись групп на барабан начать с группы a_1 .

Признак γ в этих командах указывает на режим работы с барабаном. Адреса a_1 , b_1 и ξ могут принимать значения $0 \leq a_1 \leq 31$; $0 \leq \xi \leq 7$; $0 \leq b_1 \leq 15$. Таким образом, посредством одной команды Ч и З можно снять с барабана или записать на него от 16 до 256 кодов. Полная емкость всех восьми секций барабана составляет 4096 кодов.

Поступило в редакцию 12 IV 1957 г.