

КОНФЕРЕНЦИЯ
„ПУТИ РАЗВИТИЯ СОВЕТСКОГО
МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МАШИНОСТРОЕНИЯ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ“

СЕКЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЦИФРОВЫХ МАШИН
часть I

Москва, 12—17 марта, 1956 г.

РАМЕЕВ Б. И.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ МАШИНА ТИПА «УРАЛ».

Универсальная автоматическая цифровая вычислительная машина типа «Урал» предназначена для решения инженерных задач в научно-исследовательских институтах, конструкторских бюро, в высших учебных заведениях и полигонах. В связи с этим машина может решать широкий класс математических и логических задач путем автоматического выполнения по программе наперед заданной последовательности арифметических и логических операций над исходным числовым материалом.

В машине имеется развитая система команд с условной и безусловной передачей управления, соответствующий состав устройств с параметрами, обеспечивающими автоматическое решение математических задач по любому численному методу.

Принципы построения, состав, конструкция и основные параметры машины были выбраны в соответствии с техническим заданием, а также на основе опыта проектирования, изготовления и эксплуатации универсальных и специализированных вычислительных машин, разработанных в СССР и за рубежом.

Опыт эксплуатации существующих машин показал, что ввод исходных данных и освоение новых программ занимает много времени, а развитие системы команд, состав устройств и их параметры существенно сказываются на производительности машины. Поэтому этим вопросам в процессе разработки уделялось особое внимание, в частности, в систему команд машины был введен ряд операций, без которых можно решать задачи, но наличие их значительно повышает производительность машины и упрощает программирование; предусмотрена развитая система ручного управления работой машины и сигнализация, позволяющая удобно следить за исполнением программы и легко вмешиваться для внесения изменений в процесс ее освоения; максимально автоматизирован процесс подготовки исходных данных для ввода в машину.

Следует отметить, что производительность является одним из очень важных параметров машины, между тем в настоящее время нет установленных критериев для ее определения. Оценка производительности по скорости работы или по количеству операций, вы-

полняемых машиной в секунду, не дает правильной картины, так как при этом совершенно не учитываются такие факторы, влияющие на производительность, как полнота и гибкость системы команд, состав устройств и соотношение их параметров (например, емкость накопителей, время обращения к внешним накопителям), соответствие между структурой машины и схемой решения задачи (последнее особенно важно для специализированных машин) и т. д. Как известно, автоматические вычислительные машины для получения одного и того же результата выполняют в несколько раз больше операций, чем человек-вычислитель, особенно, если времена обращения к накопителям перевести в эквивалентные такты.

Чем хуже спроектирована машина, тем эта разница больше, и при оценке только по скорости работы можно не обнаружить недостатков проектирования.

Насколько оценка только по скорости может не отражать действительную картину, можно показать на следующем примере: в машине «Урал» и «Погода» использованы одни и те же элементы, и та и другая работают со скоростью 100 операций в секунду, между тем при решении больших систем алгебраических уравнений порядка 100 и больше машина «Погода» примерно в 10 раз производительнее, чем «Урал».

Исходя из сказанного, целесообразно установить критерии для оценки производительности вычислительных машин. Возможно, следует разработать несколько разных эталонных задач, может быть, искусственных, по времени решения которых следует оценивать производительность различных машин, включая и специализированные машины.

Значительное внимание при разработке машины «Урал» уделялось также вопросам технологичности конструкции в связи с необходимостью серийного изготовления.

Основные параметры машины «Урал» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные параметры машины «Урал»

1. Разрядность десятичных чисел при вводе в машину и выводе на печать	9 десятичных разрядов (последний разряд вводится четным).
2. Разрядность восьмеричных чисел при вводе и выводе на печать	12 восьмеричных разрядов.
3. Система счисления для чисел при вводе в машину и выводе на печать	Десятичная и восьмеричная.
4. Система счисления для команд при вводе в машину и выводе на печать	Восьмеричная.
5. Система счисления для чисел и команд в машине	Двоичная.
6. Разрядность чисел в машине	35 двоичных разрядов (10,5 десятичных разрядов) и один разряд для знака числа.

Форма представления чисел в машине

С запятой, фиксированной перед старшим разрядом и с плавающей запятой по стандартным программам.

Система команд
Количество команд
Управление

Одноадресная.
29.
Автоматическое — с помощью программы и ручное — с пульта управления.

Принцип работы основных устройств

Параллельно - последовательный с фиксированной длительностью такта работы машины.

Ввод чисел и команд в машину

Автоматический — с накопителя на перфоленте и ручной — с пульта управления.

Время выполнения отдельных операций

а) Все операции, кроме деления и нормализации 1 такт.
б) Нормализация — 2 такта.
в) Деление — 4 такта.

Длительность одного такта

10 миллисекунд.

Емкость накопителя на магнитном барабане

1023 тридцатишестизрядных двоичных чисел или 2047 команд.

Накопитель на магнитной ленте:
а) емкость

До 40 000 тридцатишестизрядных двоичных чисел или до 80 000 команд.

б) количество зон
в) скорость записи и воспроизведения

255.
4500 ± 10% чисел в минуту.

Накопитель на перфорированной ленте:

а) емкость
б) количество зон
в) скорость ввода

До 10 000 чисел или команд.
127.
4500 ± 10% чисел в минуту.

Скорость печати результатов

100 ± 10% чисел в минуту.

Скорость перфорации чисел из машины

150 чисел в минуту.

Система контроля

Оперативный контроль с помощью тест-программ и профилактический контроль путем изменения режима работы схем.

Количество электронных ламп

870 шт.

Источник энергии

Сеть 3-фазного переменного тока напряжением 220 в ± ± 10%, частотой 50 гц.

Потребляемая мощность

7,5 квт.

Режим работы

Допустим круглосуточный.

Машина работает по одноадресной системе команд. Полная система команд приведена в табл. 2.

Система команд машины „Урал“

№№ пп.	Операция	Обозначение команд	Номер операции	Условия выработки сигнала условной передачи управления. $\omega = 1$	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Алгебраическое сложение числа в ячейке «а» с числом в сумматоре	Сл 1 а	01	$Z < 0$	
2	Запись нуля в сумматор и алгебраическое сложение числа в ячейке «а» с нулем	Сл 2 а	02	$Z < 0$	
3	Алгебраическое вычитание числа в ячейке «а» из числа в сумматоре	Вч 1 а	03	$Z < 0$	
4	Вычитание модуля числа в ячейке «а» из модуля числа в регистре	Вч 2 а	04	$Z < 0$	
5	Умножение числа в ячейке «а» на число в регистре	Ум 1 а	05	$Z < 0$	Операция позволяет вычислять выражения вида $a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots$ без пересылки промежуточных результатов в накопитель
6	Умножение числа в ячейке «а» на число в сумматоре	Ум 2 а	06	$Z < 0$	Операция позволяет вычислять выражения вида $a_1 \times a_2 \times a_3 \dots$ без пересылки промежуточных результатов в накопитель
7	Деление числа в сумматоре на число в ячейке «а»	Дл а	07	$Z < 0$	
8	Приформирование знака числа в ячейке «а» к числу в сумматоре	Фз а	10	$Z < 0$	
9	Сдвиг числа в регистре на количество разрядов, соответствующее числу в сумматоре	Сл	11	$Z = 0$	
10	Выделение части числа в сумматоре с помощью числа в ячейке «а» по правилу поразрядного логического умножения	Вд а	12	$Z = 0$	

1	2	3	4	5	6
11	Формирование числа в сумматоре с числом в ячейке «а» по правилу поразрядного логического сложения	Фра	13	$Z = 0$	
12	Сравнение числа в ячейке «а» с числом в сумматоре по правилу поразрядного сложения по модулю 2	Ср а	14	$x \neq y$	
13	Нормализация числа в сумматоре с записью результата в ячейку «а»	Нр а	15	—	В сумматоре остается число, соответствующее количеству сдвигов
14	Посылка числа из сумматора в ячейку «а»	Пб а	16	Число < 0	
15	Посылка числа из ячейки «а» в регистр	Пр а	17	Число = 0	
16	Посылка в сумматор числа «К»	Пс К	20		Применяется для входа в подпрограмму и ввода констант
17	Условная передача управления команде в ячейке «а»	Е1 а	21		В зависимости от сигнала ω (при $\omega = 1$) управление передается команде в ячейке «а»
18	Безусловная передача управления команде в ячейке «а»	Е2 а	22		
19	Передача управления в зависимости от положения ключа на пульте управления	Е3 к	23		В зависимости от положения ключа на пульте управления выполняется или не выполняется команда, следующая непосредственно за командой Е3 к. 1. Номер ключа меняется от 1 до 7
20	Передача управления в конце цикла	Е4 а	24		Используется с командой Нцп

1	2	3	4	5	6
21	Начало заданного числа циклов	Нцп	25		Группа команд после команды Нцп до команды Е4 а исполняется многократно, при этом меняются адреса тех команд, перед номером операции которых стоит признак
22	Суммирование числа в ячейке «а» с содержимым сумматора с блокировкой выполнения	См а	26		Предназначена для подсчета контрольных сумм
23	Изменение команды	Из а	30		Содержимое ячейки „а“ прибавляется к следующей команде
24	Перепись материала из накопителя на перфоленте в накопитель на барабане	Лп а ₁ 1 С а _n	31		Содержимое зоны „С“ накопителя на перфоленте переписывается на барабан в ячейки от а ₁ до а _n
25	Перепись материала из накопителя на магнитной ленте в накопитель на барабане	Лм а ₁ 3 С а _n	31		Содержимое зоны „С“ накопителя на магнитной ленте переписывается на барабан в ячейки от а ₁ до а _n
26	Перепись материала из накопителя на барабане в накопитель на магнитной ленте	Лм а ₁ 3 С а _n	31		Содержимое ячеек барабана от а ₁ до а _n переписывается в зону „С“ накопителя на магнитной ленте
27	Выдача на печать содержимого сумматора	Пч	32		
28	Выдача на перфоратор содержимого сумматора	Пф	33		
29	Остановка машины с переписью числа из ячейки «а» в сумматор	Ос а	37		

Как видно из табл. 2, введены две операции умножения. Первая операция умножения позволяет вычислять суммы парных произведений $a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3 + \dots$ без пересылки промежуточных сумм в накопитель на барабане. Вторая операция умножения позволяет экономить команды и время при вычислении выражений вида $a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \dots$. Предусмотрены операции поразрядного логического умножения и сложения, логический сдвиг, сравнение, которые совместно с некоторыми другими операциями позволяют программировать любые логические задачи. Для упрощения использования подпрограмм и сокращения таблицы констант предусмотрена операция посылки в сумматор числа, расположенного в адресной части команд. Эта операция позволяет легко переходить после выполнения подпрограмм в любую точку основной программы.

Для существенного сокращения количества команд и тактов при выполнении операций с плавающей запятой введена специальная операция, при которой число, находящееся в сумматоре, имеющее нули перед первой значащей цифрой вправо от запятой, сдвигается в сторону старших разрядов, равное числу нулей перед первой значащей цифрой, а число в сумматоре, имеющее единицу перед запятой, сдвигается в сторону младших разрядов на один разряд. После сдвига число записывается в ячейку накопителя на магнитном барабане, а в сумматоре фиксируется число, соответствующее количеству сдвигов, в первом случае отрицательное число, во втором — положительное. Благодаря введению этой операции для выполнения сложения с плавающей запятой необходимо 12 тактов и для умножения 7 тактов вместо нескольких десятков, как это имеет место в других машинах с фиксированной запятой.

В системе команд имеется операция изменения команд, которая может применяться наряду с обычным способом изменения команд с помощью арифметического устройства. При выполнении этой операции содержимое ячейки накопителя на магнитном барабане передается в регистр команд и в следующем такте суммируется с исполняемой командой, для чего регистр очищается. Применение этой операции позволяет существенно сократить количество тактов, необходимое для решения задачи.

Весьма эффективной, с точки зрения повышения производительности машины и упрощения программ, является возможность выполнения части программы заданное число раз с одновременным изменением адресов команд. Для этой цели в машину введены две команды — начало цикла и передача управления в конце цикла. Первая команда содержит указание о количестве повторений цикла и ставится в начале части программы, которая должна быть выполнена заданное число раз. Вторая команда ставится в конце этой части программы. В тех командах, в которых изменяются адреса, ставится признак перед номером операции. Применение этих операций сокращает время решения задачи на 20—40%.

Для подсчета контрольных сумм с целью проверки правильности выполнения групповых передач числового материала введена операция суммирования с блокировкой переполнения.

Предусмотрена операция передачи управления в зависимости от положения ключа на пульте управления. При этой операции, в зависимости от номера ключа, указанного в команде, выполняется или не выполняется одна команда, следующая за этой командой непосредственно. Наличие этой операции позволяет изменить ход решения задачи с пульта управления.

В машине предусмотрены следующие операции групповых передач числового материала:

а) передача группы чисел из заданной зоны накопителя на перфоленте в заданные ячейки накопителя на магнитном барабане;

б) передача группы чисел из заданной зоны накопителя на магнитной ленте в заданные ячейки накопителя на магнитном барабане,

в) передача группы чисел из заданных ячеек накопителя на магнитном барабане в заданную зону накопителя на магнитной ленте.

Остальные операции обычные и не требуют пояснений.

Блок-схема машины «Урал» показана на рис. 1.

Как видно из блок-схемы, машина состоит из следующих устройств: 1) клавишного устройства; 2) контрольно-считывающего устройства; 3) перфоратора входного; 4) перфоратора выходного; 5) печатающего устройства; 6) арифметического устройства; 7) накопителя на магнитном барабане; 8) накопителя на магнитной ленте; 9) накопителя на перфоленте; 10) устройства управления; 11) пульта управления.

Рассмотрим кратко отдельные устройства машины.

Клавишное устройство предназначено для автоматического перевода числового материала (программы решения задачи и исходных данных) в десятично-двоичную систему и выработки соответствующих электрических сигналов для передачи их во входной перфоратор для перфорации ленты. Одновременно с набором чисел на клавиатуре набранная цифра отпечатывается для контроля в специальной графе бланка с записанной программой. Для этой цели в клавишном устройстве имеется печатающая машинка. Электрические сигналы из клавишного устройства поступают в контрольно-считывающее устройство.

Контрольно-считывающее устройство может работать в нескольких режимах. В режиме контроля А производится одновременное считывание материала с двух лент и проверка совпадения пробивок на них. При несовпадении пробивок движение лент прекращается и на пульте управления загорается сигнальная лампа с надписью «несовпадение».

На одном счетчике считается количество проверенных чисел, на другом — устанавливается число, равное количеству чисел, подлежащих проверке.

В режиме контроля Б осуществляется сравнение числа, считываемого с одной ленты, с числом, набранным на клавиатуре, и перфо-

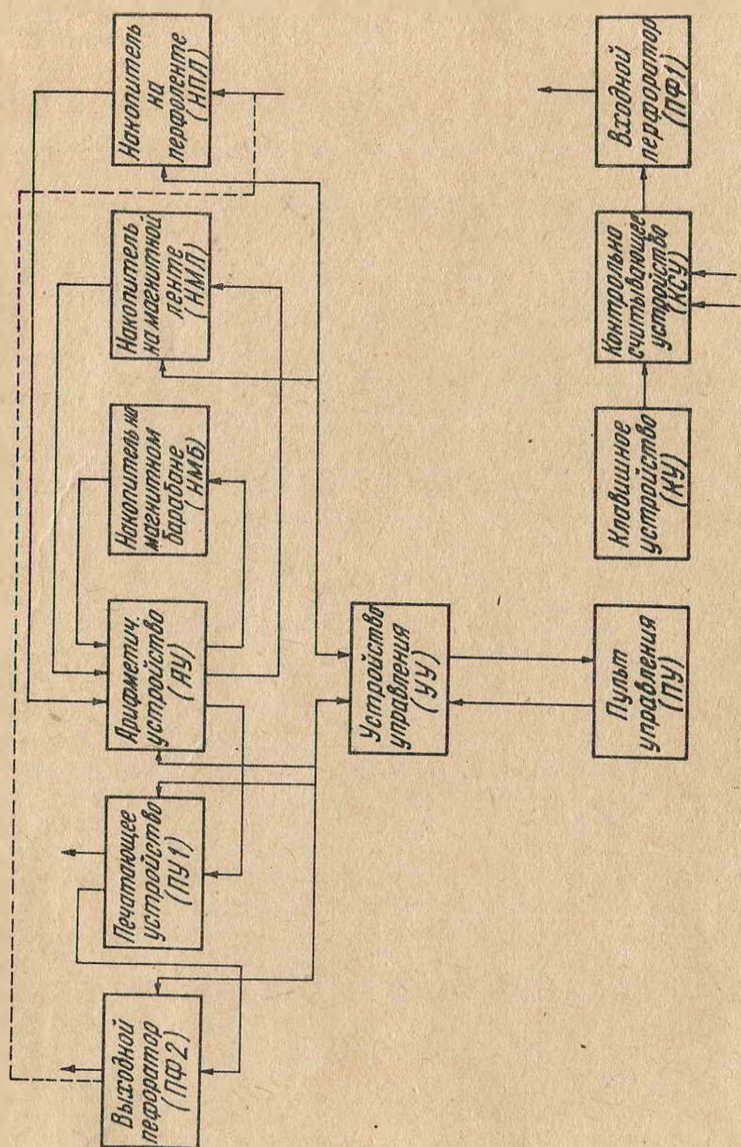


Рис. 1.

рация другой ленты в случае совпадения. В противном случае движение ленты прекращается, и на пульте управления загорается сигнальная лампа с надписью «несовпадение». Перфорация при этом не может быть выполнена до устранения ошибки тем или иным способом в зависимости от того, где произошла ошибка—в наборе или на ленте.

В режиме реперфорации осуществляется реперфорация чисел с одной или двух лент (попеременно) в автоматическом режиме. Отсчет количества реперфорируемых с каждой ленты чисел производится счетчиками.

В режиме перфорации осуществляется перфорация чисел с клавиатуры клавишного устройства. Количество чисел отсчитывается счетчиками.

Электрические сигналы с контрольно-считывающего устройства поступают на входной перфоратор.

В качестве ленты в перфораторе используется стандартная 35-мм непрозрачная кинолента.

Входной перфоратор работает в стартстопном режиме и пробивает при работе в режиме реперфорации 50 чисел в минуту.

Перфолента, приготовленная на входных устройствах для ввода в машину, в зависимости от режима использования (многократный или однократный ввод) должна быть склеена в кольцо или может быть использована без склейки.

Числовой материал может быть введен в машину только через накопитель на перфоленте (за исключением ввода одиночных чисел и команд с пульта управления машины).

Числовой материал из накопителя на перфоленте может вводиться в накопитель на магнитном барабане только группами. Для возможности такого ввода числа и команды перфорируются группами в разделенных между собой зонах (участках) ленты. Каждая такая зона имеет свой номер и при обращении к ленте в команде указывается номер зоны, которая должна быть введена в машину. Кроме номера зоны в команде обращения к перфоленте, указывается адрес ячеек барабана, с которого и по которой должен быть переписан числовой материал с данной зоны ленты. Поиск нужной зоны производится автоматически.

Всего на ленте может быть до 127 зон. Количество чисел или команд в зоне определяется емкостью накопителя на магнитном барабане и может быть любым: до 1000 девятиразрядных десятичных чисел. Общее количество чисел или команд, которое может быть введено в машину без смены ленты, зависит от длины ленты и при максимальной длине в 300 м с учетом необходимых пропусков между зонами достигает порядка 10 000 чисел или команд. Если задача допускает последовательный (зона за зоной) ввод числового материала, то сменой лент общая емкость накопителя на перфоленте, очевидно, может быть сделана сколь угодно большой.

Накопитель на перфоленте может работать в режимах непрерывного и стартстопного от зоны к зоне движения ленты. Скорость

движения ленты 1,5 м/сек. Скорость ввода до 4500 чисел в минуту. При работе машины в режиме считывания чисел с перфоленты темп работы машины определяется синхронизирующими сигналами, поступающими с диска синхронизирующих сигналов накопителя на перфоленте, жестко связанного с ведущим валом лентопротяжного механизма. В режиме считывания чисел с ленточных накопителей арифметическое устройство работает как сдвоенный буферный регистр, необходимый для синхронизации работы ленточных накопителей и магнитного барабана. В течение одного такта происходит перепись одного числа с ленты на регистр арифметического устройства и одновременная перепись другого числа с сумматора арифметического устройства в накопитель на магнитном барабане по адресу в соответствии с командой.

В накопителе на магнитном барабане каждая ячейка может быть полной, содержащей 36 позиций, или неполной, содержащей 18 позиций. Всего полных ячеек в накопителе на магнитном барабане 1024, неполных ячеек 2048.

Ячейки нумеруются при составлении программы в восьмеричной, а в машине — в двоичной системе счисления, начиная с нуля. Полные ячейки имеют только четные номера, а неполные — как четные, так и нечетные. Для того чтобы отличить неполную ячейку от полной, имеется признак полной ячейки — единица слева от двоичного номера ячейки.

Каждая полная ячейка разбита на четыре строки по 9 позиций (разрядов) в каждой. Неполная ячейка состоит из двух строк по 9 позиций (разрядов) в каждой.

В зависимости от того, четный или нечетный адрес, содержит ли адрес или не содержит признак полной ячейки, из накопителя на магнитном барабане выбираются две первые, либо две последних, либо все четыре строки ячейки накопителя на барабане. Одновременно с выборкой числа из данной строки ячейки с частью числа, выбранного из предыдущей строки, производится арифметическая или логическая операция.

На поверхности барабана, кроме 18 цифровых дорожек, имеются три дорожки с синхронизирующими рисками. Первая дорожка имеет 2048 рисок, определяющих положение строк; вторая дорожка содержит 53 риска, определяющих во времени положение синхронизирующих сигналов, управляющих работой арифметического устройства; третья дорожка содержит четыре риска, необходимых для синхронизированной работы машины. Синхронизация работы всех устройств машины, за исключением накопителей на магнитной и перфорированной лентах, осуществляется с помощью синхронизирующих сигналов с накопителя на магнитном барабане.

Для записи и воспроизведения с магнитного барабана используются одни и те же магнитные головки.

Магнитные головки собраны в два блока и расположены с двух сторон барабана, с зазором 25 мк между головкой и барабаном. На одном миллиметре поверхности барабана записываются три им-

пульса. Частота следования импульсов записи и воспроизведения 280 000 импульсов в секунду. Сигнал с магнитных головок порядка 0,7—0,8 в.

Накопитель на магнитном барабане состоит из магнитного барабана, блоков магнитных головок, усилителей записи и воспроизведения, блока выборки адреса числа, блока выборки адреса команды и ряда клапанов и собирательных схем.

Из счетчика команд, находящегося в устройстве управления машиной, в каждом такте в блок выборки адреса команды поступает адрес команды. Выбранная по этому адресу команда фиксируется в регистре команд (находящемся в устройстве управления). Часть выбранной команды, содержащая адрес, поступает в блок выборки адреса числа, а часть, содержащая номер операции, — в устройство управления машины для выработки соответствующего признака операции.

Исполнение выбранной команды и выборка следующей команды производится в одном и том же такте работы машины. Числа и команды в накопитель на магнитном барабане могут быть записаны и из накопителя выбраны только через арифметическое устройство.

Арифметическое устройство выполняет арифметические операции над числами, представленными в двоичной системе счисления с запятой, фиксированной перед старшим разрядом мантиссы числа. Знак и модуль числа поступают в арифметическое устройство раздельно, всегда в прямом коде. Обратный код образуется в арифметическом устройстве автоматически в зависимости от знака и исполняемой операции. Арифметические и логические операции над числами производятся в соответствии с содержанием команды по известным правилам арифметики для двоичных чисел с представлением отрицательного числа в обратном коде. Арифметическое устройство состоит из входного сдвигателя, блока для записи числа на регистр и регистра, клапанов для переписи числа с регистра в сумматор в прямом или обратных кодах, сумматора, регистра частного, блока для записи числа на выходной регистр, выходного регистра и блока местного управления.

Входной сдвигатель имеет 9 разрядов. Регистр имеет 42 разряда: один для знака, 35 для мантиссы числа и 5 дополнительных разрядов, необходимых для обеспечения нужной точности при перемножении чисел. Сумматор имеет 37 разрядов: один для знака, один для единицы переполнения и 35 для мантиссы числа. В качестве шести дополнительных разрядов сумматора, необходимых для умножения, используются шесть старших разрядов из 36 разрядов регистра частного. Выходной сдвигатель имеет 9 разрядов.

В блоке записи числа на регистре происходит преобразование числа из последовательно-параллельной формы в параллельную и запись его на регистр.

Числа из регистра в зависимости от исполняемой операции могут передаваться в сумматор в прямом или обратном коде.

Результаты всех операций, выполняемых в арифметическом устройстве, получают в сумматоре и переписываются в накопитель на магнитном барабане последовательными группами по 9 разрядов с помощью блока для записи числа в выходной регистр.

Все арифметические и логические операции, за исключением операции деления и нормализации, выполняются в течение одного такта (10 мсек). Деление выполняется в четыре такта (40 мсек), операция нормализации — в два такта.

Числовой материал в процессе работы машины может быть переписан из накопителя на магнитном барабане в накопитель на магнитной ленте и по мере необходимости переписан обратно в накопитель на магнитном барабане для выполнения арифметических и логических операций. Числовой материал может быть записан на магнитной ленте и воспроизведен оттуда только группами (зонами).

Для возможности такой работы числа и команды на ленте записываются в разделенных между собой зонах (участках) ленты. Каждая такая зона имеет свой номер и при обращении к ленте в команде должен быть указан номер зоны и адреса ячеек барабана, с которого и по которой должен быть переписан числовой материал с накопителя на магнитном барабане в данную зону накопителя на магнитной ленте и обратно.

Поиск нужной зоны производится автоматически. Номер зоны на магнитной ленте перфорируется в двоичной системе и считывается фотодатчиком. На ленте зоны располагаются в два ряда. Две зоны, расположенные рядом, имеют одинаковую длину и номера их отличаются на 128. В зависимости от необходимой емкости накопителя на магнитной ленте количество зон, количество чисел в зонах и в связи с этим длина ленты могут быть различными. Всего на ленте может быть до 255 зон, в каждой зоне количество чисел может быть любым, до 1000 тридцатишестиразрядных двоичных чисел. Общая емкость накопителя зависит от длины ленты и при длине порядка 250 м с учетом пропусков между зонами может достигать 40 000 тридцатишестиразрядных двоичных чисел или 80 000 команд. Накопитель на магнитной ленте может работать в режиме непрерывного и старт-стопного (от зоны к зоне) движения ленты. Скорость записи и воспроизведения чисел 4500 в минуту. Скорость движения ленты порядка 0,8 м/сек. Плотность записи 0,8 импульса на миллиметр. В ячейку накопителя на магнитной ленте числа записываются только тридцатишестиразрядные (команды записываются по две в одну ячейку). Каждое число записывается на ленте на 12 строках по три разряда в каждой строке.

Числа считываются или записываются на ленту всегда подряд, начиная с первого числа в зоне.

При работе машины в режиме записи или воспроизведения с магнитной ленты темп работы машины определяется синхронизирующими сигналами, поступающими с диска синхронизирующих сигналов накопителя на магнитной ленте, жестко связанного с ведущим валом лентопротяжного механизма. При этом арифметическое устрой-

ство работает как двоянный регистр так же, как и при переписи чисел с перфоленты.

Стирание содержимого некоторой зоны на ленте производится автоматически при обращении к накопителю на магнитной ленте для записи чисел в эту зону.

Содержимое любой ячейки накопителя на магнитном барабане может быть выведено на печатающее устройство для печати результатов и отпечатано на бумажной ленте в виде ряда цифр в десятичной или восьмеричной системах счисления. Числа в печатающее устройство приходят только из сумматора арифметического устройства при команде или при нажатии соответствующей кнопки на пульте управления и фиксируются в регистре на тиратронах с холодным катодом.

После фиксации числа в тиратронном регистре по команде «печатать результата» машина может продолжать автоматическое выполнение программы, не дожидаясь окончания печати, если в этой части программы нет обращения к печатающему устройству, в противном случае выполнение программы прекратится до поступления разрешающего сигнала из печатающего устройства. Если обращение к печатающему устройству происходит через 60 или более тактов после предыдущего обращения, то работа печатающего устройства не задерживает работу машины.

Количество отпечатанных чисел подсчитывается специальным счетчиком и печатается рядом с результатом.

Скорость работы печатающего механизма—100 чисел в минуту.

При освоении программы решения задачи для выяснения причин неправильного хода решения бывает полезно иметь в удобном для чтения и в отпечатанном виде развернутую исполняемую программу и измененную или неизмененную программу, находящиеся в накопителе на магнитном барабане. Печать программы для указанной цели производится на печатающем устройстве. В машине предусмотрены два режима печати программы.

В первом режиме на бумажной ленте в восьмеричной системе печатается содержимое накопителя с указанием адреса ячейки. Отпечатанная программа по форме аналогична программе, записанной на бланке.

Во втором режиме на бумажной ленте в восьмеричной системе печатается содержимое счетчика и регистра команд в процессе решения задачи.

Автоматическая работа всех устройств машины в соответствии с программой решения задачи, а также ручное управление работой машины с пульта обеспечиваются устройством управления.

На панель сигнализации машины выведены лампы для контроля содержимого сумматора, регистра арифметического устройства, регистра команд, счетчика команд, контрольного регистра, счетчика печатающего устройства, лампы сигнализации режимов работы, сигналов переполнения и передачи управления, а также установлены часы — секундомер.

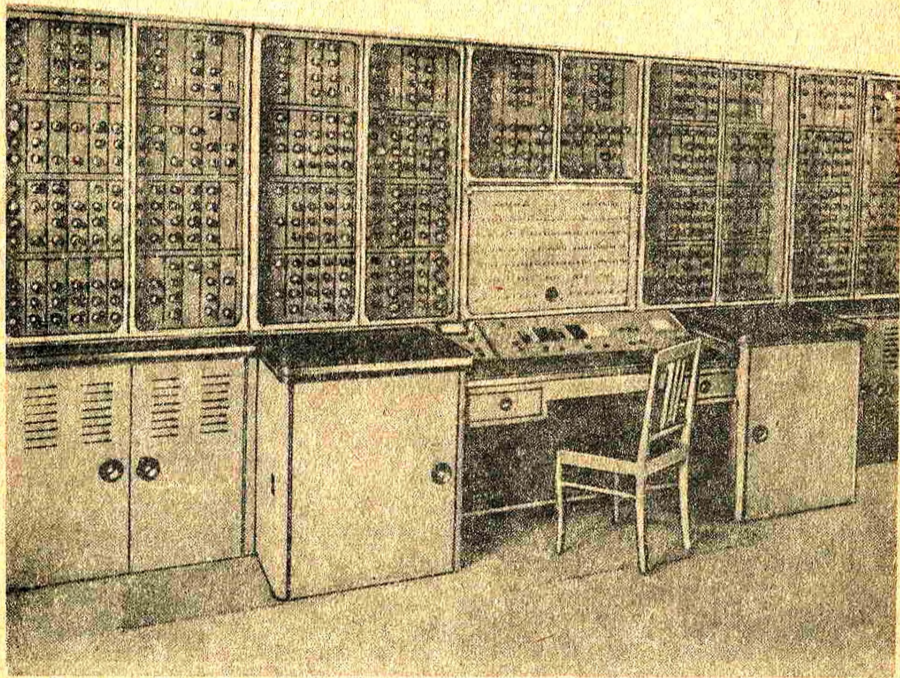


Рис. 2

На панель профилактического контроля машины выведены ключи для измерения напряжения смещения в установленных пределах на профилактических участках.

Общий вид машины «Урал» показан на рис. 2.

Машина состоит из стойки с пультом управления и пяти отдельных столов, на которых расположены входные и выходные устройства.

Для удобства транспортировки и изготовления машина выполнена разборной.

Общая площадь, занимаемая машиной, 60—70 м².

Входные устройства машины (клавишное и контрольно-считающее устройство и входной перфоратор) могут быть расположены в отдельном помещении, так как работают независимо от электронной части машины.

В машине применены типовые одноламповые ячейки.

Устройство питания машины состоит из электромеханического стабилизатора и типовых выпрямителей на слоистых германиевых диодах, расположенных в нижней части стоек.

В машине используются пониженные напряжения источников питания ± 140 в.