

Отдел научно-технической информации

62-6
9864-1

Рассылается по списку
Экз. № 22

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
МАШИНЫ "АТЛАС"
ФИРМЫ ФЕРРАНТИ И МАНЧЕСТЕРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Часть первая

Техническое описание машины "Атлас"

Москва - 1962

1972
✓



1. ВВЕДЕНИЕ

Машина "Атлас" разработана Манчестерским университетом совместно с фирмой Ферранти*. Научным руководителем (главным конструктором машины) является проф. Т. Килбурн. "Атлас" является одной из самых быстродействующих вычислительных полупроводниковых машин, имеет скорость порядка 700+900 тысяч операций в секунду и предназначена как для решения научных задач, так и для обработки информации. Разработка "Атласа" была начата в конце 1956 г. К началу 1960 г. в лабораториях Манчестерского университета был изготовлен макет арифметического устройства и постоянной памяти на магнитных стержнях. Первый промышленный образец "Атласа" изготовлен фирмой Ферранти для Манчестерского университета. К маю 1962 г. этот образец машины находился в стадии наладки в Манчестерском университете. Предполагается закончить полную отладку машины к августу 1962 г.

Схема размещения машины "Атлас" Манчестерского университета показана на рис. 1.

1. Стойка арифметического устройства и устройства Центральной вычислительной машины

В машине могут выполняться четыре команды одновременно, причем может иметь место перекрытие этих команд. Поэтому действительная скорость машины зависит от решения проблемы этого перекрытия.

Существуют следующие скорости: при повторном сложении время операции сложения равно 1,4 мксек. Если адрес команды модифицируется один раз, то время сложения равно 1,6 мксек, а если 2 раза, то - 2 мксек. Таким же образом выполняется вычитание. Время умножения равно 4,5 мксек, время деления - 8 мксек. Таким образом, средняя скорость выполнения команд стала несколько больше пол-миллиона в секунду. При решении некоторых задач это

* Первоначальная модель машины "Атлас" в Манчестерском университете имела название MUSE.

число увеличивается до 600 000. Длина команды - 24 двоичных разряда, длина числа - 48 двоичных разрядов.

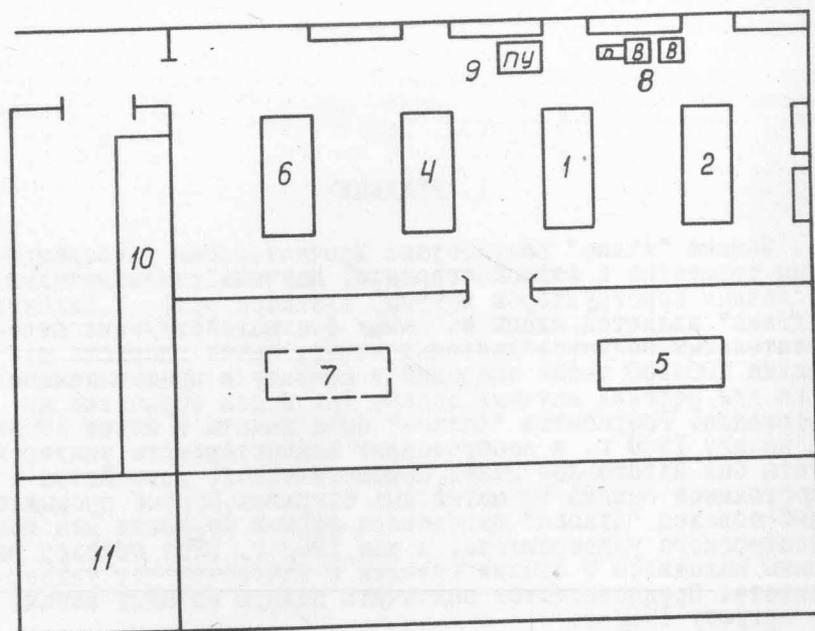


Рис. I

2. Стойка управления оперативной памятью

Ферритовая память построена по принципу совпадения двух токов. Емкость 1024 50-разрядных слов (2 разряда отводятся для контроля, 48 - для информации). Полный цикл 1,85 мксек. Время выборки - 0,65 мксек. Стойка управления налажена и надежно работает совместно с остальными устройствами машины.

3. Основная память

Основная память состоит из 4-х блоков по 4096 50-разрядных слов. Цикл работы 1,85 мксек, время выборки 0,65 мксек. Память выполнена на ферритовых сердечниках, работающих по принципу совпадения двух токов. Готовые устройства поставляет фирма Плесси. К маю 1962 г. в машине таких устройств не было. Они будут устанавливаться и налаживаться по мере поступления с фирмы Плесси.

4. Постоянная память на ферритовых стержнях

Память для хранения программ емкостью 8192 50-разрядных слов (48 - для записи информации и 2 разряда для контроля по четности). Цикл считывания 0,3 мксек. Считывание производится (страницами) группами по 512 слов. При переходе к следующей странице на выборку одного числа группы затрачивается время 1 мксек, необходимое для переключения усилителя считывания. Заполнение ячеек памяти информацией идет по мере отладки программ. К маю 1962 г. заполнено около 5 тысяч ячеек. Устройство работает очень надежно.

5. Стойка магнитных барабанов

Смонтирована схема управления и цепи связи с магнитными барабанами. В стойке будет установлено 4 магнитных барабана, что обеспечит емкость устройства порядка 96 000 слов.

6. Устройство управления магнитными лентами

Устройство управления магнитными лентами совместно с буферной памятью на 16 чисел с регистрами подготовлено к автономной наладке.

7. Стойка с магнитофонами

Стойка с магнитофонами предназначена для установки 4-х магнитных лент фирмы Амлекс. В настоящее время стойка не установлена.

8. Ввод и вывод

Для ввода программ используется только одно стандартное устройство считывания с перфолент. Вывод производится на электрическую пишущую машину и на перфоратор для бумажных лент. Устройства работают надежно.

9. Пульт управления

Пульт управления служит для управления отдельными устройствами машины в различных режимах (одиночная работа, работа по циклам, автоматическая работа). На пульт управления выведены сигнальные лампы от основных триггеров устройства управления и арифметического устройства, позволяющие в случае неисправности судить о месте неисправности в машине.

10. Стойка питания

Стойка питания машины состоит из выпрямителей, рабо-

тающих на промышленной частоте, магнитных усилителей (регуляторов) для грубой регулировки напряжения, электронных усилителей для точной регулировки напряжения и схемы защиты. Система питания обеспечивает стабильность рабочих напряжений с точностью + 1%. Имеется буферная аккумуляторная батарея для защиты ячеек машины от попадания высокого напряжения пока не сработает защита.

11. Аккумуляторная батарея

П. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ "АТЛАС"

В машине "Атлас" вместе с внешними устройствами применяется около 5 000 электронных блоков (ячеек). Всего в машине используется 50 000 транзисторов и 250 000 диодов. Имеется около 20 типов основных ячеек, которые составляют 90% всего оборудования. К остальным 10% оборудования относятся нестандартные ячейки, которых имеется около 180 разных типов. Рабочая температура блоков в машине равна $20^{\circ} + 25^{\circ}\text{C}$. В основные стойки машины подается очищенный и охлажденный воздух.

Все ячейки испытываются на специальных стендах на фирме Ферранти при температуре 25°C в номинальных режимах. Каждый десятый блок из готовой партии испытывается в ухудшенных режимах при температуре 40°C . Других испытаний (влажность, вибропрочность) блоки не проходят.

В основном используются радиодетали (сопротивления, конденсаторы) с допустимым отклонением от номинальных значений + 5%. В цепях точных делителей напряжения и т.п. применяются сопротивления с допуском + 1%. Ни транзисторы, ни диоды, ни сопротивления предварительной проверки (отбраковки) или тренировки не проходят. В результате, в среднем каждый пятый смонтированный блок при проверке требует замены тех или иных деталей.

В качестве основных транзисторов используются триоды типа Муллард OC170, имеющие идентичные характеристики ($f_{\alpha} = 70 \text{ МГц}$). В схемах переключателей тока переключается ток 8 ма. Стандартные уровни сигналов: -1,5 в и +3 в. В качестве мощных формирователей используются триоды типа 2N501 и 2G240. Для питания блоков машины используется около 20 номиналов напряжения. Максимальное напряжение +50 в используется в цепях управления ферритовой памятью.

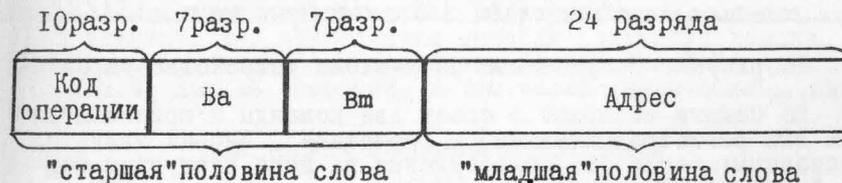
Конструктивно основные ячейки выполнены на пластмассовых пластинах размером 200x125 мм и толщиной 1,5 мм. Пластины имеют двухсторонний печатный монтаж. На одной стороне пластины имеется 32 контакта разъема, выполненных также печатным способом. Поверхности контактов позолочены. Ответная часть (гнездо разъема) помещается на платах стойки. Контакты гнезда разъема пружинящего типа. Качество контакта хорошее. Случаев пропадания контакта

в ячейках нет. Внешнего обрамления пластины ячеек не имеют. На стороне пластины, противоположной контактам разъема, помещены выводы контрольных точек блока. С этой же стороны на торцевую поверхность ячейки одеваются 3 цветных пластмассовых скобки, при помощи которых производится кодировка типа блока. Аналогичным сочетанием цветов отмечается место на плате, куда вставляются блоки данного типа.

Техника печатного монтажа ячеек обычная. Фольгированный материал, применяемый для ячеек, допускает многократную перепайку деталей без нарушения сцепления проводящего слоя с подложкой. В тонких перемычках печатного монтажа бывают трещины, которые являются причиной нарушения контактов. После горячего лужения такие дефекты устраняются. Изготовление ячеек производится на фирме Ферранти. Ввиду того, что машины "Атлас" выпускаются в небольшом количестве, фирма считает выгодным монтаж ячеек выполнять вручную. После монтажа готовые ячейки поступают к контролерам, которые внешним осмотром обнаруживают дефекты в блоках. После осмотра ячейки передаются в секцию электрического контроля, где проверяются на соответствующих стендах. Проверенные ячейки упаковываются в прозрачные пластмассовые ящики и отправляются на склад готовой продукции.

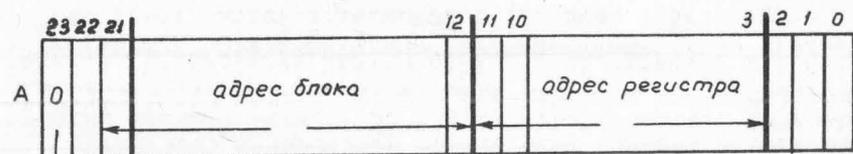
Центральная вычислительная машина

Центральная вычислительная машина оформлена в виде трех стоек (см. рис.2). Первая стойка - это главное арифметическое устройство; вторая - секция "В" и "С" (устройство управления и его арифметическое устройство); третья - распределительное устройство. При обработке команды производится контроль по четности. Для этого имеется специальный 25-й разряд в дополнение к 24-м разрядам половины слова. При всех передачах формируется контрольное число (по модулю 2), которое должно соответствовать контрольному 25-му разряду. В распределительном устройстве производится частичная дешифрация адреса, чтобы определить тип памяти, куда должна быть послана информация. Там же располагаются вентили для коммутации этой информации в соответствующие схемы. Ниже показано строение слова (команды) в машине "Атлас".

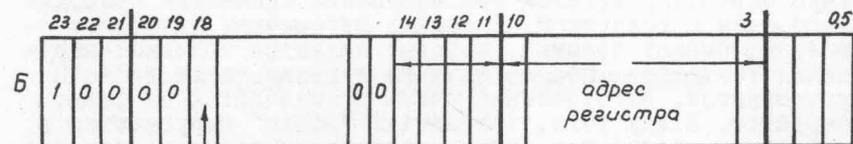


В разрядах Va и Vm указываются адреса модификаторов, в качестве которых могут быть регистры памяти - В (от 0 до 127-го).

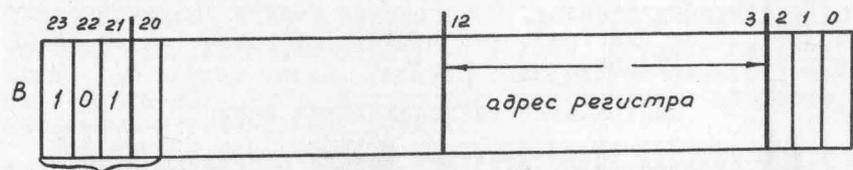
Представление адресной части (0 + 23 разр.).



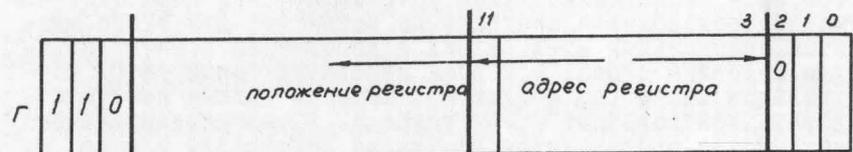
адреса в центральной памяти (3У на сердечниках и барабанах)



адреса в постоянной памяти



адреса вспомогательной памяти



адрес в памяти "V"

Старшая половина слова $\begin{matrix} 2 \\ 0 \end{matrix}$ Старший знак $\begin{matrix} 0 & 0 & 0 \end{matrix}$
 Младшая половина слова $\begin{matrix} 1 \end{matrix}$ Младший знак $\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \end{matrix}$

На рисунке 3 приведена блок-схема устройства управления.

Из памяти выбираются сразу две команды и принимаются на два регистра: "четный" и "нечетный". Первый является основным; после его освобождения на него поступает код с "нечетного" регистра.

Адресная часть команды поступает на "регистр РАВ" и оттуда в управление памятью, если не требуется модификации.

Если необходимо модифицировать адрес, то она передается в 24-разрядное арифметическое устройство; адрес модификатора находится в разрядах Вм.

Когда число считывается из памяти, оно поступает на специальный 24-разрядный "регистр компонент операции". В арифметическом устройстве оно суммируется с числом, определяемым адресом Вд. Результат может поступить либо в память В, либо в главное запоминающее устройство, либо в первоначальный регистр для повторного суммирования. Для специальных команд, когда код адреса непосредственно участвует в операции (типа "n"), есть связь адресной час-

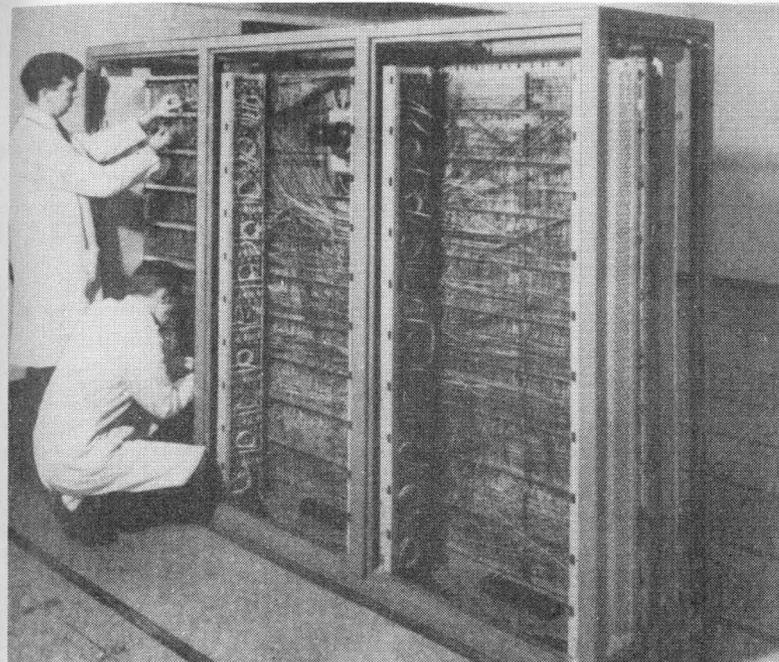


Рис. 2

ти РАЕ с "регистром компоненты операции".

Из регистров памяти - В на рисунке указаны только три управляющих регистра вместе с полусумматором, прибавляющим единицу, для обеспечения выборки следующих команд.

Сумматор секции - В выполняет, помимо сложения, сдвиг и некоторые другие операции, в том числе логические.

Выполнение операций с плавающей запятой

Числа представляются в виде $X \cdot 8^Y$. Из 48 двоичных разрядов числа показатель степени занимает 8, а мантисса ставится перед старшим разрядом. Разряд знака указывает на положительное или отрицательное число (ноль означа-

ет знак +). Диапазон чисел: $-1 \leq X < 1$ и $-128 \leq Y < 128$. В пределах машины число сохраняет стандартную (нормализованную) форму, если имеются соответствующие условия. Для положительных чисел не должно быть больше двух нулей справа от запятой. Для положительных чисел диапазон $\frac{1}{8} \leq X < 1$, а для отрицательных чисел $-1 \leq X < -\frac{1}{8}$.

В машине разряд знака дублирован, т.е.общая длина чи-

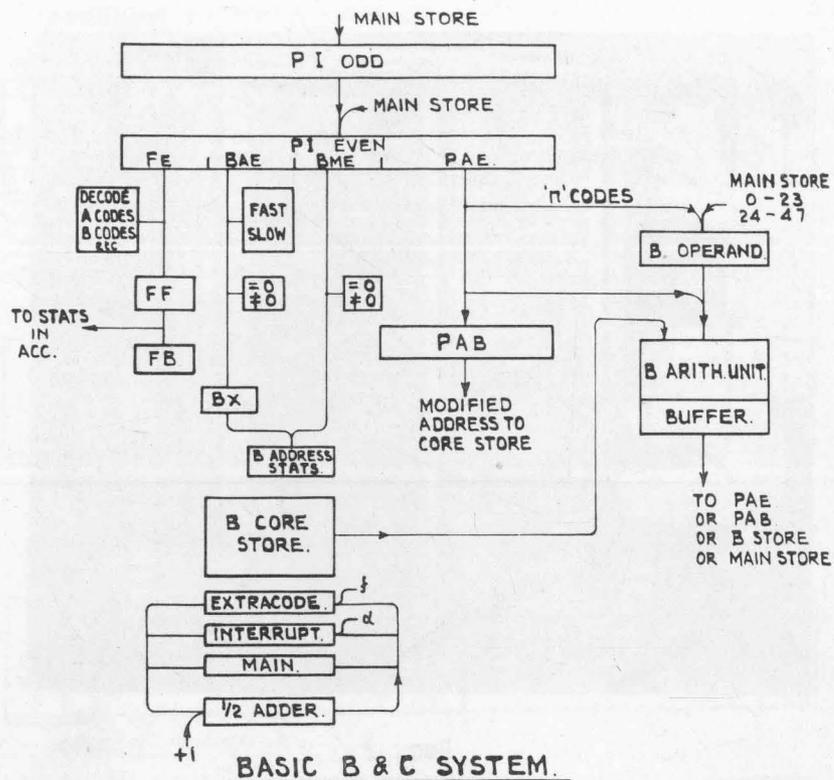


Рис. 3

сла в работающем арифметическом устройстве равна 42 разрядам. Если в результате операции число выходит из нормализованной формы, то производится нормализация сдвигом вправо и соответствующий сдвиг может производиться на 3 и 6 разрядов.

При сложении одно из чисел находится в АУ, другое - в ЗУ. Сначала сравниваются порядки этих чисел. Это делается путем вычитания показателя степени числа в ЗУ из показателя числа АУ. Знак разности порядков "δ" указывает, которое из этих двух чисел больше. Если знак положительный, сразу производится действие, если знак отрицательный, повторяется вычитание уже в другом порядке и при этом получается положительная разность. Если $\delta > 13$,

то это означает, что два числа по 39 разрядов фактически не соизмеримы. По техническим причинам нелегко испытать на 13 и поэтому, фактически, проверяется разность $\delta > 15$, что является пятым разрядом разности порядка. Затем испытывается этот разряд на 1 и в зависимости от проверки производится сложение мантисс.

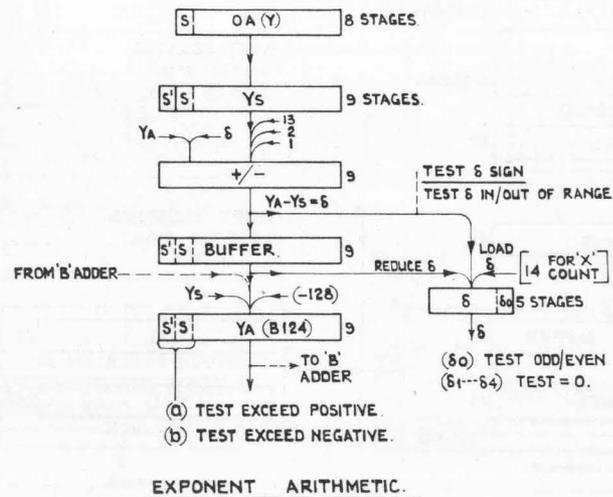


Рис. 4

На рис. 4 показано только арифметическое устройство порядков. Имеется регистр (буферный регистр) и пока операция происходит в АУ, второе число подготавливается для следующей операции в этом регистре. На рисунке показаны цепи, связанные с выполнением умножения и деления - это счетчики сдвига на 14 и 13 разрядов.

В арифметическом устройстве мантисс большее число всегда поступает прямо в сумматор, а меньшее число сдвигается вправо до начала операции. Арифметическое устройство для сложения и вычитания показано на рис.5.

Здесь показаны регистры, которые находятся в полном арифметическом устройстве. Регистр наверху представляет собой регистр мантиссы того буферного регистра, который был показан на схеме арифметического устройства порядков и который служит для тех же целей. Пара регистров, обведенных пунктирной линией, может действовать как регистр сдвига и может сдвигать на три или шесть разрядов вправо. Главные регистры АУ имеют двойную длину. Это позволяет, например, хранить полное произведение, а также выполнять операции с удвоенным (вообще увеличенным) количеством разрядов. На регистрах может производиться сдвиг как влево, так и вправо.

оды заменены переключателями. Можно сказать, что перенос из предыдущего разряда будет передан в следующий разряд, если цифры в соответствующем разряде двух суммируемых чисел не равны. В этом случае ключ T_1 должен быть замкнут. Если же обе цифры в соответствующем разряде равны единице, тогда перенос будет иметь место в данном разряде независимо от того, пришел перенос из младшего разряда или нет. Соответственно можно сказать, что если обе суммируемые цифры равны 0, тогда переноса в старший разряд не будет. В любой момент времени замкнут только один из трех переключателей. Самый худший случай при переносе, - когда все ключи T_1 замкнуты; тогда перенос должен распространиться через все 40 разрядов. Сигнал суммы образуется из сигнала переноса из предыдущего разряда при помощи простой логической схемы; работа этой схемы зависит только от эквивалентности или от неэквивалентности цифр данного разряда суммируемых чисел.

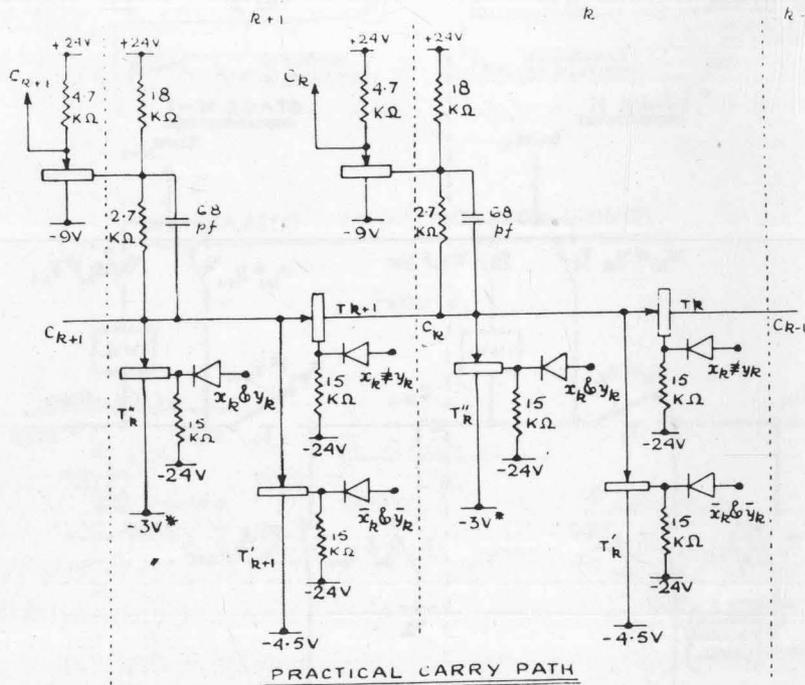


Рис. 10

На рис.10 показана реальная схема цепи переноса. Опять имеется здесь два разряда, а три полупроводниковых триода в каждом разряде соответствуют трем переключателям T_1, T_2, T_3 . Для того, чтобы нагрузку на линию переноса свести до минимума, сигналы переноса снимаются с этой линии при помощи эмиттерного повторителя. Логика ответа

(суммы) обычная.

Цепь переноса - наиболее важная часть сумматора. Слева находятся 6 разрядов логики переноса, смонтированных в одном блоке. В этом блоке находятся три полупроводниковых триода, соответствующие трем переключателям одного разряда; эмиттерный повторитель на полупроводниковом триоде и т.д. В цепи переноса для каждого шести разрядов имеется эмиттерный повторитель, передающий сигнал следующей группе из шести разрядов. Устройство управления находится за пределами схемы в отдельном блоке. Это устройство таково, чтобы сделать минимальной длину провода в цепи переноса. Общая длина провода, включая обратный провод для 24-разрядного сумматора (например, в ЗУ"В"), равна 5 футам.

Следует еще сказать несколько слов об основных схемах. Одной из трудностей при конструировании основных схем была та, что полупроводниковые триоды, которые могут быть быстро выведены из состояния насыщения, сравнительно дороги. Поэтому были выбраны дешевые полупроводниковые триоды, но если бы эти полупроводниковые триоды были сделаны насыщенными, скорость работы очень бы понизилась. Поэтому в схеме, которую вы видите, приняты меры для предотвращения насыщения полупроводниковых триодов. Вторая трудность в основных схемах: надо было решить, использовать ли полупроводниковые триоды без диодов или использовать полупроводниковые триоды и диоды вместе. Было решено сделать логику на диодах. Это определило вид основной схемы.

Любая нужная логика осуществляется левой частью схемы (рис.11); здесь же находятся и диоды; усиление имеет место в полупроводниковом триоде в правой части схемы. В левой части схемы видны два вентиля "И", обеспечивающие выполнение логической функции "И". Они присоединены к усилительной схеме при помощи вентиля "ИЛИ". Имеются семь различных типов стандартных блоков, которые отличаются схемами вентиля. Количество входов вентиля "И" различное и количество вентиля "И" также различное. Диоды в коллекторной цепи предохраняют триод от насыщения и определяют верхний и нижний пределы выходного напряжения. Чтобы свести требования к полупроводниковым триодам до минимума, ток эмиттера порядка 8 миллиампер задается также при помощи диода. Ток порядка двух миллиампер течет через сопротивление в коллекторе. Оставшийся ток 6 миллиампер переключается полупроводниковым диодом. Тип полупроводникового триода - OC170 фирмы "Mullard". Диоды - типа OA47, OA90. Выходной сигнал схемы и ее входной сигнал имеет одинаковые уровни напряжения. Конденсатор обеспечивает более высокую скорость работы схемы. Такая схема требует 40 микромикрокулонов. Конденсатор выбран для подачи 17 микромикрокулонов. Если мы хотим построить триггер, тогда выход одной из этих схем присоединяется ко входу другой такой же схемы и наоборот.

На рис.12 показана логическая структура предыдущей схемы, два вентиля "И", вентиль "ИЛИ" и полупроводниковый триод, который инвертирует сигнал. В нижней части

рисунка показано соединение двух таких схем для получения триггера.

Машина "Атлас" состоит из нескольких стоек оборудования, находящихся на расстоянии 25 футов (8 метров) друг от друга. Сигналы, которые проходят между этими двумя ус-

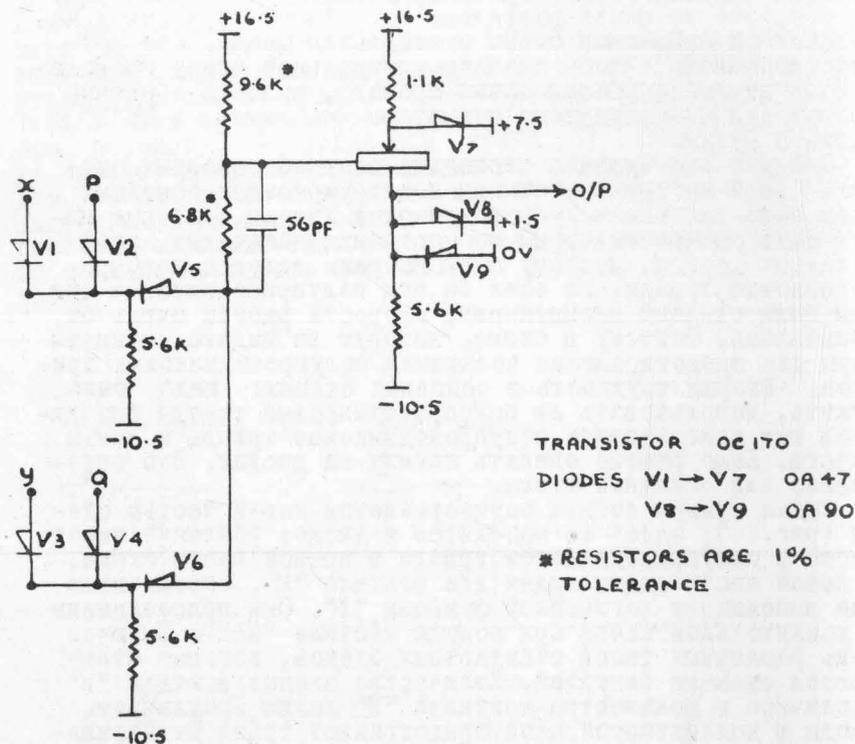
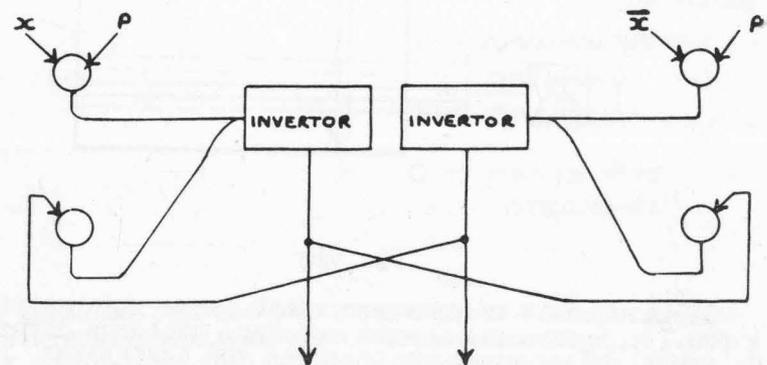
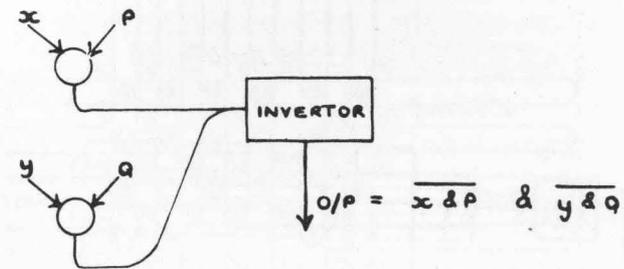


Рис. II

тройствами, имеют время нарастания с учетом обратного про- вода около $60 \cdot 10^{-9}$ сек. Эти сигналы не могут удовлетвори- тельно передаваться из одного устройства в другое, без применения коаксиального кабеля. Кабель, который исполь- зуется, имеет импеданс 50 ом. Из основной схемы видно, что амплитуда напряжения сигналов равна 2,5 вольта. Таким об- разом, нужно очень много согласующих схем для всех кабе- лей; по кабелю проходит ток порядка 50 ма. Для решения проблемы согласования выбрана следующая схема. В цепи эмиттера протекает ток 8 миллиампер. Кабель в экране под- ходит к коллектору. Вся эта схема находится в стойке, от- куда посылаются сигналы. На большом расстоянии, равном 25 футам, имеется следующая стойка, где находится прием- ник кабеля. В машине используется кабель с волновым со- противлением 50 ом; мы должны его согласовать. Поэтому на входе приемника кабеля включается сопротивление 39 ом, что вместе с импедансом база-эмиттер составляет около

50 ом. Вместо того, чтобы экран кабеля подключить непо- средственно к базе, он подключается через конденсатор. Эта схема точно такая же, как стандартная схема. Таким



STANDARD CIRCUIT TECHNIQUE.

Рис. 12

образом, имеется одна половина стандартной схемы в одном месте, другая часть - в другом, обеспечивая стан- дартный вывод при помощи кабеля.

Постоянная память

В машине "Атлас" постоянная память выполнена в виде

сетки из медных проводов, в узлах которой устанавливаются тонкие ферритовые стержни.

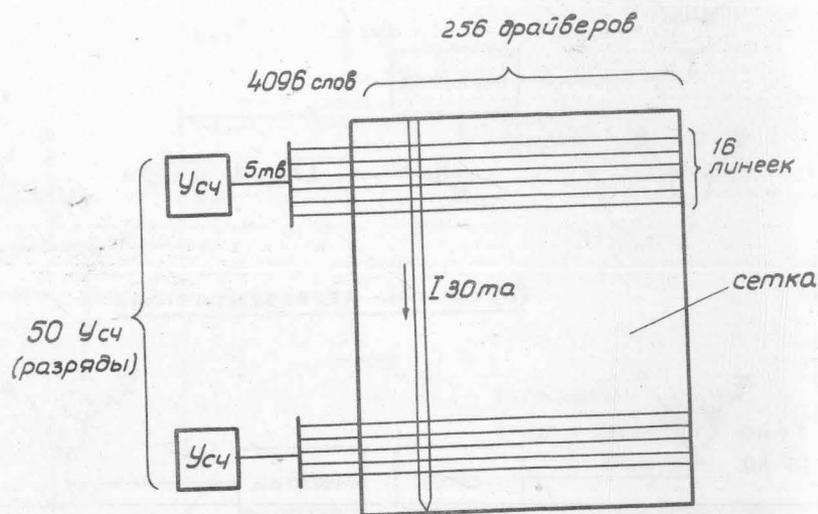


Рис. 13

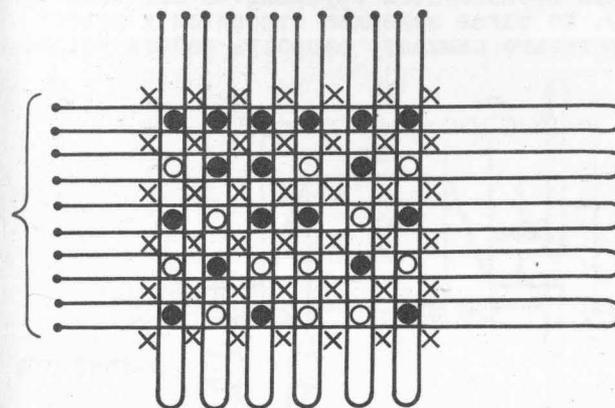
Схематическое изображение такой сетки дано на рис. 13 и рис. 14. Вертикальные шины образуют числовые обмотки. По ним в выбранное число подается ток считывания. Горизонтальные шины являются считывающими проводами и подключаются к усилителям считывания. В тех местах на пересечении шин, где необходимо записать код "1", устанавливаются цилиндрические ферритовые стержни. При возбуждении числовой обмотки током выборки на обмотках считывания в этих местах появляются сигналы напряжения, которые воспринимаются как код "1".

Для уменьшения наводок на провод считывания при отсутствии стержня (код "0") используются компенсирующие стержни, установленные в сетке так, как показано на рис. 14. Установка стержней в сетку производится группами при помощи специальных капроновых приспособлений (держателей). Набор стержней в держатели делается в соответствии с требуемой программой. После проверки готовые держатели вставляются в сетку.

Система выборки в этом устройстве осуществляется при помощи транзисторно-трансформаторной матрицы на 256 выходов. Матрица имеет 16 вертикальных и 16 горизонтальных шин, управляемых транзисторными ключами. Подобно диодно-

трансформаторной схеме в местах пересечения шин установлены транзисторы с трансформатором в цепи коллектора (драйверы). Во вторичную обмотку трансформатора включаются

от драйверов



- x — компенсирующие стержни
- — стержни
- — места для стержней

Рис. 14

ется числовая обмотка сетки памяти, включающая в себя 16 пятидесятиразрядных слов. Таким образом, при считывании информации одновременно опрашивается 16 слов.

Диаграмма токов от драйверов и сигналов с сетки приведена на рис. 15. Выборка нужного слова из этой группы осуществляется коммутацией на входе усилителя считывания.

Схема входной части усилителя считывания показана на рис. 16 (а, б). Сигналы со считывающих обмоток сетки памяти с амплитудой 5 мВ через понижающие трансформаторы T_1 поступают на переключающие схемы на транзисторах. Трансформатор T_1 имеет следующие данные: $w_1 = 6$ витков; $w_2 = 3$ витка. Сердечник трансформатора набирается из ферритовых колец, имеющих внешний диаметр 5 мм и внутренний 3 мм. Высота набора 5 мм. Магнитная проницаемость материала 500 ± 700 . Симметричный транзистор включается последовательно с выходной обмоткой трансформатора T_1 и входной обмоткой объединяющего трансформатора T_2 . В насыщенном режиме триод представляет незначительное сопротивление, и сигнал с трансформатора T_1 проходит на трансформатор T_2 . Когда триод заперт, то он представляет

собой большое сопротивление и сигнал считывания на трансформатор T_2 не проходит. Управление триодом осуществляется по базе перепадами напряжения - $1,5\text{в} + 3\text{в}$. Время подключения соответствующей обмотки считывания к усилителю считывания составляет 1 мксек . Так как выборка чисел из устройства производится группами по 512 чисел (одна страница), то такая задержка относится к целой группе и несущественно снижает скорость работы устройства.

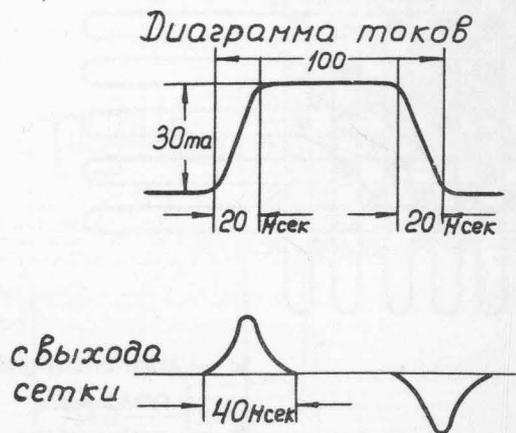


Рис. 15

После собирающего трансформатора сигналы поступают на собственно усилительный каскад. В цепи коллектора этого каскада стоит звенящий контур, настроенный на критический режим. На этом контуре происходит расширение усиленного сигнала, для получения более надежного стробирования. Кривые напряжений после этого каскада показаны на рис.17.

Средняя часть сигнала используется в качестве считываемого сигнала "1". После этого каскада при помощи диодных схем производится ограничение по максимуму, отсечка сигнала на уровне $0,5\text{в}$ и стробирование. Отношение сигнала считывания "1" (ц.) к сигналу помехи (считывание "0") после усилительного каскада больше 30. Конструктивно блок У выполнен в виде двух ячеек. В одной ячейке расположен собственно усилитель с цепями ограничения и стробирования и 4 входных переключающих триода. Во второй ячейке размещено 12 переключающих триодов.

Опыт эксплуатации постоянной памяти показывает ее очень высокую надежность в работе. Настройка такой сложной машины, какой является "Атлас", вообще немислима без надежно работающего устройства постоянной памяти.

На рис.18 приведена конструкция сетки со стержнями.

На рис.19 приведен элемент конструкции сетки.

На рис.20,21,22 показан общий вид стойки постоянной памяти.

Схема коммутации Усч

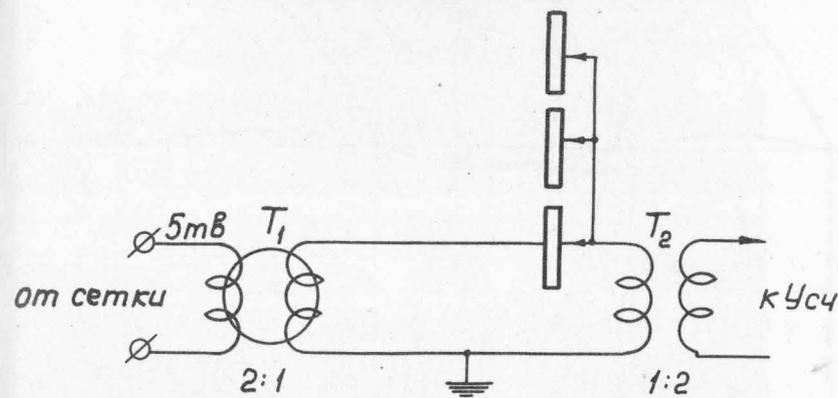


Рис. 16а

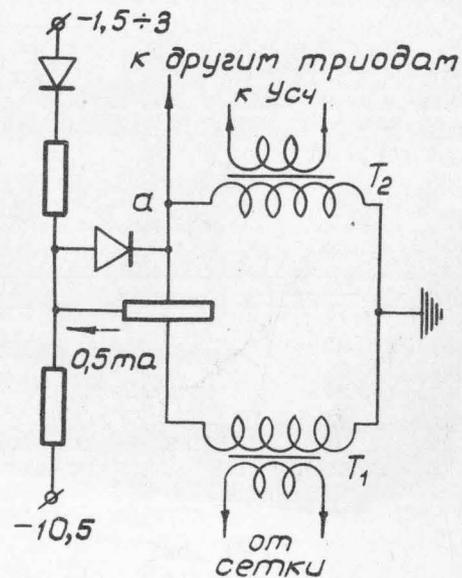


Рис. 16б

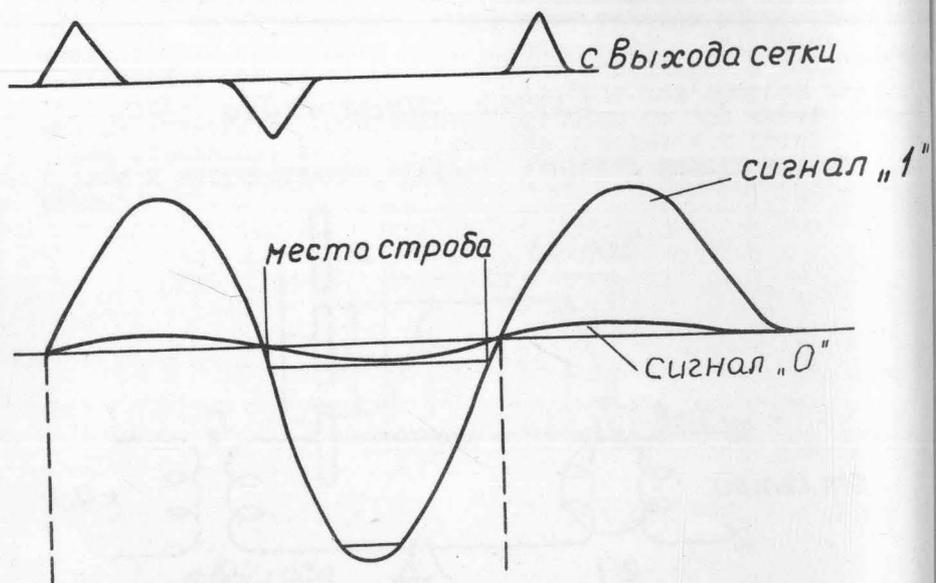


Рис. 17

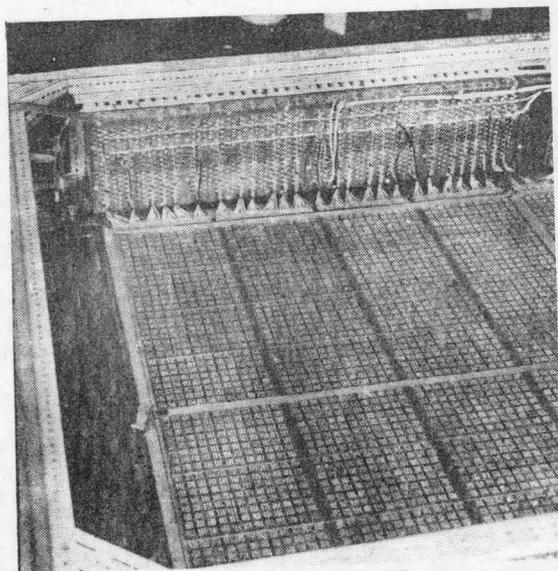


Рис. 18

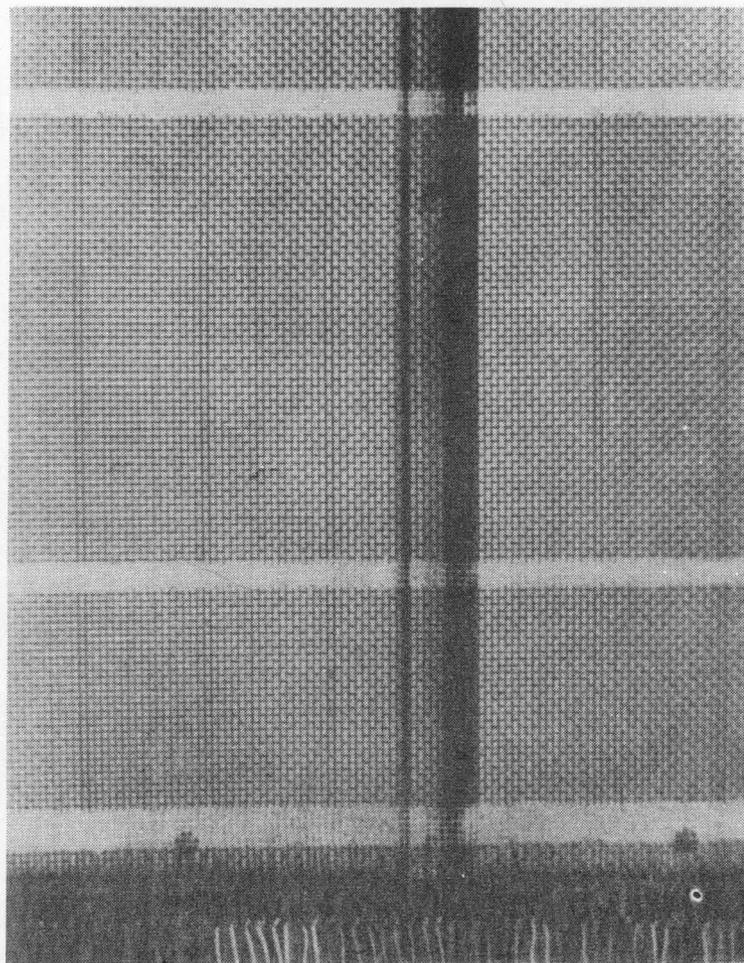


Рис. 19

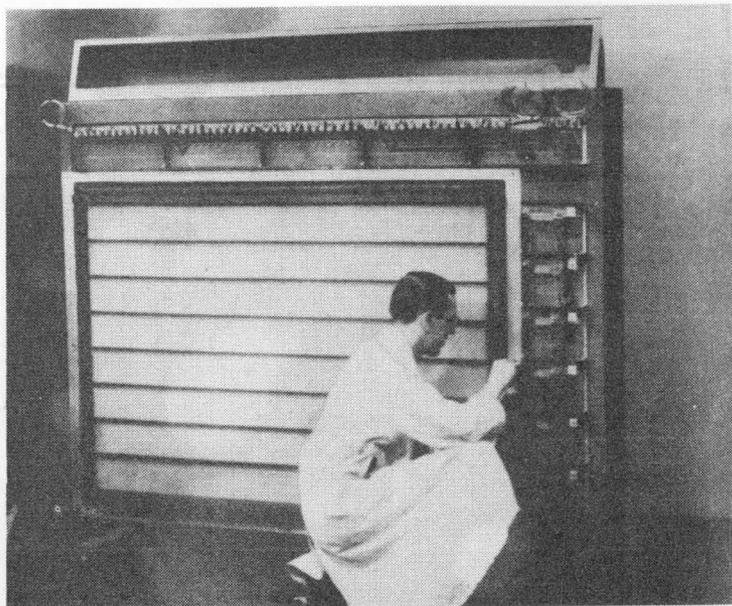


Рис. 20

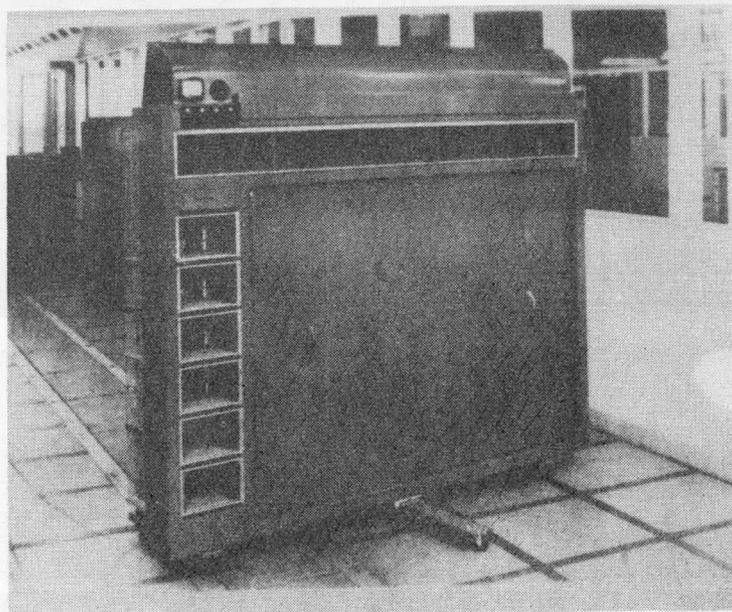


Рис. 21

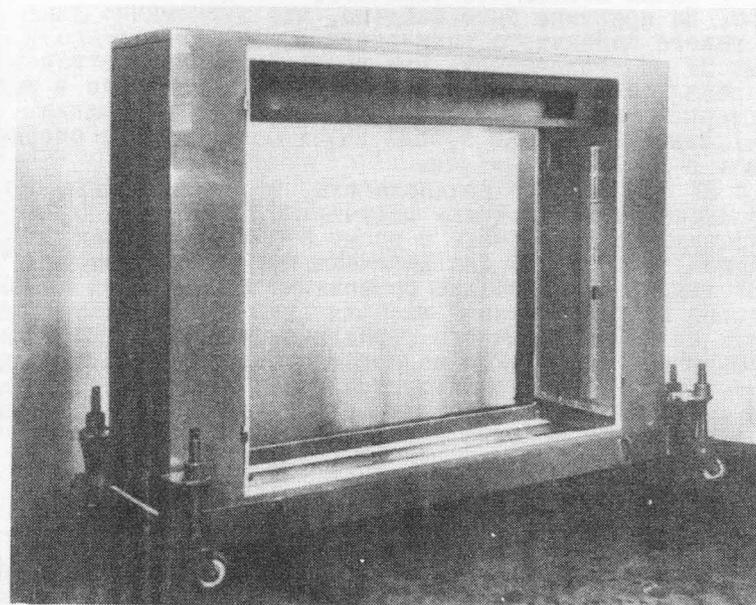


Рис. 22

Структура запоминающего устройства на ферритовых сердечниках

Прежде чем переходить к описанию ЗУ на сердечниках, необходимо дать определение времени цикла; в ЗУ на сердечниках имеется примерно три периода. Первый период, когда происходит выборка адреса, второй период - считывание и третий - запись или перезапись. В последовательных циклах ЗУ на сердечниках, возможно перекрытие периода выборки адреса с концом периода записи. Тогда можно считывать сразу вслед за записью. Это означает, что за этот период информация появляется на выходе, и минимальное время между выходными сигналами определяется как время цикла. Время обращения к ЗУ рассматривается с момента отправки сигнала запроса, который иногда может возникнуть после того, как адрес уже определился, и до того, как начнется цикл считывания. Это время определяется как время обращения к ЗУ. В машине "Атлас" имеются четыре различных типа ЗУ на сердечниках. Первый тип - оперативное ЗУ

на 1024 слова. Второй тип - основная память на 4096×4 слов, так как имеется четыре магнитных куба. Третий тип - память "В" на 128 строк длиной в полслова. Четвертый тип - память для системы на лентах - объединяет восемь каналов в одно ЗУ на сердечниках, используется как буферная система для обеспечения двух слов буферного ЗУ на каждый канал ленты. Это означает, что всего имеется 16 строк. На практике было найдено, что экономично даже для такого маленького количества строк сделать его в форме ЗУ на сердечниках. При уменьшении числа строк в два раза, т.е. до 8 строк, экономичнее делать его в виде триггерных регистров. Время цикла этого ЗУ - порядка $1,6 + 1,8$ мксек. С точки зрения надежности следует оперировать с числом $1,8$ мксек.

В ЗУ "В" сначала предполагали, что время цикла будет $0,5$ мксек, а на практике получили $0,65$ мксек - $0,7$ мксек. Единственное требование к этому ЗУ - цикл должен быть меньше 1 мксек. Эти два запоминающих устройства - ЗУ "В" и ЗУ для лент, имеют два сердечника на 1 разряд и работают по принципу прямой выборки (тип Z). Используется также система частичного переключения потока, которая переключает только 20% полного магнитного потока сердечника. Кроме того, используется более быстродействующий тип сердечника. Величина числового тока ≈ 1 а. Ток записи в разрядной обмотке составляет 250 ма.

Оперативная память

Емкость устройства 1024 слова. В каждом слове 50 двоичных разрядов, из них 2 разряда отводятся для контроля по четности. Этот контроль производится в каждых 24 разрядах (длина команды).

Полный цикл устройства составляет $1,85$ мксек. Время выборки - $0,65$ мксек.

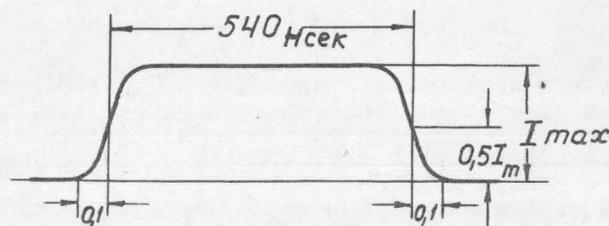


Рис. 23

Запоминающее устройство на сердечниках выполнено по схеме совпадения двух токов.

Эти сердечники имеют следующие геометрические размеры:

внешний диаметр - $1,27 \pm 0,075$ мм
внутренний диаметр - $0,7 \pm 0,075$ мм
толщина - $0,38 \pm 0,075$ мм

Ток выборки $0,6$ а. Полный ток переключения $1,2$ а. При этом токе сердечник перемагничивается за время $0,4$ мксек.

Ток выборки имеет форму, представленную на рис.23. Длительность тока, измеряемая на уровне $0,5 I_{max}$, равна 540 нсек. Передний фронт импульса и время спада равны $0,2$ мксек. Допустимый разброс параметров сердечников $\pm 5\%$.

Система выборки

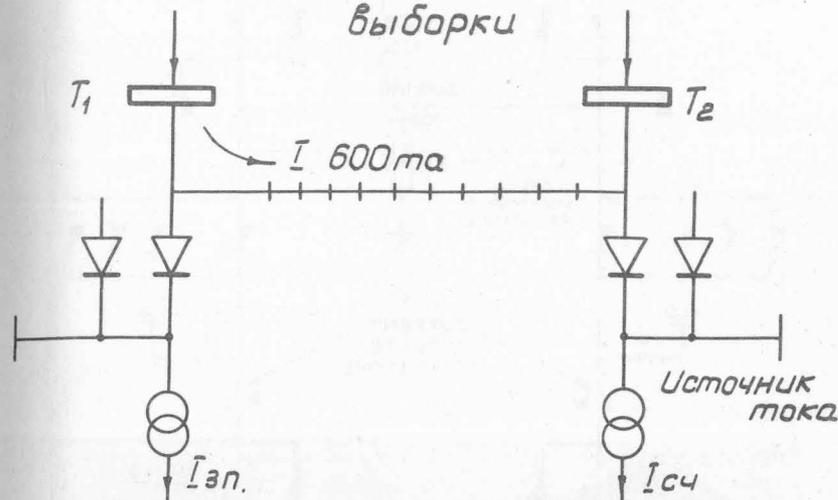


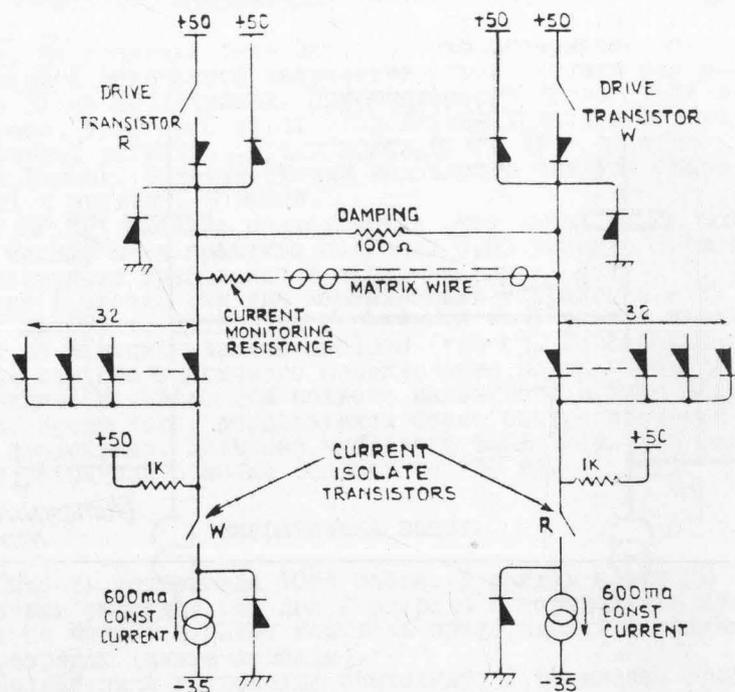
Рис. 24

Выборка плоскостей магнитного куба по координатам X и Y производится диодно-транзисторными цепями. Схематическое изображение цепи выборки одной плоскости приведено на рис.24. Триоды T_1 и T_2 открываются соответственно в моменты считывания и записи. Через коммутирующие диоды эти триоды подключаются к двум импульсным источникам тока $I_{сч}$ и $I_{зп}$. Триод T_1 работает в паре с источником $I_{сч}$, а триод T_2 - в паре с $I_{зп}$.

Таким образом, в плоскость куба подаются два импульса тока противоположной полярности. Один служит для считывания, а другой - для записи.

Источники тока представляют собой кремниевые триоды. В коллекторе такого триода устанавливается индуктивность, а в эмиттере сопротивление. Величина тока регулируется напряжением на базе триода. В качестве триодов выборки применяются 15-мегагерцевые транзисторы типа 2Г240. Имеется небольшое сопротивление $0,5$ ом (рис.25), которое используется для контроля тока, проходящего в проводе матрицы. Для демпфирования колебаний применяется сопротивление порядка 100 ом. Это ЗУ на 1024 слова имеет 32 шины по

координате X, 32 шины по координате Y. Показана схема соединения для возбуждения одной из шин матрицы. Имеется возможность передавать половинный ток в обоих направлениях; величина его 600 миллиампер.



MATRIX SELECTION AND DRIVE FOR 1024 WORD STORE

Рис. 25

Формирователь запрета выполнен по схеме, приведенной на рис.26. Величина тока определяется сопротивлением R. В момент импульса триод попадает в насыщение. Время восстановления триода 0,2 мксек.

Входной сигнал усилителя считывания с магнитных плат имеет амплитуду 80 ± 100 мв и длительность $0,3 \pm 0,4$ мксек.

При цикле работы памяти 1,85 мксек скважность входных сигналов оказывается порядка 5+6. Во входной цепи усилителя применяется симметричный импульсный трансформатор с постоянной времени 0,25 мксек. Вход усилителя считывания выполнен по симметричной схеме. Длительность стробирующего сигнала на вентиле после усилителя считывания равна 0,2 мксек.

Память устройства работает при t° окружающей среды до $+45^{\circ}\text{C}$. При t° большей $+50^{\circ}$ устойчивая работа нарушается.

Магнитный куб состоит из резервуара, наполненного маслом, в котором размещены магнитные кассеты устройства.

Формирователь тока запрета

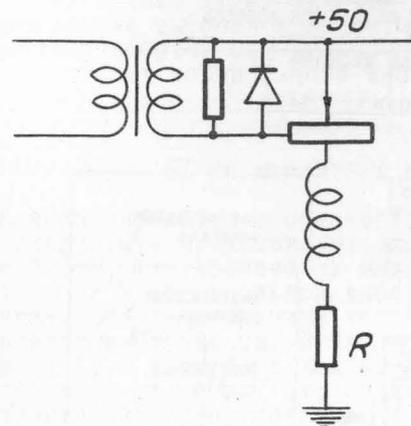


Рис. 26

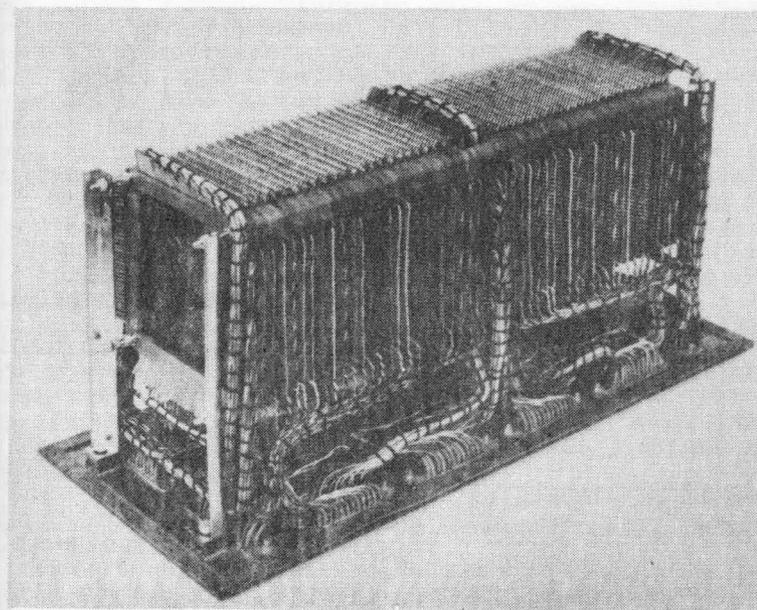


Рис. 27

При помощи разъемов магнитный куб подключается к стойке управления памятью. Такая конструкция позволит быстро сменить магнитный куб при появлении в нем неисправности.

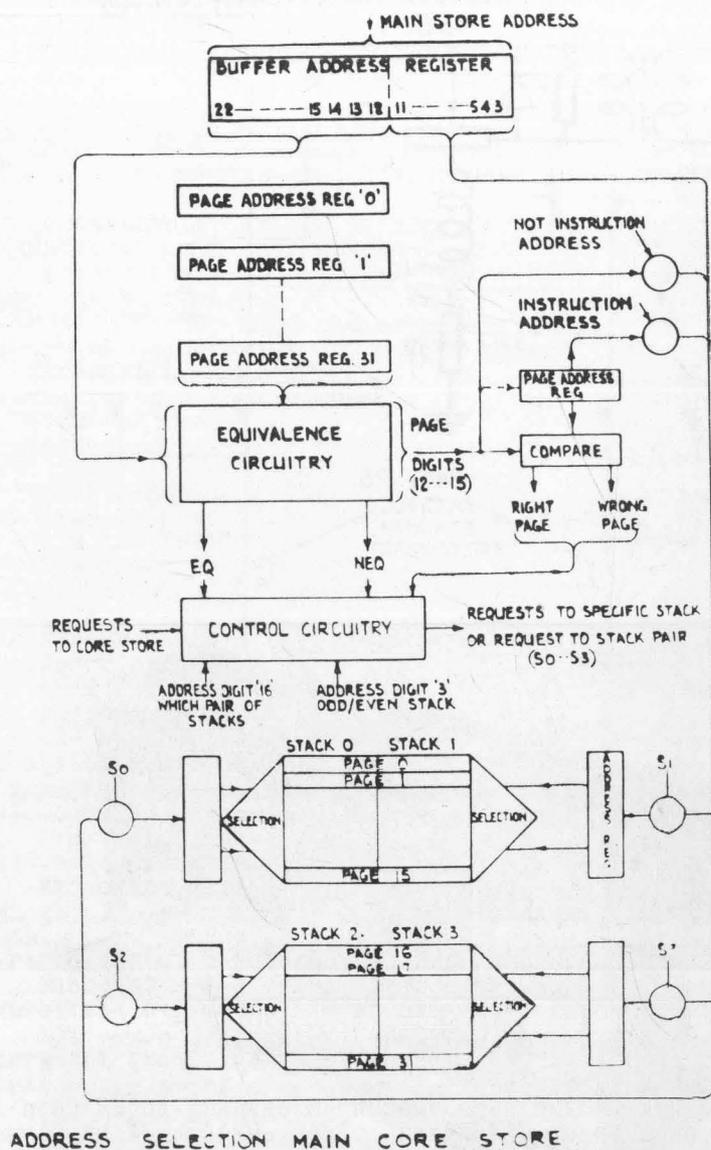


Рис. 28

В дальнейшем предполагается использовать стандартные кубы фирмы Плесси, емкостью 4096 слов, с тем же циклом работы.

Эти магнитные кубы, включая усилители считывания и формирователи выборки и запрета, имеют хорошие области устойчивой работы. Они допускают отклонения рабочих токов на $\pm 5\%$ от номинального значения.

ЗУ на магнитных барабанах

Барабаны являются особенностью машины, сделанной в Манчестере. Они представляют экономичный путь получения большой емкости главного ЗУ машины, если используются вместе с ЗУ с произвольной выборкой, например ЗУ на сердечниках. Основная причина использования такого барабана кроется в стоимости. В "Атласе" стоимость ЗУ на сердечниках 12,5 рублей на каждое слово, а ЗУ на барабане - 1,25 рубля на слово. Это стоимость всей системы, включая электронное оборудование. Для того, чтобы избежать потери скорости выборки вследствие передачи информации между барабаном и памятью на сердечниках, необходимо получить некоторое равновесие между характеристиками каждого устройства. Основными параметрами являются: емкость ЗУ на сердечниках, время работы ЗУ на сердечниках и эффективное время выборки слова с барабана. Говорится "эффективное", так как, хотя действительная скорость слов, поступающих с барабана, может быть высока, имеется время ожидания, прежде чем может быть получена информация, которое может составлять половину времени оборота барабана. В "Атласе" для памяти на 16 000 слов, средний цикл - 2 мксек, т.е. 500 000 операций в секунду, время выборки равно 6 мсек плюс время передачи блока информации из 512 слов, которое в этом случае равно 2 мсек. Суммарное время делится на 512 слов, и эффективное время выборки слова с барабана равно приблизительно 16 мксек. Таким образом, отношение между этими двумя временами составляет 8:1. По сравнению с другими вычислительными машинами, где было подобное же соотношение, такой результат можно считать удовлетворительным.

В машине используется 4 магнитных барабана (рис. 29, 30). На каждом магнитном барабане размещается 8 групп. В каждой группе 6 блоков по 512 слов. Всего в 4-х барабанах может быть записано 192 блока по 512 слов, что дает общую емкость этого вида памяти = $192 \cdot 512 = 98304$ слова. Длина каждого слова 50 разрядов (включая 2 разряда для контроля по четности).

Конструкция машины позволяет присоединить до 32 барабанов. Это означает увеличение общей емкости ЗУ на барабанах в 8 раз.

Схема размещения кодов на барабане приведена на рис. 31. Каждая группа объединяет 25 дорожек. Таким образом, параллельно записывается 25 разрядов (половина слова). Это соответствует длине одной команды плюс 1 разряд для проверки на четность. Каждый блок содержит 512 слов (или

1024 половины слов). Этот объем равняется объему одной страницы, принятой в "Атласе".

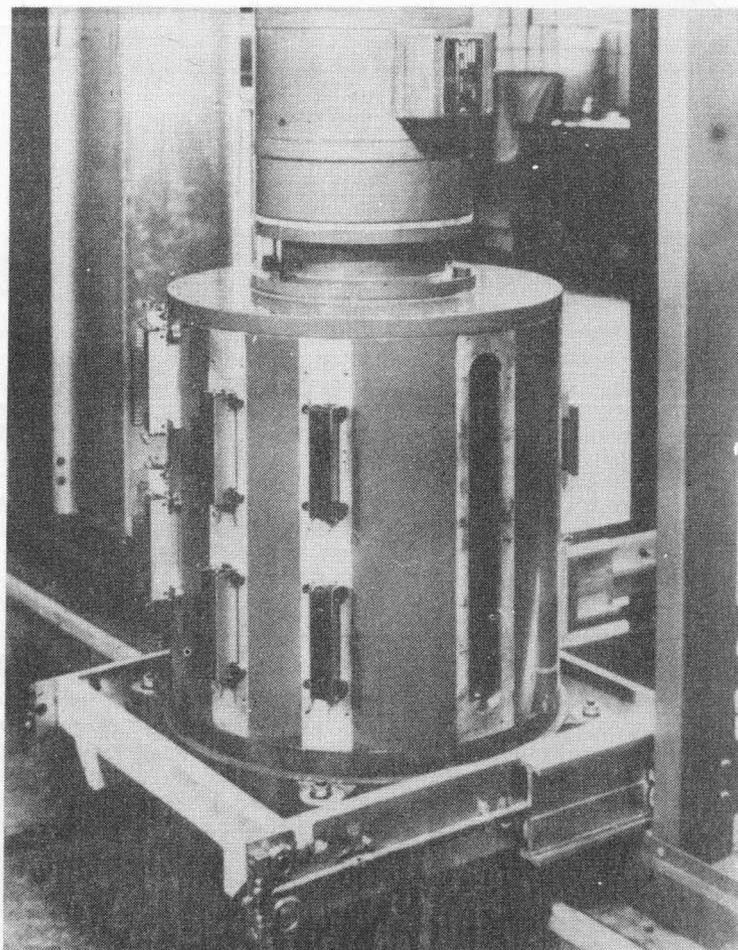


Рис. 29

Всего по окружности барабана в соответствии с 6-ю угловыми положениями θ располагается 6 таких блоков. Имеется дорожка для отсчета θ , сигналы с которой поступают в регистр θ .

Всего по окружности барабана записывается 6144 импульса. Скорость вращения барабана равна 5 000 об/мин. Таким образом, время считывания половины слова (25 разрядов) равно 2 мксек.

Размеры барабана: диаметр ≈ 350 мм; высота ≈ 500 мм. Плотность записи составляет примерно 5,5 импульсов на 1 мм длины. При записи применяется метод "невозвращения

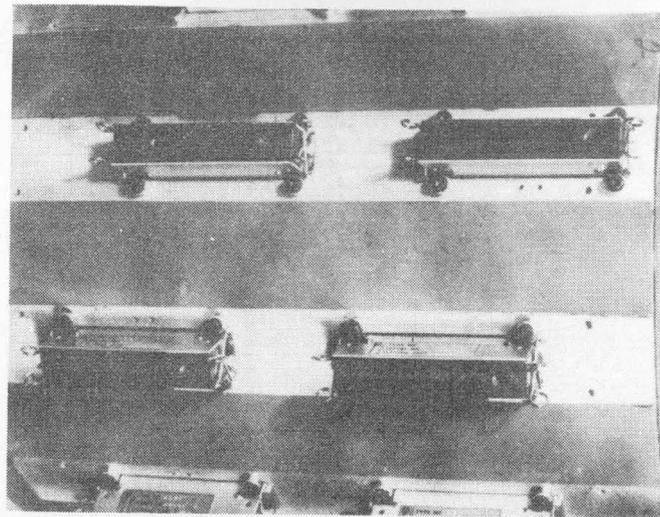


Рис. 30

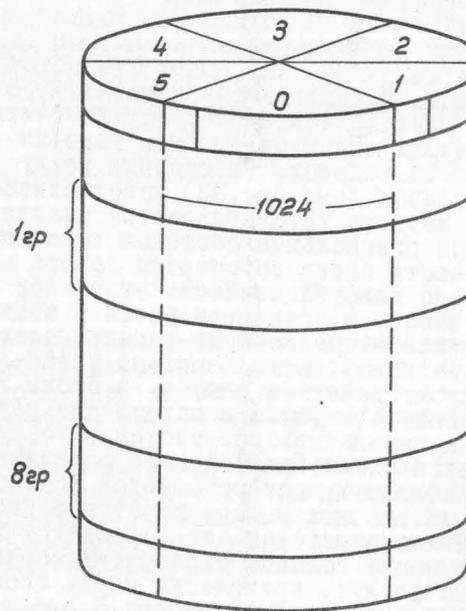


Рис. 31

к нулю". Магнитное покрытие - специальный лак со следующими характеристиками: $B_s = 500$ гаусс. $H_c = 250$ эрстед. Толщина покрытия $0,015$ мм.

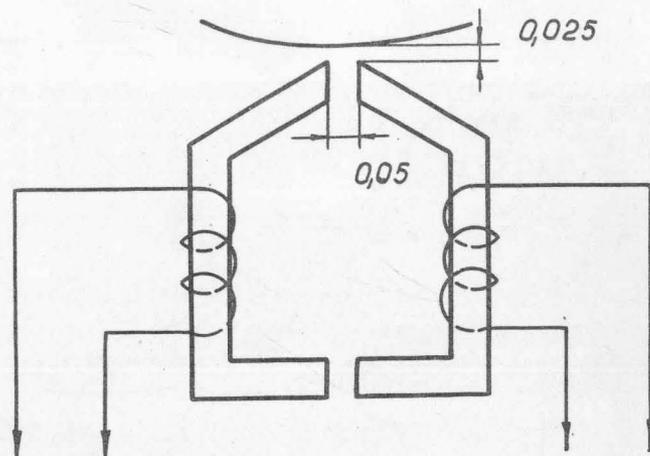


Рис. 32

Ферритовые магнитные головки имеют толщину сердечника $0,8$ мм и рабочий зазор $\approx 0,05$ мм. Расстояние между магнитными головками и покрытием на магнитном барабане равно $0,025$ мм (рис.32). Головки имеют две обмотки по 50 витков для записи. Индуктивность обмотки $0,75$ мН. Ток записи 250 ма. Имеется также обмотка для считывания. Амплитуда считываемых сигналов 100 мв. Головки объединяются в блоки по 25 головок. Расстояние между головками $0,5$ мм. Блок головок (см. рис.33) изготавливается из двух частей, в которые устанавливаются половинки головок и заливаются специальным составом типа эпоксидной смолы. Каждая часть блока со стороны зазора магнитных головок тщательно шлифуется. После этого обе части блока собираются вместе и устанавливаются в общий каркас. Каркас вставляется в специальный замок. Положение головок относительно поверхности барабана устанавливается при помощи микрометрических винтов. В блоке головок имеется три небольших отверстия и штуцер для подключения блока головок к пневматической системе. Воздух проходит через отверстия в блоке головок и по величине давления, измеряемого манометром, осуществляется контроль величины воздушного зазора между поверхностью барабана и блоком головок. Этим же методом осуществляется контроль параллельности блока головок образующей барабана. При работе барабана воздух, проходящий через блок головок, используется для охлаждения барабана. Благодаря этому температура барабана поддерживается в диапазоне $20 \pm 25^\circ\text{C}$, что позволяет сохранять постоянной величину воздушного зазора.

Блоки магнитных головок расположены в шахматном порядке по кожуху, закрывающему поверхность барабана.

Усилитель записи на магнитном барабане выполнен по двухтактной схеме на транзисторах с заземленными эмиттерами. Схема усилителя приведена на рис.34.

В коллекторах триодов T_1 и T_2 , помимо обмоток трансформатора, установлены корректирующие RC цепочки. Длительность тока записи $0,8$ мксек. На базы триодов поступают сигналы от регистра слова.

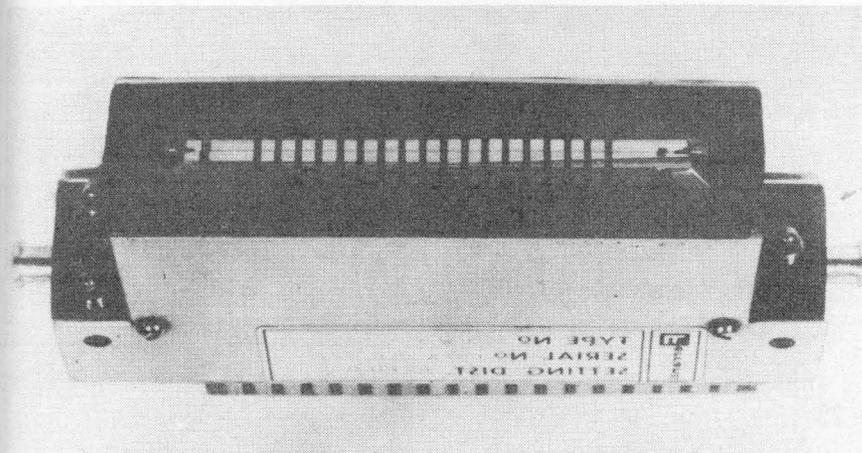


Рис. 33

Диодная дешифраторная сетка приведена на рис.35. 25 двухтактных усилителей записи (по числу разрядов в половине слова) при записи возбуждают те или иные горизонтальные шины сетки. Одновременно срабатывает один из 32 мощных коммутаторов групп. При этом открываются соответствующие диоды сетки и через обмотки магнитных головок, помещенных в узлах сетки, протекает ток записи. Каждый коммутатор групп переключает ток $6,25$ а. В дешифраторной сетке используются золотенные германиевые диоды OA5 фирмы Муллард. Они включаются по 2 шт. параллельно друг другу.

Фото блока коммутатора показано на рис.36.

На рис.37 показана основная система передачи с барабана. С правой стороны находится 25 усилителей записи, 25 усилителей считывания. Они работают совместно с буфером на триггерах. Здесь собираются половинные слова в слова,

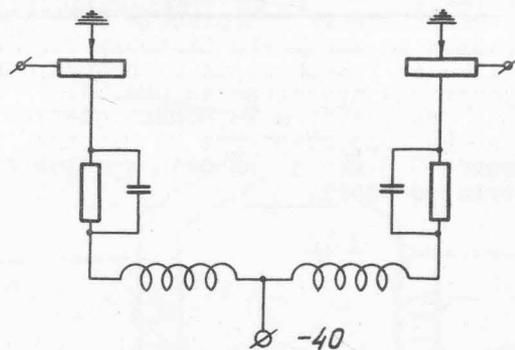


Рис. 34

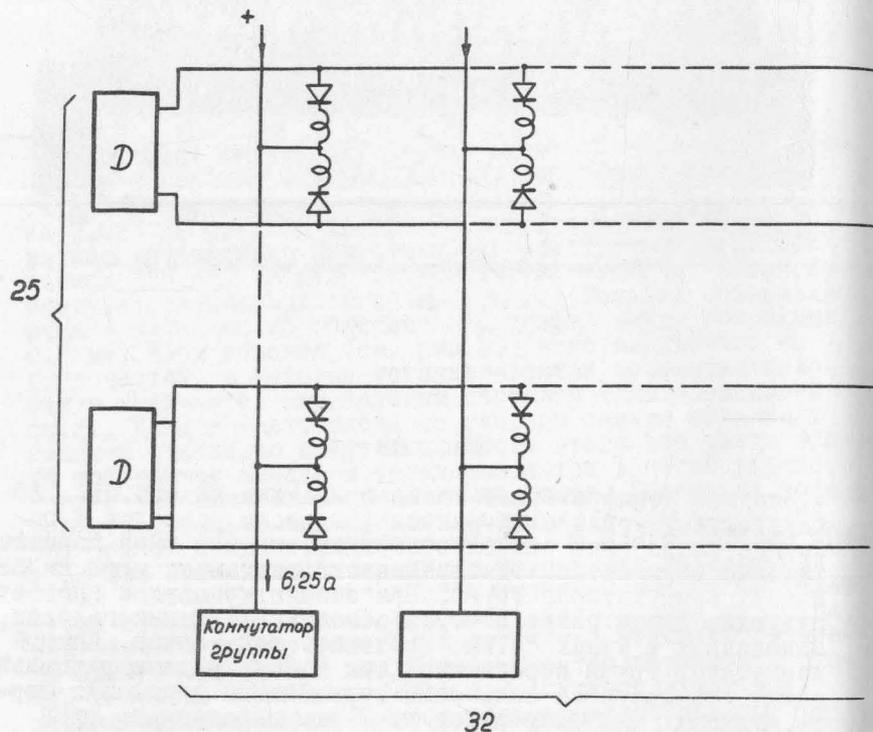


Рис. 35

и затем поступают с интервалом 4 мксек в ЗУ на сердечниках или выходят из него в буферное устройство. Имеются четыре барабана и 4 регистра (θ) для определения углового положения; имеется регистр команд; кроме передачи информации, указывается, следует ли произвести считывание

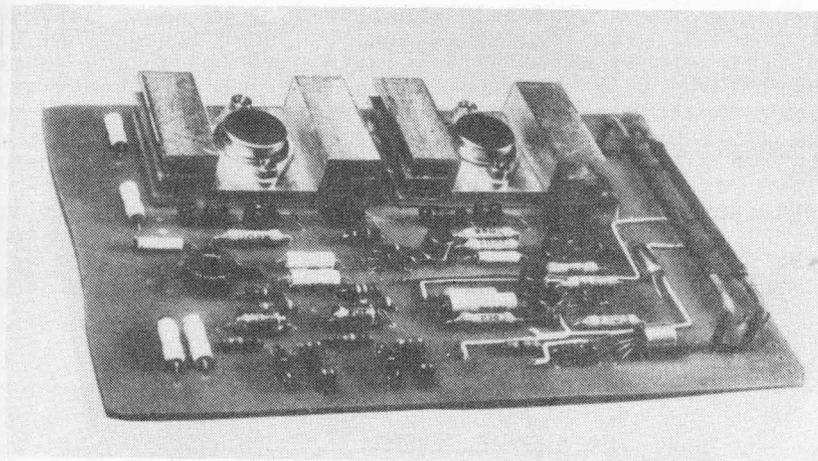


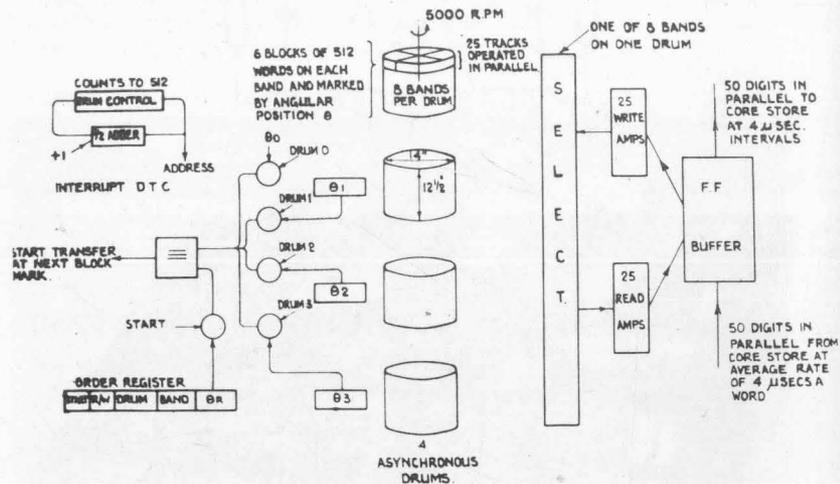
Рис. 36

или запись. Когда регистр получает команду, происходит выбор барабана регистра (θ), дается сигнал пуска и угловое положение, которое было запрошено, подается к схеме совпадения. Когда имеется совпадение, начинается передача запрашиваемого и текущего угловых положений барабана блока чисел.

Так как должны быть передачи 512 слов и количество переданных слов подсчитывается на полусумматоре, который управляет барабаном, сигнал об окончании передачи барабана имеет место, когда этот регистр показывает 512 слов. Кроме того, имеется еще один сигнал, который дает указание машине в том случае, если эта схема контроля не запоминалась и не достигала 512 слов за определенное время.

Слова с барабана могут подаваться на очень большой скорости: 1 слово за 4 мксек. Сам цикл запоминания равен 2 мксек. И, таким образом, фактически невозможно контролировать передачу с барабана при помощи программы: это должно производиться автоматически. То же самое действительно и для системы лент, которая, фактически,

дает слово каждые 11 мксек. Блоки с ленты и барабана имеют длину 512 слов, и когда передача начата, необходимо окончить ее до того, как будет иметь место прерывание. Барабан вращается и дает слова каждые 4 мксек, и невозможно остановить его без помощи очень большого буферного ЗУ между барабаном и самой машиной. Вследствие этого необходимо иметь систему очередности для обращения к ЗУ на сердечниках.



BASIC DRUM SYSTEM.

Рис. 37

Имеется три источника адреса: Центральная вычислительная машина, барабан и лента. Центральная вычислительная машина может подождать, барабан и лента - не могут. Таким образом сначала дается преимущество барабану, который дает слова каждые 4 мксек, затем ленте, и, наконец, Центральной вычислительной машине. Нужно, чтобы барабан и ленты не вызвали задержку выборки, и поэтому, система очередности используется только в том случае, если действительно имеет место переход барабана или ленты, так как работа схемы очередности занимает некоторое время. Еще одной трудностью в ЗУ является то, что оно может принять адрес в буферный регистр и не разрешает считывание следующей информации, так как в машине нет места.

В устройстве памяти на магнитных барабанах применяются следующие ячейки:

- 100 шт. диодных дешифраторов, что требует 3200 диодов
 - 25 усилителей записи, в каждом 7 триодов = 175 триодов
 - 25 усилителей считывания, в каждом 4 триода = 100 триодов
 - 32 коммутатора групп, в каждом 7 триодов = 224 триода
 - 50 ячеек управления в среднем по 8 триодов ячейка = 400
- Всего в устройстве 899 триодов и около 4 000 диодов.

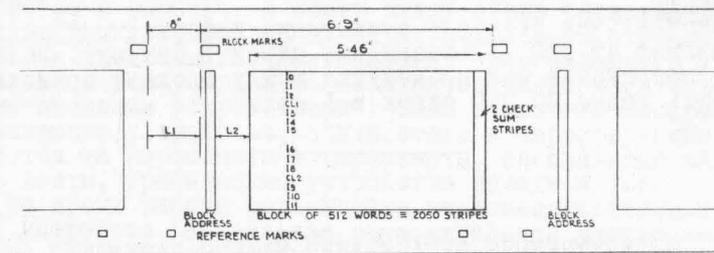
ЗУ на магнитных лентах

При создании системы лент основным вопросом является, можно ли записать информацию блоками фиксированной длины или разрешить программисту записать блоками любой длины. В "Атласе" по ряду причин были использованы два типа блоков фиксированной длины. Даже если эти блоки фиксированы для потребителя машины, он может предусмотреть изменяемую длину слов, чтобы на ленте были записаны слова с переменной длиной и преобразованы программой, находящейся в постоянной памяти, в слова с фиксированной длиной.

Такое использование ленты соответствует принципу размещения кодов на барабане. Для получения надежной работы необходимы очень хорошие магнитные ленты. И ленты испытываются на тот предмет, чтобы не иметь отверстий или уплотнений в магнитном материале по всей длине. Можно избежать таких уплотнений путем предварительной разметки ленты. Это обстоятельство имеет ту особенность, что запись всегда производится на том же участке ленты.

Фиксированные блоки на ленте содержат 512 слов; поэтому необходимое количество каналов в большинстве случаев определяется потребителями машины.

Расположение информации на ленте кратко показано на рис. 38. Сама лента имеет ширину 25,4 мм и на такой ши-



LAYOUT OF MAGNETIC TAPE

Рис. 38

рине имеется 16 параллельных дорожек для информации, идущих вдоль ленты. Одна дорожка называется маркирующей дорожкой блока. Она показывает начало и конец информации, которая содержится в этом отрезке. Кроме того, имеются две другие дорожки, которые называются контрольными от-

метками. Основные цели этих дорожек помочь при адресации или переадресации ленты, что может быть фактически сделано на самой машине. Адрес находится следом за отметкой блока. Из остальных четырнадцати дорожек - двенадцать для информации и две - синхронизирующие дорожки, причем каждая синхронизирует шесть дорожек для информации. Синхронизирующая дорожка располагается между тремя дорожками для информации. Имеются как бы две отдельные длины ленты. Синхронизация каждой половины производится отдельно. Контрольная система включает использование сдвоенной головки, так что, например, при записи другая головка несколько позднее начинает считывание только что записанной информации и складывает это в виде контрольной суммы. Эта контрольная сумма состоит из двух строк информации. Строка для записи поперек ленты состоит из 12 разрядов; таким образом получается контрольная сумма из 24 разрядов и она записана на двух полосках в конце 512 слов.

Вследствие наличия промежутка для программы проверки адреса и т.д. только 72% ленты используется для хранения информации. Эта величина может изменяться в пределах от 65% до 79% в зависимости от того, насколько точно контролируется скорость ленты. Сама лента имеет длину порядка 1000 м, причем можно разместить около 5000 блоков информации на ленте, что соответствует приблизительно 2,5 миллионам слов. Скорость ленты - 3,8 м в секунду и плотность записи около 15 импульсов на один миллиметр.

Максимальная скорость считывания информации с ленты составляет 45 000 12-разрядных строк в секунду. Вследствие прерываний или промежутка между блоками средняя скорость равна 30 000 строк в 1 сек.

Ш. ВНУТРЕННЯЯ ОРГАНИЗАЦИЯ МАШИНЫ "АТЛАС"

Вычислительная система состоит из Центральной машины, постоянного запоминающего устройства, запоминающего устройства на магнитных сердечниках, запоминающего устройства на магнитных барабанах, магнитных лентах и большого количества различных внешних устройств для ввода и вывода. Система "Атлас" Манчестерского университета имеет 32 блока запоминающих устройств на магнитных сердечниках, каждый по 512 48-разрядных двоичных слов. Имеется также запоминающее устройство на магнитных барабанах, разделенное на 192 блока по 512 слов. Обмен кодами между запоминающими устройствами на сердечниках и на барабанах происходит автоматически, образуя эффективное запоминающее устройство "одного уровня" более чем из двух сотен блоков. Среднее время для выполнения команды составляет от 1 до 2 мксек. Внешние устройства, имеющиеся в системе "Атлас" Манчестерского университета, включают:

8 магнитофонов	- 90000 знак/сек,
4 устройства считывания с перфоленты	- 300 знак/сек,
4 устройства вывода на перфоленту	- 110 знак/сек,
1 построчно-печатающее устройство	- 600 строк/мин,
1 считывающее устройство с перфокарт	- 600 карт/мин,
1 устройство вывода на перфокарты	- 100 карт/мин.

Описываемая система работы применима к любой вычислительной машине "Атлас" фирмы Ферранти и будет использована в системе "Атлас" Манчестерского университета. Система спроектирована для работы с любой структурой запоминающих устройств "одного уровня" на магнитных лентах и внешних вводных и выводных устройств. Если в системе отсутствуют магнитные ленты, то эффективность может оказаться ниже.

Конструкция системы "Атлас" такова, что передача информации в запоминающее устройство на сердечниках и из него управляется программами, которые находятся внутри постоянного запоминающего устройства. При обмене с запоминающими устройствами на барабанах и магнитных лентах, информация передается "блоками" по 512 слов. Передача слова за словом происходит автоматически; программы постоянного запоминающего устройства требуются только в начале и в конце блока. Во всех других внешних устройствах, т.е. считывающих, печатающих и перфорирующих, информация переписывается на одноразрядные буферные регистры и обратно, а обмен между этими регистрами и запоминающим устройством на сердечниках осуществляется с помощью программ из постоянного запоминающего устройства. Все эти устройства называются "медленнодействующими внешними устройствами". Сюда относятся построчно-печатающие устройства, считывающие и перфорирующие устройства на перфоленты и перфокарты, специальные магнитные ленты, графические устройства вывода и т.д.

Во время работы большинства медленнодействующих внешних устройств Центральная вычислительная машина занята около 1% времени. Таким образом, даже при работе многих медленнодействующих внешних устройств, Центральная вычислительная машина использует большую часть времени для непосредственного решения задачи. Система "Атлас" сконструирована так, что основные задачи не могут мешать работе программ постоянного запоминающего устройства, управляющих медленнодействующими внешними устройствами, которые, в свою очередь, не мешают друг другу из-за воздействия управляющей программы. Время для переключения управления между основной программой и программами постоянного запоминающего устройства равно приблизительно 10 мксек и входит в вышеуказанный 1% времени. Это распределение времени Центральной вычислительной машины обычно называется "перекрытием" ввода, вывода и вычисления.

Если бы медленнодействующие внешние устройства могли всегда передавать информацию со скоростью, которая требуется Центральной вычислительной машиной для решения любой задачи, то можно было бы легко достигнуть максимального перекрытия ввода, вычисления и вывода. Однако

Центральная вычислительная машина требует и выдает информацию при широко изменяющихся диапазонах скоростей с верхним пределом, превышающим триста блоков по 512 слов в секунду. В системе "Атлас" Манчестерского университета, которая включает 4 устройства считывания с перфокарты и 1 считывающее устройство с перфокарт, максимальная скорость ввода при одновременной работе всех устройств равна половине блока в секунду. Максимальная скорость вывода с четырьмя устройствами вывода на перфокарты, одним перфоратором результатов и одним постстрочнопечатающим устройством также равна половине блока в секунду. Ввод и вывод с магнитной ленты может увеличить эти скорости до 16 блоков в секунду на канал. Использование магнитной ленты для ввода и вывода требует большого количества оборудования для дополнительной обработки информации одновременно с работой машины, и если большое число каналов недоступно, то Центральная вычислительная машина может иметь ограничения по вводу или выводу в течение коротких отрезков времени.

Имеется метод, с помощью которого величина перекрытия может быть увеличена, заключающийся в том, что Центральная вычислительная машина одновременно решает несколько задач и посредством управляющей программы осуществляет решение этих задач в такой последовательности, чтобы скорости, с которыми запрашивается или выдается информация для Центральной вычислительной машины, понижались до тех скоростей, которые доступны для работы имеющегося медленнодействующего внешнего оборудования. Для того чтобы достигнуть этого, необходимо, чтобы имеющиеся задачи были таковы, что, пока некоторые из них выдают результаты, другие вычисляются, а третьи требуют ввода дальнейшей информации. Это требует либо большого числа программ в Центральной вычислительной машине, либо предварительной подготовки задач перед решением их на вычислительной машине. Кроме того, такой подбор задач может значительно снизить эффективность вычислительной машины, из-за необходимости хранения и восстановления всех общих рабочих регистров, на что требуется до 1,5 мсек в системе "Атлас" Манчестерского университета.

Другое решение этого вопроса заключается в том, чтобы разбить запоминающее устройство одного уровня на две области - области ввода и вывода и расположить их таким образом, чтобы Центральная вычислительная машина брала информацию из одной области и помещала в другую. К этим областям обращаются параллельно работающие, медленнодействующие внешние устройства. Использование этих областей "сглаживает" разницу по отношению к скоростям запроса и выдачи информации Центральной вычислительной машиной. Чем больше эти области, тем больше "сглаживание" и больше перекрытие, получаемое для любой последовательности задач. С помощью этого метода перекрывается вычисление одной задачи с вводом и выводом других; в любой момент времени Центральная вычислительная машина занимается только одной задачей и поэтому нет необходимости переключать управление между задачами. Разделение запоминающего устройства одного уровня между Центральной вычисли-

тельной машиной и двумя областями информации осуществляется управляющей программой и может непрерывно изменяться. Размеры областей вводной и выводной информации увеличиваются использованием магнитных лент, при этом одна из магнитных лент предусмотрена для обеспечения останова и прерывания решения тех задач, продолжение решения которых могло бы снизить эффективность работы системы. Управляющая программа определяет момент, когда имеет смысл продолжить решение приостановленной задачи.

На рис. 39 дана блок-схема системы.

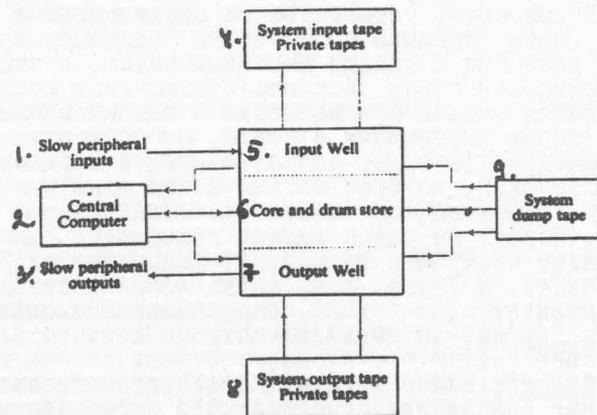


Рис. 39. Блок-схема системы:
 1 - ввод с медленнодействующих внешних устройств; 2 - Центральная вычислительная машина; 3 - вывод с медленнодействующих внешних устройств; 4 - ленты системы ввода. Отдельные ленты; 5 - область вводной информации; 6 - запоминающее устройство на сердечниках и барабанах; 7 - область выводной информации; 8 - ленты системы вывода. Отдельные ленты; 9 - система лент для прерывания решения задач

Система ввода

Для того чтобы ускорить заполнение области вводной информации в ЗУ с помощью медленнодействующих внешних устройств, всем этим устройствам разрешается работать одновременно. Кроме того, для наибольшей гибкости системы ввода нет необходимости в том, чтобы вводить одну задачу с одной "ленты" (под "лентой" здесь подразумевается перфокарта или комплект перфокарт) или через одно

устройство, или даже если это касается составных частей, чтобы они подавались в каком-то определенном порядке. Все составные части вводной информации получают названия для целей их опознавания.

Полная задача обозначается как "задача" и одна из составных частей содержит название "задача" вместе со списком обозначений других частей. Информация ввода организуется внутри системы с помощью управляющей программы, которая содержит списки этих обозначений и списки полных и неполных задач. В Центральную вычислительную машину допускаются только те задачи, для которых уже закончился медленный внешний ввод. Система описывается лучше, если рассмотреть, что происходит, когда информация с тех лент, с которых разрешено считывание, считывается в запоминающие устройства на сердечниках и на барабанах. Лента, имеющая обозначение "задача", привязывает это название к списку неполных задач, а этой задаче присваивается номер системы. Обозначения составных частей описания задачи прибавляются к списку обозначений. Затем любая информация с ленты, несущая одно из этих обозначений, вызывает соответствующее название в списке обозначений, которое обозначается как "настоящее", и информация запоминается вместе с обозначением и номером задачи. Первый же такой массив информации с ленты, который должен поступить на машину, запоминается после описания задачи, и всякий раз, когда любая часть информации переполняет один "блок", содержащий 512 слов, и переходит в другой, то последняя строка первого блока содержит номер следующего блока, а первая строка второго блока содержит номер задачи. Когда все названия частей получают обозначения "настоящих", тогда обозначение задачи перейдет в список полных задач. Всякий раз, когда Центральная вычислительная машина требует новую задачу, она извлекает название из этого списка, и все соответствующие "блоки" из области вводной информации, которая затем объявляется свободной. Если название части считывается до описания этой задачи, то это название прибавляет к списку названий, и первое действие по считыванию описания задачи состоит в том, чтобы развернуть список названий, для названий любых частей, которые могут уже быть представлены.

До сих пор не упоминалось о системе ввода с магнитной ленты; использование этой ленты не имеет существенного значения для системы при условии, что вводная информация в запоминающем устройстве на сердечниках и на барабанах может занять достаточно большой объем для того, чтобы собрать все полные задачи, считанные с медленнодействующих внешних устройств и сохранить их до тех пор, пока они не потребуются Центральной вычислительной машине для вычислений. Однако далее без системы ввода с ленты, при некоторых обстоятельствах, работа может быть непроизводительной. Например, если вычисление одной задачи продолжается в течение длительного времени, то объем вводной информации с медленнодействующих внешних устройств превзойдет размер любого среднего устройства памяти; кроме того, если для решения задачи требуется

большой объем памяти, то объем вводной информации должен быть сокращен.

Когда используется система ввода с ленты, область вводной информации в запоминающем устройстве на сердечниках и на барабанах делится на две части. Одну часть заполняют медленнодействующие внешние устройства, и полные блоки информации пересылаются из нее на систему ввода с ленты. Другая часть заполняется полными задачами с помощью систем ввода с лент, а затем эти задачи передаются по необходимости в Центральную вычислительную машину. Если информация записывается на ленту системы в точке А, то длина ленты системы, которая может быть обработана без воздействия со стороны потока информации от медленнодействующих внешних устройств, относится непосредственно к размеру первой части области вводной информации. Например, предположим, что эта часть объема запоминающего устройства состоит из пяти "блоков" по 512 слов (из общего числа более 200 блоков в запоминающем устройстве на сердечниках и барабанах в системе "Атлас" Манчестерского университета). Эти блоки памяти могут быть заполнены четырьмя устройствами считывания с перфоленты и одним устройством считывания с перфокарт в течение 10 секунд. Длина магнитной ленты, которая может быть обработана в течение 5 секунд, такова, что на ней размещается 75 блоков. Таким образом, эффективный объем информации ввода равен 80 блокам, и только пять из них должны быть в запоминающем устройстве на сердечниках и барабанах. Эти 80 блоков могут быть заполнены с помощью медленнодействующих внешних устройств в течение 2,7 минут. Если это соответствует 80 задачам, то такой ввод информации сам по себе способен сглаживать несоответствие между временем вычисления и ввода в отношении 80:1 для отдельной задачи. Если в какое-то время задачи, к которым еще не приступила Центральная вычислительная машина, распространяются дальше по длине ленты системы ввода, чем та длина ленты, которая может быть эффективно обработана, то, либо может быть увеличен допустимый объем вводной информации, что увеличивает длину допустимой обработки ленты, либо, если это невозможно, часть ленты системы ввода передается на ленту системы прерывания задачи для того, чтобы уменьшить ту длину ленты, которая должна быть обработана. Переданные таким образом задачи будут обрабатываться позже в соответствующее время, выбранное управляющей программой. Размер второй части области вводной информации в ЗУ должен изменяться в самых широких возможных пределах, так как диапазон скоростей, при которых могут обрабатываться блоки информации в Центральной вычислительной машине, очень широк.

Если используется лента системы ввода, то вся информация из медленнодействующих внешних устройств хранится на этой ленте с постоянной сохранностью записей от всех вводов. Таким образом, можно исправлять задачи внутри вычислительной машины в виде небольших исправлений, поэтому соответственно уменьшается объем дополнительной обработки. Вторая половина области вводной информации может также заполняться с других лент системы, а также

с отдельных магнитных лент, причем эта операция проходит под контролем управляющей программы.

Система вывода

Объем информации для вывода из ЗУ делится между медленнодействующими внешними устройствами примерно пропорционально скоростям, с которыми они могут передавать информацию. Это деление памяти может изменяться системой управления всякий раз, когда вывод любого медленнодействующего внешнего устройства превышает объем, предназначенный для него информации, при условии, что это изменение не влияет на работу других устройств.

Максимальная скорость вывода всей информации при одновременной работе всех медленнодействующих внешних устройств равна 1760 знаков в секунду. Эти цифры относятся к системе "Атлас" Манчестерского университета, где устройство вывода состоит из одного построочно-печатающего устройства, одного перфоратора и четырех устройств вывода на перфоленду. Если задача дает большой объем выводимой информации для одного или более внешних устройств, то область ЗУ, предназначенная для информации вывода, может быть заполнена очень быстро. Если же эта область не может быть расширена, и если не используется лента системы вывода, то программа, выдающая результаты, должна быть приостановлена и по возможности заменена другой.

Организация ленты системы вывода такая же, как и лента системы ввода. Область информации вывода в ЗУ делится на две части, первая из которых заполняется Центральной вычислительной машиной, а вторая - лентой системы вывода. Лента системы вывода подразделяется на секции; каждая секция содержит один "блок" для каждого устройства вывода на перфоленду и перфоратора и десять блоков для каждого построочно-печатающего устройства, т.е. в системе "Атлас" Манчестерского университета имеется 15 блоков, если требуются все медленнодействующие внешние устройства. Полная секция обслуживает все медленнодействующие внешние устройства приблизительно за 40 секунд. Вторая часть области информации для вывода в ЗУ состоит из одной или более таких секций. Если медленнодействующие внешние устройства должны работать с максимальной эффективностью, то необходимо, чтобы во вторую область информации входили только полные секции. Полные секции могла бы формировать система управления в первой части области информации вывода, но это потребовало бы очень большого объема памяти, при условии, что любая задача может давать несколько "блоков" вывода для любого отдельного медленнодействующего устройства. Этого можно было бы избежать, разрешив программе вырабатывать только один блок вывода, а затем останавливать эту задачу и переходить к другим программам до получения полной секции вывода. Организация такой системы снизила бы эффективность Центральной вычислительной машины вследствие необходимости переключения программ. Принятое решение заключается в том, чтобы организовать формирование полных секций на ленте сис-

темы вывода. При этом, программа может давать несколько блоков информации, частично заполняя несколько секций, до того, как появится необходимость остановить программу. Система управления организует распределение каналов вывода таким образом, что только полные секции передаются во вторую часть информации вывода в ЗУ.

Предположим, что лента системы вывода передает полные секции во вторую часть области информации вывода в ЗУ от точки А, и что программа выдала так много информации вывода для отдельного медленнодействующего внешнего устройства, что эта информация вывода записывается в секцию ленты системы вывода в точке В. Тогда, если ленту системы вывода можно обработать от А до В и перемотать обратно за время, пока медленнодействующие внешние устройства выведут содержание второй части информации вывода, то нет необходимости приостанавливать программу, которая вырабатывает эти данные. В системе "Атлас" Манчестерского университета, при объеме второй части информации вывода в ЗУ, равном одной секции в 15 блоков, вывод такого массива медленнодействующими внешними устройствами займет 40 секунд. За это время можно обработать 630 блоков информации на магнитной ленте. Таким образом, максимально, между двумя точками А и В можно поместить 315 блоков информации, т.е. 21 секцию. Поэтому в такой системе программа может выработать 21 блок информации даже при самом медленном выводе, до того момента, как появится необходимость ее приостановить. Это количество информации может быть выдано на построочно-печатающее устройство 10 раз. Эта техника записи на ленту системы вывода возможна в системе "Атлас" ввиду использования магнитной ленты с фиксированным объемом "блока" информации и применением предварительной адресации.

Первая область информации вывода в ЗУ не делится на секции и, если есть необходимость, вся эта область ЗУ целиком заполняется информацией для одного отдельного медленнодействующего внешнего устройства. Объем этой области ЗУ (первой области) изменяется системой управления и, если в любое время вырабатывается больше информации на вывод, чем может содержаться в этой области, то эта выводная информация записывается на ленту системы прерывания задач и при первой же возможности засылается в первую выводную область ЗУ. Иначе, программа, которая является источником такого большого количества вывода, может быть приостановлена.

Медленнодействующие внешние устройства вывода не могут работать непрерывно более чем 10+15 минут, так как они должны отключаться для заправки новым рулоном ленты или бумаги. Эта операция может продолжаться 2 мин. Система может учитывать эту ситуацию. В любое время управляющая программа знает, какое количество блоков информации было выработано Центральной вычислительной машиной для любого из медленнодействующих внешних устройств, и может знать, когда требуется менять бумагу или ленту. Она может проинформировать оператора об этом и приостановить подачу информации на этот вывод в течение достаточного времени, в которое заменяется лента или бумага.

Это легче всего делается при помощи записи неполных секций информации на ленту системы вывода. Кроме того, если секция поступает во вторую область информации вывода, для нее требуется работа медленнодействующего внешнего устройства, которое выключено, то соответствующая часть секции информации передается на первую область информации вывода в ЗУ, а отсюда снова на ленту системы вывода. Если нужно, то выдача информации для вывода на этом медленнодействующем внешнем устройстве от Центральной вычислительной машины приостанавливается. Подобным же образом, если медленнодействующее внешнее устройство постоянно отключается, а информация для него все еще находится на ленте системы вывода, то эта информация пересылается из второй области ЗУ в первую и повторно выдается на одно из работающих медленнодействующих внешних устройств.

Разгрузочная лента

Уже описывалось использование этой магнитной ленты для хранения избыточной входной и выходной информации. Выше также указывалось на обращение к программам приостановки решения задач. Если это происходит, то программа передается на ленту системы останова решения задачи для того, чтобы освободить место в запоминающих устройствах на сердечниках и барабанах для следующей программы.

Другой случай, когда программа может быть остановлена, состоит в том, что решение по этой программе занимает столь длительное время, что или переполняется область ЗУ, предназначенная для ввода, или вся информация, предназначенная для вывода, уже выведена.

В любом случае более эффективным является переходить к другой задаче и попытке сохранить непрерывное перекрытие ввода, вычисления и вывода.

Две системы магнитных лент для преобразования в магнитные ленты "Атласа"

Несколько слов о двух системах на лентах, которые возможно использовать в "Атласе".

Первая система на лентах, которая называется внешним координатором, служит для перевода лент IBM в ленты "Атлас". Запись на ленты IBM происходит с частотой 60кГц, т.е. 60 000 разрядов в секунду. Поперек ленты размещено семь разрядов ($61 + 1p$, где 1 - информация и р - четность). Следовательно шесть разрядов информации считываются каждые 16 мксек. Если предусмотреть буферное устройство на 1 слово, тогда критическое время для ленты будет 128 мксек (16 мксек x 8). Такая машина может осуществлять преобразование с магнитной ленты на какой-нибудь другой носитель информации и работать с небольшими блоками информации по 8-16 слов в блоке.

Вторая система на лентах характеризуется тем, что работа может осуществляться при различной скорости дви-

жения ленты. Для этой цели в системе используется специально сконструированная магнитная головка, удовлетворительно работающая при малом уровне сигнала. Эта система может использоваться для совместной работы с медленнодействующими устройствами на бумажной ленте и перфокартах без сложного буферного устройства. Например, при работе с телепринтером скорость движения ленты составляет 40см в секунду. Еще два случая характерны для этой системы. Первый - использование ленты машины "Меркурий", второй - использование для получения информации с телефонных линий, с которых данные идут с малой скоростью, а затем подаются в "Атлас" на более высокой скорости.

IV. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАШИНЫ

"АТЛАС"

Система "Атлас" Манчестерского университета будет использоваться разными факультетами университета и другими потребителями, на ней будет решаться много различных задач, причем вычисление некоторых из них займет всего лишь несколько секунд. Следовательно, важным является то обстоятельство, чтобы операторы вычислительной машины были максимально освобождены от излишней работы для обеспечения непрерывной работы вычислительной машины.

Важным свойством системы является то, что она не зависит критически от количества работающих внешних устройств; система может работать, хотя возможно и с пониженной эффективностью, даже если в ней нет ни одного магнитофона. Обычно для работы системы используется три ленты:

- 1) лента ввода,
- 2) лента вывода,
- 3) разгрузочная лента.

Лента 1 является буфером ввода для медленнодействующих внешних устройств, а также сохраняет запись всей входной информации с медленнодействующих внешних устройств. Лента 2 используется аналогично ленте 1, но только по отношению к выводу. Лента 3 имеет несколько применений, включая промежуточное хранение программ и, если необходимо, хранение избытка информации лент 1 и 2.

Расположение всех лент системы одинаковое, причем записывается необходимая информация для того, чтобы определить место любой информации по ее первоначальному адресу на ленте. Предусмотрена возможность использования программистом информации с этих лент без повторения ввода с медленнодействующих внешних устройств; например, если необходимо считывание большого объема ин-

формации с бумажной перфоленты, то повторное считывание может быть произведено ссылкой на адрес этой информации на одной из магнитных лент системы. Эти адреса со всех лент системы печатаются вместе с результатами работы программиста.

Если нужно использовать большое количество устройств ввода и вывода, программист может использовать отдельные магнитные ленты для записи информации, что делается с помощью соответствующих определений в названиях.

Названия и заголовки

Задачи вводятся в вычислительную машину с помощью медленнодействующих внешних устройств. Задача может состоять из нескольких "видов" информации, каждому из которых предшествует определяющее название. Это название, с помощью которого узнается вводимая информация, состоит из одной печатной строчки, следующей за заголовком, как например:

```
КОМПИЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА (x)
ДАННЫЕ
ЗАДАЧА,
```

где в качестве "x" может быть:

```
ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ВВОД
АВТОКОД "МЕРКУРИЯ"
"ФОРТРАН"
АВТОКОД "АТЛАСА".
```

Если заголовок вводимой информации:
КОМПИЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА В АВТОКОДЕ "МЕРКУРИЯ"
(название),

то это означает, что информация является исходной программой, записанной в коде машины "Меркурий". В более общем виде это означает, что информация подчиняется правилам автокода "Меркурий" и поэтому может включать как данные, так и команды автокода.

Если заголовок вводимой информации:

```
ДАННЫЕ
(название),
```

то последующая информация является данными, которые должны считываться программой во время работы и которые не подчиняются правилам, известным системе.

Заголовок "компилирующая программа" сам по себе не вводит соответствующего компилирования, которое начинается только с момента, когда считывается заголовок "задача".

Если появляется заголовок:

```
ЗАДАЧА
(название),
```

то это означает, что последующая информация дает описание задачи. Вообще, эта информация необязательна. Она ограничивается маркером конца ленты в случае отдельной ленты управления или же заголовками "компилирующая программа" или "данные", причем в этом случае название не повторяется. Заголовку "задача" обычно предшествует лента исходной программы следующим образом:

ЗАДАЧА
(название)

КОМПИЛИРУЮЩАЯ ПРОГРАММА В АВТОКОДЕ "МЕРКУРИЯ",
а затем следует сама исходная программа.

Дальнейшая необязательная информация может быть включена в описание задачи как:

- 1) ленты данных и программ (ввод),
- 2) используемые устройства вывода,
- 3) магнитные ленты,
- 4) требуемое запоминающее устройство, время вычисления и т.д.

Эти разделы описания задачи рассматриваются ниже.

Описание задачи в отношении ввода

Программа считывает данные с помощью команд, которые по существу означают: "считать следующий знак или ряд знаков с ленты данных номер n", где "n" - десятичное целое число. В этом контексте слова "ленты данных" означают пачки перфокарт. Номер, присвоенный программистом для ленты с данными, указывается в данном разделе "ввод" описания задачи. Этот раздел информации начинается словом

```
ВВОД,
```

за которым следует список названий лент с данными, используемыми в этой задаче, причем каждому названию предшествует номер "n", присвоенный программистом, например:

```
ВВОД
```

```
1 (название данных 1)
2 (название данных 2).
```

Это означает, что существуют две ленты с данными, известные под номерами 1 и 2, присвоенными им программистом. Они могут быть введены в машину или тем же устройством ввода, что и лента "задачи", либо до нее, либо после, или же другим устройством ввода. Номер n = 0 сохраняется для самой программы (и может использоваться в программе для считывания данных, которые следуют за программой как часть той же ленты). Могла бы быть и отдельная лента управления:

```
ЗАДАЧА
```

```
(название)
```

```
ВВОД
```

```
1 (название данных 1)
0 (название ленты с программой).
```

В этом случае название компилирующей программы, которая должна быть использована, записывается в начале ленты с программой. Если заголовок "задача" находится в начале ленты с данными, то тогда "раздел" информации "ввод" в описании задачи должен включать в себя слово:

```
SAM = (n),
```

где n - номер, присвоенный программистом этим данным в программе.

Если раздел ввода в описании задачи пропущен, то это соответствует такой записи:

ВВОД

SAM = 0

и следующая за этой записью программа компилируется и выполняется.

Ввиду того, что вся информация ввода автоматически записывается на магнитную ленту системы ввода, программист может считывать свою ленту снова прямо с этой ленты ввода (например, чтобы сделать исправление). Для того чтобы сделать это, в разделе "ввод" в описании задачи, он пишет:

ЛЕНТА (a)/(b)/(c)

(n) (название его ввода),

где a - номер ленты системы;

b - номер "блока" информации из 512 слов на ленте;

c - строка в "блоке" ленты, с которой начинается его ввод

Его название, конечно, записано на этой ленте в этой точке, но это название упоминается снова как средство проверки.

Описание задачи в отношении вывода

Программа выдает результаты с помощью команд, которые по существу означают: "печатать следующий знак или ряд знаков на вывод n", где n - целое десятичное число. Необходимые устройства вывода определяются в разделе "вывод" описания задачи. Этот раздел начинается словом

ВЫВОД,

за которым следует список устройств вывода, используемых в решении данной задачи, причем каждому предшествует номер n, присвоенный программистом, например:

ВЫВОД

1 (тип устройства, { m } "блоков")

2 (тип устройства, { m } "блоков")

Могут быть следующие типы устройств:

ПОСТРОЧНО-ПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

ТЕЛЕТАЙП

ПЕРФОКАРТЫ

ПЯТИДЫРОЧНЫЙ ТЕЛЕТАЙП

ЛЮБОЙ ТИП,

где "Телетайп" означает семидырочный перфоратор для бумажной ленты, "перфокарты" - означает перфоратор, "любой тип" - означает вывод на построочно-печатающее устройство, телетайп или перфокарты.

Операторы могут отключать те или иные выводные устройства. Число "m" определяет предельный объем вывода, и, если вывод превышает "m" блоков информации по 4096 знаков, то программа останавливается. Если количество "блоков" вывода не указано, то выводится I блок. Далее, если используется только одно выходное устройство, то раздел вывода может быть опущен и это как бы равносильно следующей записи в описании задачи:

ВЫВОД

O, ЛЮБОЙ ТИП, I БЛОК.

При печати, информации вывода предшествует следующая запись:

ВЫВОД (n)

(название задачи)

и вывод информации системы происходит всегда на выводе O.

Описание задачи в отношении

использования лент

Если программист использует магнитные ленты непосредственно в своей программе (используя команды для лент, в отличие от лент, использующихся в связи с вводом или выводом), то он определяет каждую используемую ленту двумя строчками при описании задачи:

ЛЕНТА

(n) (название, которое хранится в "O" блоке ленты), где n - номер, присвоенный программистом ленте. Если требуется новая лента, то соответствующие две строки в заголовке задачи таковы:

ЛЕНТА СВОБОДНА

(n) (название в блоке O).

В этом случае установленное название записывается системой в блок O.

Если вся информация размещается на нескольких лентах, то это определяется измененным заголовком "лента":

ЛЕНТА/(m)

(n) (название в блоке O),

где m - количество лент, счет которых идет от I и далее. Номер "n", присвоенный программистом, распространяется для всех "m". Последняя лента этого массива имеет следующий заголовок:

ЛЕНТА/(m) КОНЕЦ.

Если программа предусматривает обширный ввод, то задаче предшествует запись этой входной информации на магнитную ленту. Для того чтобы произвести эту запись, ввод озаглавливают так:

ЗАПИСЬ ЛЕНТА СВОБОДНА

(название в блоке O),

где указанное название записано в блок O. Если применяется ранее использованная лента, то заголовок таков:

ЗАПИСЬ ЛЕНТА (b)

(название в блоке O),

где b номер блока ленты. (Программист всегда должен начинать работу с начала блока ленты).

Информация может считываться с этой ленты впоследствии с помощью указания ленты и названия информации в разделе "ввод" в описании задачи.

Если программа предусматривает обширный вывод, то вывод может быть записан на отдельную магнитную ленту. Это определяется в разделе "вывод" описания задачи следующим образом:

ВЫВОД

(n) ЛЕНТА СВОБОДНА / (тип устройства, (m) БЛОКОВ)
(название в блоке 0),
где " n ", тип устройства и " m " - означают то же, что и при обычном выводе и где указанное название записывается в блок " 0 ". Если применяется ранее использовавшаяся лента, то обозначение следующее:
(n) ЛЕНТА (b) / (тип устройства, (m) БЛОКОВ)
(название в блоке 0),
где b есть номер блока на ленте.
Эта отдельная лента печатается с помощью управляющей ленты, на которой записано:
ПЕЧАТЬ, ЛЕНТА
(название в блоке 0),
если должна быть напечатана полная лента или же:
ПЕЧАТЬ, ЛЕНТА (a) / (b) / (c)
(название ее вывода),
если только один " раздел " ленты должен быть напечатан с ленты " a ", блока " b ", слова " c ".

Описание задачи в отношении прочих вопросов

В описании задачи может быть дана следующая информация:
1. Объем используемой памяти на сердечниках и на барабанах;
2. Время, в течение которого ожидается окончание вычисления по программе;
3. Количество барабанов, которые потребуются по программе для предусмотренных в ней обращений к барабанам.
Все три указания относятся к исполнительной части программы, т.е., исключая ввод с медленнодействующих внешних устройств, компилирование и вывод на медленнодействующие внешние устройства. Они определяются с помощью следующих обозначений:

ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО	s	
ВЫЧИСЛЕНИЕ	ра	ЧАСОВ
или		
ВЫЧИСЛЕНИЕ	ра	МИНУТ
или		
ВЫЧИСЛЕНИЕ	ра	СЕКУНД
БАРАБАНЫ	d	

где s - максимальное количество "блоков" памяти по 512 чисел в запоминающих устройствах на сердечниках и на барабанах, используемых в программе во время ее выполнения, ра - десятичное число с фиксированной запятой, например:

ВЫЧИСЛЕНИЕ 7,5 СЕКУНД,
что предполагает, что программа выполнится в течение не более чем 7½ секунды (если определение используемого объема запоминающего устройства и времени вычисления превышает, то программа останавливается). Обозначение " d " есть число барабанов, которое требуется программе

для выполнения обращения к барабанам.

Если полное время работы значительно отличается от действительного времени вычисления потому, что существует значительное время ожидания ленты, то действительное время вычисления должно быть также определено, например:

ИСПОЛНЕНИЕ 5 МИНУТ
ВЫЧИСЛЕНИЕ 30 СЕКУНД

Если в задаче нет дополнительной информации, то резервируются:

20 "блоков" памяти (10 240 слов)

4 секунды времени вычисления

и, конечно, ноль барабанов. Оценка времени вычисления и времени исполнения принимаются одинаковыми, если оба эти времени не определены порознь.

Маркеры конца ленты

Конец секции ленты обозначается как

* * * (x),

где x есть Z, A, B, C или T.

Маркеры означают следующее:

- * * * Z - указывает на действительный конец ленты или комплекта карт
- * * * A - указывает на "остаток предыдущего неполного раздела, если только он имеется" (это может быть затребовано оператором машины)
- * * * B - указывает, что далее следует двоичная информация
- * * * C - указывает на конец раздела и что на этой ленте имеется другой раздел, следом за предыдущим
- * * * T - указывает на временную остановку внутри секции.

Число знаков n на двоичной ленте может указываться следующим образом:

(n) * * * B,

где n - десятичное целое число.

Прочитав маркер * * * Z, вычислительная машина отключает внешнее устройство. Если оператор снова включает это устройство, то считывается новый раздел (с соответствующим заголовком и названием). Маркер * * * C указывает конец раздела на ленте, но устройство не отключается, и следующий раздел считывается автоматически.

При считывании маркера * * * T для временной остановки, устройство отключается, как и при маркере * * * Z. Однако, когда оператор снова включает это устройство, то считывается продолжение этого раздела (без нового заголовка). Наконец, считывая маркер * * * B, вычислительная машина считывает последующую информацию в двоичном коде, без проверки следующих маркеров конца ленты.

Лучшим методом определения последовательности раздела данных без использования маркера * * * T является использование измененного заголовка "данные".

ДАННЫЕ / (n),

где "n" - величина последовательности раздела данных; например, для программы с данными на двух различных бумажных перфолентах, данные могут быть озаглавлены:

ДАННЫЕ/1
(название данных)

и

ДАННЫЕ/2 КОНЕЦ
(то же самое название)

и каждая лента кончается маркером * * * Z. Ленты с последовательностями данных могут считываться вычислительной машиной в любом порядке.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

I. Введение	3
II. Основное оборудование вычислительной машины "Атлас"	6
III. Внутренняя организация машины "Атлас"	42
IV. Особенности использования машины "Атлас"	51

6P-105919

09 1962 г.
Акт № 2180

Сдано в набор 12/УП-1962 г.

Зак.160

Тир.300

ИТМ и ВТ АН СССР. Москва, Ленинский проспект, 51