

## О ЗАПОМИНАЮЩЕМ УСТРОЙСТВЕ МАШИНЫ ГИФТИ

*А. М. Гончаров, А. С. Тарантович*

Рассматривается запоминающее устройство (ЗУ) на магнитном барабане, вращающемся со скоростью 6 тыс. об/мин. Устройство разделяется на „обычное ЗУ“ и „специальное ЗУ“. Обычное ЗУ имеет 31 дорожку, на каждой из которых хранится 64 числа по 32 разряда. Замена информации производится без предварительного стирания. Чтение осуществляется одним усилителем, к которому с помощью схемы коммутации, выполненной на кристаллических диодах, может подключаться любая магнитная головка. Головка имеет одну обмотку и служит как для чтения, так и для записи. Специальное ЗУ содержит 16 одночисленных регистров с рециркуляцией. Приведены логические схемы регистров с цепями управления и примеры использования регистров с рециркуляцией в арифметическом устройстве (АРУ) и центральном управлении машины (ЦУ). Дано описание метода полуавтоматического нанесения тактовых импульсов на магнитный барабан.

Создание небольшой универсальной последовательной машины, обладающей хорошей скоростью счета, связано с выбором запоминающего устройства, так как скорость счета во многом определяется временем обращения к нему. Важной характеристикой машины является также объем ЗУ. Совместить хотя бы эти два требования в одном устройстве очень трудно при желании сохранить приемлемые габариты. Вместе с тем известно, что решение задачи на машине, как правило, идет этапами: общая программа вычислений разбивается на подпрограммы, и во время обработки каждой подпрограммы многократное обращение осуществляется лишь к ограниченному числу ячеек памяти. Поэтому в настоящее время в вычислительных машинах для повышения скорости работы используют одновременно несколько ЗУ, обладающих различной емкостью и быстродействием. В качестве запоминающего устройства большой емкости (сравнительно медленных), так называемых „обычных ЗУ“, широко используются магнитные барабаны. В качестве запоминающих устройств с малым временем обращения („оперативное или специальное ЗУ“) получают распространение системы с запоминанием на ферритовых кольцах. Однако при комбинировании использования различных систем памяти неизбежно возникает проблема их взаимной синхронизации, что особенно неприятно в последовательных машинах.

В машине ГИФТИ делается попытка обойти проблему синхронизации путем совмещения функций медленного и оперативного ЗУ на одном магнитном барабане. В таком варианте последовательной машины угловая скорость и плотность записи определяют рабочую частоту, которая, в свою очередь, определяет скорость работы машины в целом. Оперативное ЗУ в машине ГИФТИ состоит из ячеек с рециркуляцией, хранящих всего одно число и всегда готовых к записи или выборке. Магнитный барабан машины имеет диаметр 240 мм, длину образующей 200 мм и вращается со скоростью 6000 об/мин, что соответствует линейной скорости 75 м/сек. Обыч-

яое ЗУ (ОЗУ) машины размещено на 31 дорожке барабана и предназначено для хранения 1984 32-х или 992 64-х разрядных "слов". Специальное ЗУ (СЗУ) в виде 16 регистров с рециркуляцией размещено на 16 дорожках барабана. В каждом регистре может быть записано одно 94-х или два 32-х разрядных "слова". Для хранения констант имеется небольшое ЗУ на кристаллах.

На магнитном барабане расположено также шесть регистров с рециркуляцией, используемых в центральном управлении и арифметическом устройстве машины, и четыре дорожки с синхронизирующими импульсами:

А. Дорожка тактовых импульсов (ТИ), задающих частоту работы машины.

Б. Дорожка головных импульсов, фиксирующих начало каждой ячейки ОЗУ на дорожке.

В. Дорожка импульса начала отсчета, на которой записан импульс, совпадающий с одним из головных.

Г. Дорожка номеров ячеек, на которой в каждой ячейке записан ее номер в двоичном коде, причем счет ведется от импульса начала отсчета.

Экспериментальная проверка работы ЗУ машины была осуществлена как на вспомогательном барабане с диаметром 80 мм, вращающемся со скоростью 15—18 тысяч об/мин (линейная скорость 60—65 м/сек), что при плотности записи 3 имп/мм соответствует рабочей частоте 180—195 кгц, так и на барабане машины, параметры которого приведены выше.

## 1. ОБЫЧНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

В связи с рядом особенностей конструкции машины ГИФТИ<sup>[1]</sup> поиск нужной ячейки ЗУ по заданному адресу требует трех специальных указаний: 1) указания типа памяти, к которой осуществляется обращение (СЗУ или ОЗУ); 2) указания длины ячейки (32 или 64 разряда); 3) если ищется 32-разрядная ячейка, то указывается дополнительно четность или нечетность ее номера.

1. Блок-схема ОЗУ приведена на рис. 1. Поиск заданной ячейки памяти требует нахождения номера дорожки, что осуществляется статическим регистром совместно с дешифратором поиска (ДП), и номера числа на дорожке. Если поиск производится в СЗУ, то ДП служит для определения номера регистра. Для поиска номера числа на дорожке используется схема совпадения (1). На нее подаются порядковые номера ячеек с управляющей дорожки Г (см. стр. 157) и код адреса искомой ячейки из регистра хранения текущей команды (РТК). Если совпадение произошло, то схемой генерации импульса разрешения записи или чтения (РЗЧ) (2) выдается сигнал, начало которого по времени совпадает с моментом начала прохождения искомой ячейки под пишущей (читающей) головкой ( $G_1$ ). Если импульс РЗЧ совпадает по времени с одним из потенциалов чтения ( $\Pi_3$ ,  $\Pi_4$ ) главного цикла (см. [1]), то возбуждаются цепи усилителя чтения (УЧ), и искомая информация, стробированная тактовыми импульсами, выдается на кодовую шину (КШ). Если

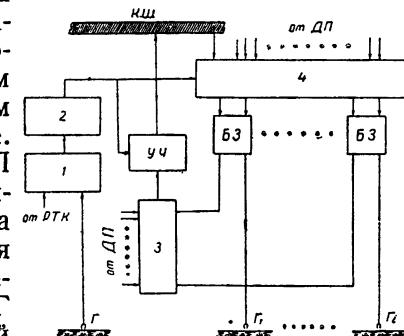


Рис. 1.

импульс РЗЧ совпадает по времени с потенциалом записи ( $\Pi_6$ ) главного цикла, то информация с кодовой шины поступает в схему формирования обратного кода (4), необходимого для записи нулей числа. Цепи чтения и записи связаны между собой выходными трансформаторами, которые расположены в блоках записи (БЗ). Читающие обмотки трансформаторов подключены к схеме коммутации чтения (3), которая управляется дешифратором поиска и подключает нужную головку к усилителю чтения.

2. Запись и изменение записанной информации. На магнитном барабане используется слой из ферролака 101<sup>а</sup>, разработанного и изготовленного Всесоюзным научно-исследовательским институтом звукозаписи. Покрытие слоем лака в 30–50 микрон производится согласно инструкции [2].

Для записи и чтения применяется одна и та же магнитная головка, имеющая одну обмотку. Замена ненужной информации на новую производится без предварительного стирания. Замещающая информация пишется в нужную ячейку, производя требуемые изменения в прежней записи. Это вызывает необходимость пропускать через головку ток в различных направлениях. Одно из направлений соответствует единице в записывающей информации, другое — нулю. При этом слой под головкой оказывается намагниченным в одном или другом направлении. Читаемый сигнал по форме приближенно соответствует первой производной от распределения остаточной индукции в слое. Однако мощности применяемого оборудования оказывается недостаточно, чтобы довести до полного магнитного насыщения ферролак 101<sup>а</sup> при однократной записи. Поэтому, чтобы избежать накопления шумов, приходится работать на слое, предварительно намагниченном до насыщения в направлении, соответствующем направлению тока через головку при записи нулей. В этом случае при чтении информации единице должен соответствовать импульс определенной полярности, а нулю — отсутствие импульса. Для различия нулей и единиц в читаемой информации применено стробирование тактовыми импульсами, которое производится в момент, соответствующий положительной полуволне импульса, изображающего единицу. Запись нулей производится более мощными импульсами, чем запись единиц, так что материал слоя при записи нулей возвращается к исходному состоянию намагничения. Принятие таких мер позволяет устраниТЬ возможность появления помех при многократном переписывании.

3. Цепи чтения — записи. Читаемый сигнал с головки подается на трансформатор с ферритовым сердечником, имеющий четыре обмотки. Две обмотки этого трансформатора включены в цепи анодов записывающих ламп и служат для записи „1“ и „0“. Третья обмотка подключена к головке, а четвертая выведена в схему коммутации чтения. Таким образом головка через трансформатор связана одновременно с цепями чтения и с цепями записи.

(3.1). Схема коммутации чтения набирается из четырех стандартных блоков, каждый из которых может подключать к усилителю чтения одну из восьми связанных с ним головок. На рис. 2 приведена принципиальная схема такого блока. Управляющими сигналами для схемы служат потенциалы с выходов ДП. Потенциалы невозбужденных выходов равны  $-2\text{v}$ . Потенциал возбужденного выхода равен  $-30\text{ v}$ . Управляющий сигнал (УС) открывает диоды выбранной ячейки блока, и головка оказывается подключенной к усилителю чтения. В остальных ячейках диоды остаются запертыми, и сигналы с головок на усилитель не проходят. Благодаря тому, что в момент включения управляющего

сигнала в первичной обмотке выходного трансформатора  $T$ , имеющей заземленную среднюю точку, токи текут навстречу, бросок напряжения на входе усилителя может быть сведен к минимуму. Число ячеек коммутации, которое можно подключить к усилителю, определяется обратными сопротивлениями диодов, так как любая расшифрованная ячейка оказывается шунтированной всеми входными сопротивлениями нерасшифрованных ячеек. Выбор сопротивлений  $R$  некритичен: необходимо лишь, чтобы они не препятствовали нормальной работе трансформаторов  $T_1, \dots, T_8$  во время записи и чтения.

Чтение информации из заданной ячейки ОЗУ осуществляется в два этапа. На первом этапе искомая дорожка подключается к УЧ, выход которого остается закрытым. На втором этапе выход усилителя открывается на время прохождения ячейки под читающей головкой. В это же время читаемая информация на выходе усилителя стробируется тактовыми импульсами.

(3.2). Схема развоения кода. Запись информации ведется по двум каналам, связанным с головкой. Один канал служит для записи единиц, другой — для записи нулей. На вход канала записи единиц код информации подается без изменения. Нулюм в коде соответствует отсутствие импульса, и поэтому в момент их прохождения записи этим каналом не производится. На вход канала записи нулей подается обратный код.

Формирование прямого (ПК) и обратного (ОК) кодов и выдача их по двум раздельным каналам осуществляется схемой развоения кода, логическая структура которой приведена на рис. 3, где  $B_1$  и  $B_2$  — клапаны, И — инвертор. Управляющий потенциал (УП), открывающий выходы схемы, подается только на время записи в выбранную ячейку ОЗУ.

(3.3). Схема коммутации записи (рис. 4) осуществляет выбор усилителей записи, которые должны произвести запись информации.

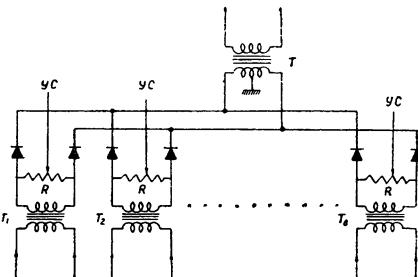


Рис. 2.

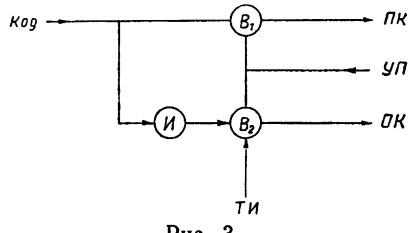


Рис. 3.

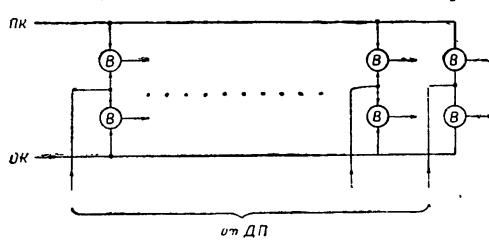


Рис. 4.

Она представляет собой сетку попарно связанных клапанов и собрана на кристаллических диодах. Каждая пара клапанов, на входы которых подается развоенный код, управляемый одним из выходов ДП. При расшифровке какой-либо пары клапанов информация по двум каналам подается к

соответствующему усилителю записи.

(3.4). Усилитель записи, принципиальная схема которого приведена на рис. 5, собран на лампах 6Н1П и имеет два канала (канал нулей и канал единиц) с общим трансформаторным выходом (см. 3). В анодной цепи выходной лампы ( $L_3$ ) канала записи единиц, последовательно с обмоткой трансформатора, включено

небольшое сопротивление. Благодаря этому (см. 2) импульсы тока, поступающие в головку при записи нулей, несколько превосходят по амплитуде импульсы тока при записи единиц.

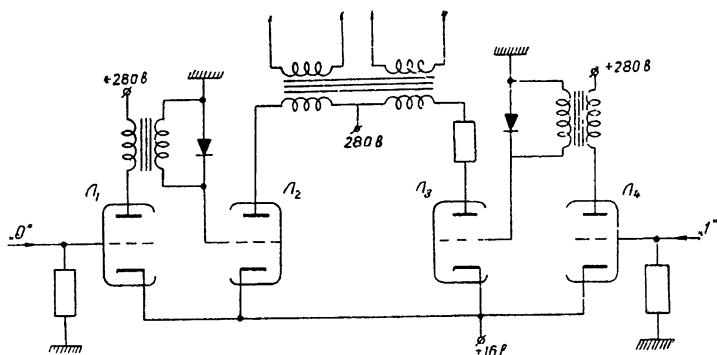


Рис. 5.

## 2. СПЕЦИАЛЬНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

1. Регистр с рециркуляцией является основой СЗУ машины, которое содержит 16 таких регистров и несколько ячеек на кристаллах, хранящих константы.

(1.1). Логическая схема регистра с рециркуляцией приведена на рис. 6. Пунктиром на схеме обведен путь циркуляции информации, остальные цепи предназначены для управления записью и чтением. Новые обозначения в схеме следующие: ВКШЧ—вспомогательная кодовая шина чтения; ВКШЗ—вспомогательная кодовая шина записи; Сп ЗУ—потенциал, указывающий, что производится обращение к СЗУ;  $\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_6$ —потенциалы главного цикла ( $\Pi_1, \Pi_3, \Pi_4$ —потенциалы чтения и  $\Pi_6$ —потенциал записи); Ус.Ч—усилитель чтения, а Ус.З—усилитель записи регистра; В—клапан; И—инвертор. Выход с дешифратора ДП подготавливает цепи к записи или чтению в том регистре, адрес которого установлен в центральном управлении машины. Как видно из схемы (рис. 6), информация в режиме рециркуляции проходит следующие цепи: читающую головку, усилитель чтения, клапан запрещения рециркуляции  $B_1$ , записывающий усилитель, записывающую головку, магнитный материал. Работа схемы будет пояснена при рассмотрении отдельных цепей регистра.

(1.2). Читающая (записывающая) головка. В регистрах применяются стандартные головки как для записи, так и для чтения. Лепестки головки изготовлены из магнитного материала 38 НС, обладающего большой величиной индукции насыщения, большим удельным электросопротивлением и малой коэрцитивной силой. Внутренний трансформатор образован обмоткой и короткозамкнутым медным витком, служащим одновременно прокладкой. Такая конструкция головки принята для улучшения её записывающих свойств. При тщательном выполнении внутреннего трансформатора

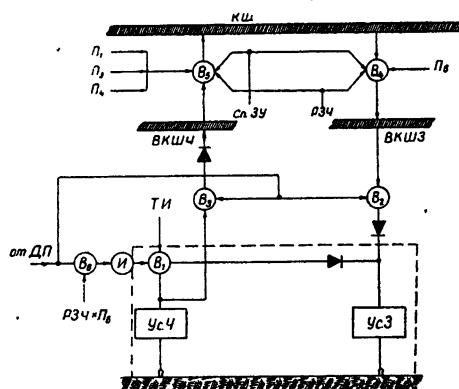


Рис. 6.

бота схемы будет пояснена при рассмотрении отдельных цепей регистра.

(1.2). Читающая (записывающая) головка. В регистрах применяются стандартные головки как для записи, так и для чтения. Лепестки головки изготовлены из магнитного материала 38 НС, обладающего большой величиной индукции насыщения, большим удельным электросопротивлением и малой коэрцитивной силой. Внутренний трансформатор образован обмоткой и короткозамкнутым медным витком, служащим одновременно прокладкой. Такая конструкция головки принята для улучшения её записывающих свойств. При тщательном выполнении внутреннего трансформатора

(отсутствие деформации) магнитные свойства материала не нарушаются и качество чтения остается хорошим.

#### Технические данные головок:

Число лепестков—3 коротких, 2 длинных, выведенных наружу.

Ширина лепестков—1,5 мм.

Число витков—100÷200 в.

Длина магнитного пути—4 мм.

Ширина щели—60÷70  $\mu$ .

Толщина лепестков магнитного материала—50  $\mu$ .

Рабочий зазор—30÷40  $\mu$ .

Толщина пакета пишущей части—250÷270  $\mu$ .

Ток перемагничивания—300 ма, для материала покрытия 101<sup>а</sup> и зазора 40  $\mu$ .

ЭДС чтения на головке—100 мв.

(1.3). Усилитель чтения собран на лампах 6Н1П по

схеме на сопротивлениях с автосмещением в катоде первого каскада (рис. 7). Сигнал с головки подается на повышающий трансформатор с числом витков 20/170, собранный на ферритовом сердечнике с  $\mu = 600$ . Первый каскад, ввиду малой величины входного сигнала 0,3÷0,5 в, является линейным усилителем. Второй каскад служит для усиления отрицательных значений амплитуд сигналов, срезая положительную часть сигнала сеточным током (см. осциллограммы в точках А, В, С, Д, рис. 8). Усиленный положительный сигнал амплитуды 45÷60 в поступает на сетку катодного повторителя, служащего для согласования выхода усилителя с входом клапана запрещения рециркуляции. Выходной сигнал оказывается сдвинутым относительно тактовых импульсов, ввиду срезания отрицательной полуволны сигнала (см. осциллограммы Д, Е, рис. 8).

(1.4). Клапан запрещения рециркуляции и цепи управления регистром. Клапан запрещения рециркуляции ( $B_1$  на рис. 6) предназначен как для управления разрешением и запрещением рециркуляции, так и для стробирования прочитанной информации тактовыми импульсами. Последнее необходимо делать для того, чтобы незначительный сдвиг фазы за счет неравномерной записи или другой причины не вызывал дальнейшего смещения информации при перезаписи, а также для того, чтобы придать импульсу записи

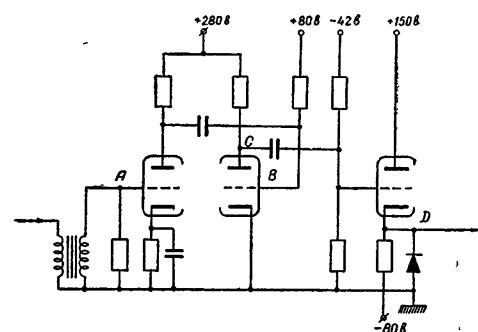


Рис. 7.

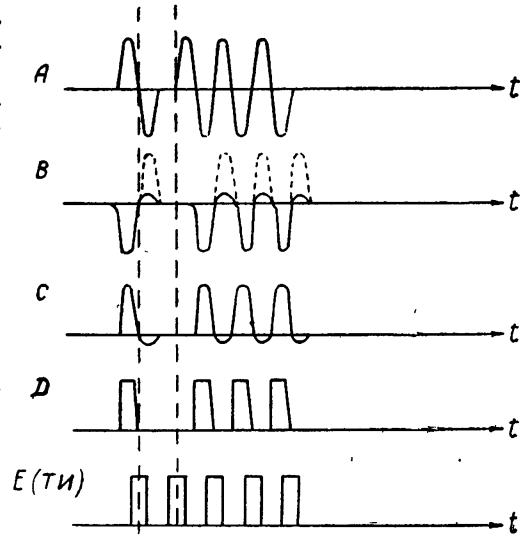


Рис. 8.

фиксированную длительность, не вызывающую перегрузку усилителя записи. Читаемый импульс с магнитного барабана всегда шире импульса записи. Это обусловлено тем, что линейные размеры намагниченного участка покрытия барабана определяются не только длительностью записи, но зависят также от характеристики покрытия и конфигурации поля. Последняя определяется конструкцией головки (шириной щели, зазором до барабана, числом ампервитков и т. п.). Линейные размеры намагниченного участка при заданной линейной скорости и определяют длительность импульса чтения.

Клапан запрещения рециркуляции собран на кристаллических диодах типа Д-2. Амплитуда выходного сигнала клапана 30 в и определяется величиной входного сигнала, стробирующего импульса и величиной потенциала разрешения рециркуляции. Потенциал запрещения рециркуляции длительностью в одно число (32 или 64 такта) с потенциального инвертора (И) подается на катодный повторитель и затем на клапан, запрещая рециркуляцию на время одного числа.

Запись информации извне в регистр осуществляется через клапан  $B_2$  (см. рис. 6) при наличии потенциала разрешения записи в данный регистр и входной информации. При этом разрывается цепь рециркуляции. Чтение осуществляется с клапана  $B_3$  с приходом потенциала разрешения чтения. При этом цепь рециркуляции не разрывается. Обмен информацией между сборными шинами чтения—записи (ВКШЗ и ВКШЧ) и кодовой шиной (КШ) осуществляется через вспомогательные клапаны  $B_5$  и  $B_4$ .

(1.5). Усилитель записи, принципиальная схема которого приведена на рис. 9, содержит предварительный усилитель, собранный на одном из триодов лампы 6Н1П с понижающим трансформатором (170/100 витков) в анодной цепи, и усилитель мощности на лампе 6П1П.

Согласование индуктивной нагрузки с усилителем мощности осуществляется импульсным понижающим трансформатором 170/40 витков на ферритовом сердечнике с  $\mu = 600$ , который нагружен на активное сопротивление  $R = 560 \div 600 \text{ ом}$  для

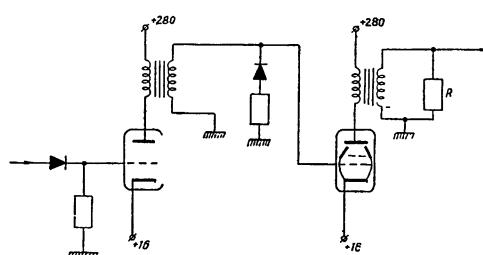


Рис. 9.

уничтожения паразитных колебаний, вызывающих в головке ток обратного знака.

2. Конструкция регистров. Механическая конструкция регистров (фотография приведена на рис. 10) выполнена так, что одна из головок подвижна. Это позволяет осуществлять настройку регистра на нужное число разрядов. В регистрах предусмотрена работа как 32-разрядными числами с дополнительной регулировкой в пределах  $28 \div 34$  разрядов, так и с 64-разрядными числами и регулировкой в пределах  $60 \div 66$  разрядов. Смещение головок осуществляется ползунком  $P$ , который перемещается по дуге вдоль окружности барабана так, что при этом зазор между головкой и барабаном не изменяется. Регулировка головки вдоль радиуса осуществляется винтом  $M$ , который имеет две резьбы с разностью хода в 0,05 мм, так что при полном обороте винта головка перемещается на 50 микрон. Это позволяет осуществить довольно хорошую настройку. Стирание записанной информации осуществляется постоянными магнитами  $O$ , которые расположены в общем

блоке крепления читающих и пишущих головок. В результате этого информация всегда записывается на поверхность, намагниченную до определенного уровня в одном из направлений. При конструировании головок и крепления были учтены требования экранировки, что привело к устранению помех даже при работе с укороченными регистрами в  $28 \div 31$  разрядов.

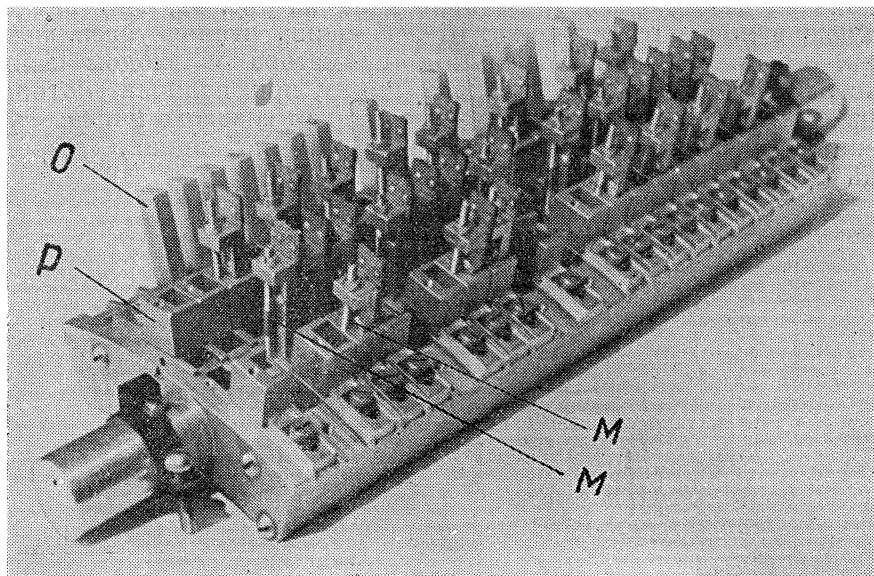


Рис. 10.

### 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОДНОЧИСЛЕННЫХ РЕГИСТРОВ В АРУ И ЦУ МАШИНЫ ГИФТИ

Помимо использования регистров с рециркуляцией в СЗУ, они используются в качестве сдвиговых регистров арифметического устройства (АРУ) и регистров центрального управления (ЦУ).

Все регистры АРУ (регистр первого числа, регистр второго числа, регистр результата и управляющий регистр) состоят из двух частей: укороченного регистра на магнитном барабане и группы динамических триггеров (ДТ), работающих в режиме задержки (рис. 11). Схема управления замыкает нужную цепь рециркуляции,

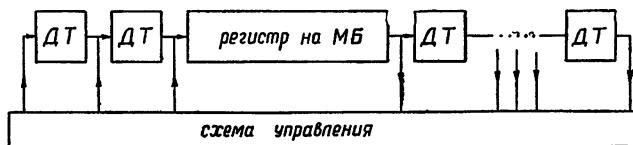


Рис. 11.

осуществляя тем самым необходимый сдвиг. Сдвиги могут быть как левые, так и правые на любое заданное число разрядов. В ряде регистров (например, в регистрах АРУ) необходимо в процессе работы осуществлять электронное переключение для изменения длины регистров (64 или 32 разряда). Это осуществляется схемой коммутации, которая подключает одну из двух читающих головок регистра к усилителю чтения. Работа этой схемы аналогична работе схемы коммутации чтения обычной памяти, описанной выше.

В ЦУ машины регистры с рециркуляцией находят применение в качестве регистра счетчика команд, регистра хранения текущей команды, двух регистров переадресации и регистра управления переадресацией. Все регистры ЦУ имеют специальное управление. Регистры переадресации и управления переадресацией могут быть использованы и как обычные регистры оперативной памяти. Это приводит к наличию в них двойного управления. Логическая схема управления таким регистром приведена на рис. 12, где введены следующие новые обозначения: ЩЧУК—шина чтения управляющих кодов, которая соединяет выход сумматора с входом записи регистра;  $\Pi_2$  — потенциал главного цикла, при наличии которого производится переадресация;  $\Pi_8$  — потенциал главного цикла;  $P^n/a$  — потенциал разрешения переадресации; ОР — потенциал, разрешающий очистку регистра.

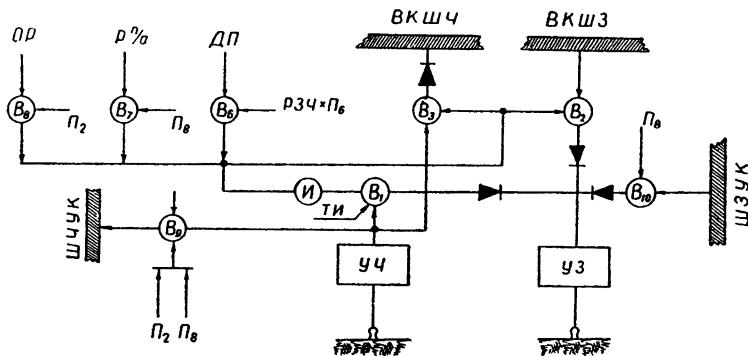


Рис. 12.

Рециркуляционный регистр, имеющий двойное управление, предназначен для изменения кода команд, что позволяет сократить программу, делает программу гибкой и экономит рабочее время машины (см. [1]). Двойное управление позволяет: 1) Использовать регистр как обычную ячейку СЗУ, если отсутствует переадресация. 2) Изменить содержимое регистра переадресации во время потенциала  $\Pi_8$  главного цикла, если имеется соответствующее указание. В этом случае выход клапана  $B_7$  запрещает рециркуляцию, информация читается через клапан  $B_9$ , измененная информация записывается через клапан  $B_{10}$ . 3) Произвести переадресацию во время потенциала  $\Pi_2$ . При этом рециркуляция не разрывается, а чтение осуществляется через клапан  $B_9$ . 4) Очистить регистр с тем, чтобы использовать его как ячейку памяти СЗУ. Управление запрещением рециркуляции осуществляется клапаном  $B_8$ . Запись в регистр при этом не производится.

Один из регистров с рециркуляцией предусмотрено использовать в качестве ячейки, хранящей логическую сумму всех чисел, встречающихся в машине на заданном этапе вычислений. Это позволит, хотя бы грубо, оценить эффективность использования старших разрядов в ячейках ЗУ, а также фиксировать максимальные числа встречающиеся в данной задаче.

#### **4. НАНЕСЕНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ (УПРАВЛЯЮЩИХ) ДОРОЖЕК НА БАРАБАН**

1. Метод полуавтоматической записи. Обычно тактовые дорожки наносятся механическим путем. Деление окружности барабана производится с помощью делительной головки, и по

окружности барабана наносится нужное число штрихов. Этот метод дает надежные результаты, но отнимает много времени.

В ГИФТИ был разработан и проверен метод полуавтоматической записи управляющих дорожек. Предлагаемый метод позволяет производить запись с малыми затратами времени при сравнительно небольшом объеме оборудования, состоящего из стандартных блоков машины.

Тактовой дорожкой служит одна из дорожек магнитного барабана, на которую с помощью специальной схемы записи равномерно по всей окружности наносится необходимое число импульсов  $N$ . Источником импульсов, питающим схему записи, является внешний ламповый генератор импульсов, частота следования импульсов которого может меняться в некотором интервале. Специальный счетчик непрерывно считает импульсы, подаваемые с генератора, причем на его выходе появляется каждый  $N$ -ый импульс. На барабан любым способом наносится на дополнительную дорожку один импульс в произвольном месте. Прочитанный и сформированный, он служит для контроля за подстройкой частоты генератора. Генератор настраивается так, чтобы частоты следования импульсов с выхода счетчика и импульсов со вспомогательной дорожки барабана совпадали. Наблюдение за совпадением ведется на осциллографе с достаточно длительной разверткой. В момент совпадения частот включается управляющая схема, пропускающая импульсы вспомогательного генератора на схему записи. Момент начала записи и ее конец фиксируется импульсом со вспомогательной дорожки. Таким образом, запись производится за один оборот барабана, причем на дорожке записывается  $N$  импульсов. Ниже более детально описано необходимое вспомогательное оборудование и процесс записи тактовой дорожки.

2. Вспомогательное оборудование. (2.1). Внешним генератором может служить любой генератор с подходящей длительностью импульсов и возможностью регулировки частоты. Если  $N$ —число записываемых на тактовую дорожку импульсов,  $T$ —длительность одного оборота барабана, а  $t$ —период генерируемых импульсов, то в момент записи должно соблюдаться условие  $N \cdot t = T$ . Поэтому генератор должен обеспечивать плавную регулировку частоты в небольших пределах около частоты записи.

(2.2). Счетчик импульсов (рис. 13) необходим для отсчета  $N$  импульсов и контроля за выполнением в момент записи соотношения  $N \cdot t = T$ . Он собирается из стандартных блоков двоичных счетных элементов, триггеров, применяемых в машине. Из таких элементов может

быть выполнен счетчик на любое число. Для счета  $N$  импульсов необходимо иметь  $n$  элементов, причем  $2^n > N$ . В случае  $2^n > N$  приходится вводить обратные связи. Для этого выходной импульс подается в нечетные входы некоторых триггеров так, чтобы перед каждым новым циклом счета счетчик устанавливался в положение, соответствующее числу  $2^n - N$  в двоичной записи.

Проследим сказанное на примере счета на 9 ( $N = 9$ ). Достаточное количество триггеров  $n = 4$ . Перед каждым циклом счета на счетчике должно быть установлено число 7. Будем считать, что числу нуль соответствует такое состояние счетчика, при котором правые лампы триггеров проводят (правые половины квадратов на рис. 13 заштрихованы). Тогда обратная связь с выхода счетчика

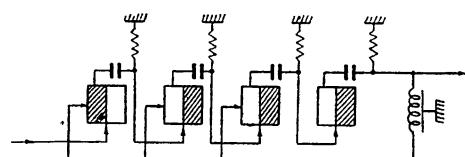


Рис. 13.

должна быть подведена к несчетным входам первых трех триггеров. Счетчик с такими связями будет отсчитывать каждый 9-й импульс, причем выходной импульс каждый раз будет устанавливать счетчик в нужное исходное положение.

Для надежной работы выходной импульс в несчетные входы триггеров должен быть подан с задержкой на время, большее длительности импульса генератора и меньшее его периода. Эта задержка нужна лишь в том случае, когда сами счетные элементы с переходными дифференцирующими цепями не создают достаточной задержки.

(2.3). Схема управления записью служит для выработки прямоугольного импульса длительности  $T$  в произвольный момент времени. На рис. 14 схема изображена в исходном положении, необходимом для работы. Триггеры  $T_{p_1}$  и  $T_{p_2}$  устанавливаются в исходное положение вручную, триггер  $T_{p_3}$  — автоматически, импульсом со вспомогательной дорожки. Схема работает следующим образом.

На входы А клапанов  $B_1$  и  $B_2$  подается одиночный импульс, записанный на вспомогательной дорожке барабана. Однако при исходном положении триггеров  $T_{p_1}$ ,  $T_{p_2}$ ,  $T_{p_3}$  состояние схемы не изменяется. Для приведения схемы в действие необходимо замыканием ключа К изменить состояние триггера  $T_{p_1}$ . Пусть замыкание произведено в момент  $t_1$  (см. диаграмму рис. 15). Триггер  $T_{p_1}$  переключается, и клапан  $B_1$  пропускает импульс с барабана на вход триггера  $T_{p_3}$  и переключает его. Момент переключения является началом выходного импульса.  $RC$ —цепь одного из входов клапана  $B_2$  — препятствует появлению импульса на выходе Е в момент переключения, предохраняя тем самым  $T_{p_3}$  от обратного переключения. Однако к моменту появления на входе А следующего импульса клапан  $B_2$  оказывается подготовленным и пропускает его.

Этот импульс переключает триггер  $T_{p_3}$  в прежнее положение. Момент этого переключения является концом выходного импульса. Дальнейшее появление импульса на входах А не может изменить состояние схемы.

3. Общая схема и процесс записи. Все вспомогательное оборудование собирается в общую схему записи, которая изображена на рис. 16. Включенные в схему усилитель чтения (3) и блок записи (7) представляют собою блоки, используемые для тех же целей в машине, и по существу вспомогательным оборудованием не являются. Для производства записи на вспомогательную дорожку (4) записывается одиночный импульс. Счетчик (2) устанавливается на счет нужного числа импульсов  $N$ . Управляющая схема

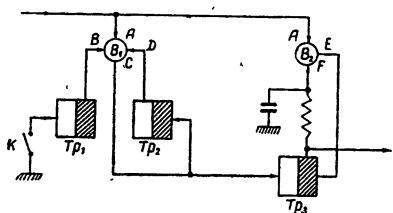


Рис. 14.

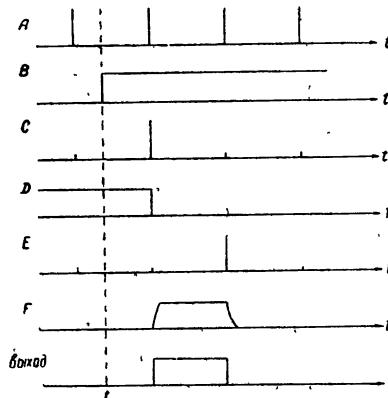


Рис. 15.

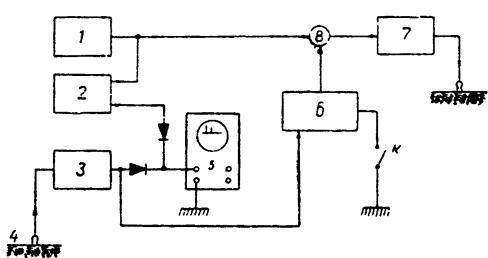


Рис. 16.

(6) вручную устанавливается в исходное положение. Импульсы с генератора импульсов (1) подаются на счетчик и с его выхода на осциллограф (5). На осциллограф подается одновременно и вспомогательный одиночный импульс с барабана. Подбором амплитуд импульсов добиваются положения, когда развертка синхронизируется всегда одним из них. В этом случае на экране будет виден неподвижный импульс, синхронизирующий развертку, и перемещающийся по экрану с некоторой скоростью второй импульс. Частота генератора регулируется до тех пор, пока второй импульс перестанет перемещаться по экрану. Это означает, что равенство  $N \cdot t = T$ , о котором шла речь в (2.1), выполняется. Такое положение длится несколько десятков секунд, после чего скорость вращения барабана или частота генератора меняются. В этот период должна быть произведена запись тактовой дорожки. Для этого замыкается ключ К в схеме управления, которая открывает клапан В на время одного оборота барабана. За это время в блок записи с генератора импульсов пройдет  $N$  импульсов, которые и будут записаны на барабан.

(4). Проверка качества записи тактовой дорожки. Запись дополнительных управляющих дорожек. Может возникнуть сомнение в качестве записанной таким образом тактовой дорожки по двум пунктам: 1) действительно ли число записанных импульсов равно  $N$ ; 2) достаточно ли равномерно они записаны, другими словами, сохраняется ли период тактовых импульсов вдоль всей дорожки одинаковым. Этого дефекта особенно следует ожидать на стыке начала и конца записи.

Проверка по первому пункту может быть осуществлена следующим образом. Число импульсов на тактовой дорожке  $N$  должно быть кратно числу разрядов в хранимых числах, т. е.  $N = K \cdot M$ , где  $K$ —количество хранимых на дорожке чисел,  $M$ —число двоичных разрядов в числе. Счетчик переключается на счет  $M$  импульсов. На его вход подается информация с проверяемой тактовой дорожкой. С выхода счетчика импульсы подаются в блок записи, соединенный с головкой, расположенной на свободной дорожке. При непрерывной записи на этой новой дорожке должно записаться  $K$  импульсов, так как за каждый оборот запись будет производиться на те же места дорожки, если  $N = K \cdot M$ . Если записано не  $N$  импульсов, а хотя бы на один больше или меньше, то на проверочной дорожке запишется импульсов много больше, чем  $K$ , что может быть легко обнаружено.

Этот метод проверки одновременно служит методом записи дорожки головных импульсов. После записи тактовой дорожки и дорожки головных импульсов не представляет труда записать импульс начала отсчета, совпадающий по времени с одним из головных импульсов.

Лучшим методом проверки по второму пункту является проверка работы одночисленных регистров с перезаписью. Рециркуляция информации в них возможна лишь при равномерной записи тактовой дорожки. В случае изъяна в записи, информация, состоящая из одних единиц, в регистре храниться не будет.

В машине ГИФТИ все управляющие дорожки были записаны полуавтоматическим методом. Запись занимает не более получаса времени. Эксплуатация дорожек показала хорошие результаты, одночисленные регистры работают вполне удовлетворительно. Быстрая запись создает большие удобства при экспериментальной работе, так как появляется возможность быстрого перехода с одной плотности записи на другую.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А. М. Гильман, Изв. высш. уч. зав.—Радиофизика, 1958, 1.
2. А. М. Гильман, см. стр. 140 настоящего издания.
3. Инструкция по нанесению ферропокрытия на барабан, ВНИИ звукозаписи.
4. D. F. Brower, IRE Convent. Rec., 1955, 3, 4, 95—100.

Исследовательский физико-технический  
институт при Горьковском университете

Поступила в редакцию  
30 декабря 1957 г.

---