

С.П. МАСЛОВ

ТРОИЧНОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА МАГНИТНОМ БАРАБАНАЕ

Запоминающее устройство на магнитном барабане, описание которого составляет содержание этой статьи, предназначено для использования в качестве внешнего накопителя малой цифровой вычислительной машины «Сетунь-70» [1]. Устройство обладает следующими характеристиками:

емкость — 972 страницы, содержащие по 81 6-разрядному тройчному слову каждая. В двоичном выражении объем ЗУ составляет приблизительно $7,5 \cdot 10^5$ бит;

способ записи — тройчная модификация фазового метода [2];

плотность записи — шесть тройчных разрядов на мм;

скорость вращения барабана — 50 с^{-1} , что соответствует времени ожидания около 10 мс.

Вертикально расположенный барабан имеет диаметр 250 мм и высоту 210 мм. Покрытие — никель-кобальтовое, толщина слоя — около 10 мк. Магнитные головки одновитковые, с ферритовым сердечником [3], плавающего типа. Общее количество головок — 128. Зазор между головкой и покрытием 10 мк.

СПОСОБ ЗАПИСИ ТРОИЧНЫХ КОДОВ

Запись тройчных кодов на магнитной поверхности производится током изменяющегося направления в обмотке головки. В зависимости от значения записываемой тройчной цифры полярность тока записи изменяется в середине цифрового интервала* или поддерживается неизменной. Положительная полярность тока в первой половине цифрового интервала и отрицательная во второй соответствует записи тройчной «1». Обратная последовательность полярностей имеет место при записи тройчной «-1». Запись тройчного «0» осуществляется током, неизменным на протяжении цифрового интервала. Однако полярность тока при записи очередного тройчного «0» противоположна той, которая имела место при записи предшествующего. Особенности такого способа записи рассмотрены в работе [2]; здесь отметим только, что его применение дает возможность осуществлять непосредственное (без перекодирования) хранение тройчно-кодированной информации и использовать при этом магнитную поверхность не менее эффективно, чем при двоичной записи фазовым методом.

РАЗМЕЩЕНИЕ ХРАНИМОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ПОВЕРХНОСТИ БАРАБАНА

Обмен информацией между накопителем на барабане и оперативным запоминающим устройством машины осуществляется страницами. Информация, соответствующая странице, записывается последовательно на одной дорожке в виде 486-разрядного блока (81×6). Перед блоком и после него расположено по два вспомогательных цифровых интервала, в которые при записи помещают нулевые коды. Назначение вспомогательных интервалов заключа-

* Под цифровым интервалом понимают участок магнитной поверхности (дорожки), отведенном для записи одного разряда.

ется в том, чтобы исключить возможную нестандартность конфигурации намагниченности начальной и конечной частей блока. Принятое значение плотности позволяет разместить на одной дорожке девять блоков-страниц. 108 рабочих головок разделены на девять групп, по 12 головок в каждой, в соответствии с организацией схемы коммутации.

СТРУКТУРА ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Обмотки 108 рабочих магнитных головок связаны со схемой коммутации (КМТ). Назначение КМТ состоит в том, чтобы в соответствии с сигналами «группа» и «ряд», поступающими из устройства управления (УУ), соединить обмотку выбираемой головки либо (при записи) с выходом формирователя токов записи (ФТЗ), либо (при чтении) с входом схемы распознавания (СР). Помимо выработки сигналов «группа» и «ряд» УУ производит формирование последовательности импульсов для управления ФТЗ по сигналу «код из ОЗУ» и образует сигнал «код в ОЗУ», имеющий стандартную для процессора машины форму, в соответствии с выходным сигналом СР. Выбор такой структуры ЗУ продиктован стремлением уменьшить количество оборудования в схемах записи-воспроизведения, относящихся к наиболее сложным частям устройства, за счет коммутационного узла.

Отдельные части ЗУ характеризуются достаточно сложной структурой. Ограниченный объем статьи не позволяет привести одинаково подробное описание всех узлов ЗУ. По этой причине основное внимание уделяется таким особенностям разработки, которые отличают ее от известных устройств сходного назначения. К числу этих особенностей в первую очередь следует отнести использование троичного кодирования хранимой информации. Это обстоятельство наиболее существенно отразилось на устройстве и функционировании ФТЗ и СР. Особенность устройства КМТ связана со своеобразием управляющих сигналов от логических элементов типа быстродействующих магнитных усилителей, питаемых импульсами тока [5]. Перечисленные особенности мало повлияли на структуру УУ. По этой причине в статье содержится лишь перечисление его функций.

СХЕМА КОММУТАЦИИ МАГНИТНЫХ ГОЛОВОК

Основной частью схемы коммутации является матричный дешифратор на диодах. Диодная матрица имеет размер 9×12 и содержит по два диода в каждом пересечении. На рис. 1 изображена КМТ, причем для того, чтобы не загромождать чертежа, показано только четыре пересечения. Обмотки магнитных головок выполнены со средней точкой и включены таким образом, что концы обмоток 12 головок, входящих в одну группу, через диоды подключены к одной из девяти пар вертикальных шин, а средние точки обмоток девяти головок (по одной из каждой группы) соединены с одной из 12 горизонтальных шин (рядов). Обмотка со средней точкой дает возможность получать при записи ампервитки разного знака, используя однополярные записывающие сигналы, коммутация которых легко осуществляется диодной матрицей. Схема коммутации содержит также девять переключателей тока записи (ПТЗ) и 12 ключей (К). Каждый ПТЗ связан с одной парой вертикальных шин, а каждый К с одной горизонтальной шиной. Назначение ПТЗ заключается в том, чтобы подклю-

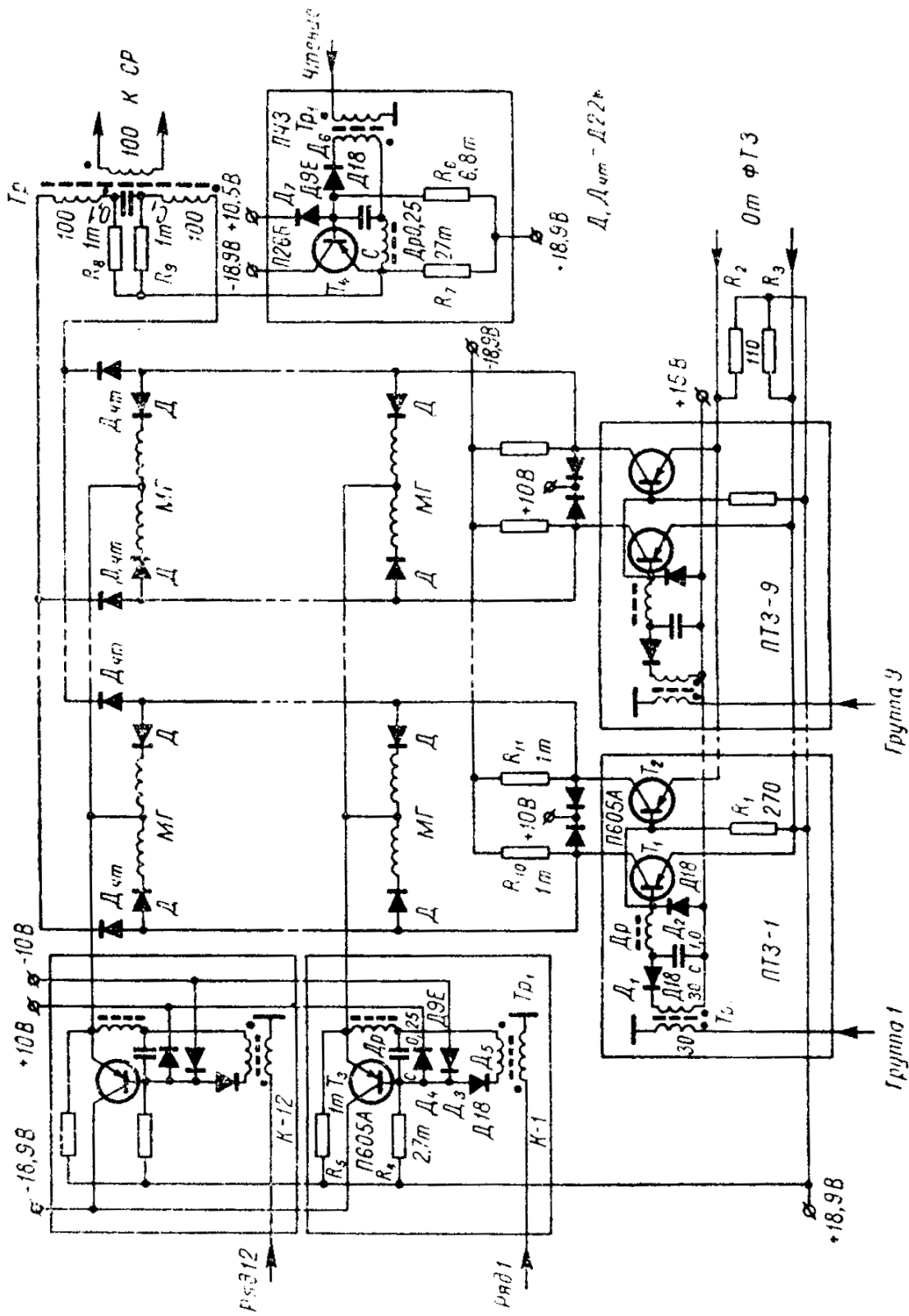


Рис. 1. Коммутирующее устройство

читать входы КМТ к одной из девяти пар вертикальных шин, связанных с выбираемой группой головок. Посредством ключей осуществляется выбор одной из 12 головок в группе. Помимо перечисленных узлов в КМТ имеется трансформатор T_r , который через девять пар дополнительных диодов $D_{чт}$ связан с набором вертикальных шин, и переключатель «чтение – запись» (ПЧЗ). Функции этой части состоят в соединении или разобщении обмотки избранной головки и входа СР, связанного с вторичной обмоткой T_r , в зависимости от того, производится в данный момент чтение из запоминающего устройства или запись в него.

Рассмотрим более подробно функционирование отдельных узлов схемы коммутации.

Узел ПТЗ представляет собой сдвоенный девятиканальный переключатель тока. Он содержит девять одинаковых частей ПТЗ-1 – ПТЗ-9, управляемых соответственно сигналами «группа 1» – «группа 9». Каждая часть состоит из двух транзисторов T_1 и T_2 , базы которых соединены друг с другом и управляющей схемой, содержащей трансформатор T_{r1} , дроссель D_r , диоды D_1 , D_2 , резистор R_1 и конденсатор C . Эмиттеры двух транзисторов, находящихся в каждой из девяти частей ПТЗ, подключены соответственно к двум шинам, связанным с входом схемы коммутации. Управляющий сигнал, представляющий собой последовательность однополярных импульсов тока, следующих с частотой 200 кГц из УУ, поступает на вход той из частей ПТЗ, которая связана с избираемой парой вертикальных шин.

Базы транзисторов восьми неизбранных частей ПТЗ имеют потенциал, превышающий уровень +15 В на величину прямого падения напряжения на диоде D_1 . Ток через диод D_1 задается резистором R_1 от уровня +18,9 В. Потенциал баз транзисторов избранной части ПТЗ ниже уровня +15 В благодаря тому, что диод D_2 поддерживается в отпертом состоянии током, создаваемым управляющей схемой. Эта схема представляет собой однополупериодный выпрямитель на диоде D_1 с LC -фильтром, содержащим дроссель D_r и конденсатор C . Нагрузкой выпрямителя является диод D_2 . Управляющий сигнал, подаваемый в первичную обмотку трансформатора T_{r1} после выпрямления и сглаживания создает ток через диод D_2 . В результате того, что имеется различие в напряжении на базах транзисторов, принадлежащих к избранной и неизбранным частям ПТЗ, создаются условия для прохождения сигнала, подаваемого на входные шины, только на избранную пару вертикальных шин.

Функции ключей K состоят в том, чтобы поддерживать напряжение 11 неизбранных горизонтальных шин на уровне +10 В, а избранной шины на уровне –10 В. В качестве основного элемента K используется схема переключения уровней и формирования импульсов напряжения [4]. Схема содержит транзистор T_3 , база которого посредством диодов D_3 и D_4 соединена соответственно с уровнями –10 В и +10 В. Потенциал базы транзистора неизбранного ключа равен +10 В. Это достигается за счет того, что диод D_4 отперт током, протекающим через резистор R_4 . Воздействие управляющего сигнала «ряд» в избираемом ключе осуществляется посредством управляющей схемы, состоящей из выпрямителя с фильтром, аналогичной той, которая используется в ПТЗ. Выходной ток управляющей схемы вызывает увеличение тока базы T_3 , в результате чего напряжение на его эмиттере и базе начинает опускаться.

Опускание ниже уровня -10 В невозможно из-за фиксирующего действия диода D_3 . Количество ключей равно количеству горизонтальных шин, последние соединены с эмиттерами транзисторов T_3 .

Устройство ПЧЗ сходно с устройством ключа. Отличие состоит в том, что отсутствует диод, аналогичный диоду D_3 в К. Вследствие этого понижение потенциала эмиттера T_4 при воздействии управляющего сигнала «чтение» происходит до насыщения транзистора и ограничивается значением, близким к уровню $-18,9$ В.

При записи в момент, когда под избранной головкой начинает проходить участок дорожки, отведенный для размещения записываемой страницы, с выхода ФТЗ на КМТ поступает парафазный сигнал, представляющий собой последовательность однополярных импульсов тока трапецеидальной формы. Этот сигнал, проходя через избранную часть ПТЗ, попадает на связанную с ней пару вертикальных шин. Далее записывающий сигнал через диоды D проходит к той обмотке магнитной головки, средняя точка которой соединена с избранной горизонтальной шиной. Диоды D , связанные с обмотками остальных одиннадцати головок этой группы, заперты напряжением 20 В. Запирающее напряжение такой же величины прикладывается также к диодам $D_{\text{чт}}$. При протекании импульсов тока записи по обмоткам избранной головки на концах этих обмоток (и на соответствующих вертикальных шинах) возникают всплески напряжения. Появление этих всплесков обусловлено индуктивным характером импеданса обмоток, а их амплитуда определяется скоростью изменения тока записи. Принятое значение напряжения, запирающего диоды D , связанные с неизбранными головками, и диоды $D_{\text{чт}}$, допускает существование всплесков с амплитудой до 20 В. Всплескам такой амплитуды соответствуют импульсы тока записи с фронтами, продолжительность которых не превышает $0,5$ мкс. Запертое состояние диодов $D_{\text{чт}}$ обеспечивает отключение обмоток Тр и СР от обмотки головки. Это предотвращает шунтирование головки входом СР и «забивание» усилителя, содержащегося в СР, большим сигналом, возникающим при записи. При формировании тока записи в схеме ФТЗ обеспечивается требуемая продолжительность фронтов, с тем чтобы амплитуда всплесков не превышала 20 В. Дополнительная страховка осуществляется диодами, подключенными к коллекторам транзисторов ПТЗ, препятствующими повышению потенциала вертикальной шины выше $+10$ В.

При чтении транзистор T_4 находится в состоянии насыщения и напряжение на выходе схемы ПЧЗ (левые концы резисторов R_8 и R_9) близко к $-18,9$ В. В результате постоянные токи небольшой величины (27 мА), поступающие на входы КМТ через резисторы R_2 и R_3 распределяются приблизительно поровну между полуобмотками избранной головки, первичными обмотками трансформатора Тр и резисторами R_{10} , R_{11} . Диоды D , связанные с обмотками неизбранных головок, и диоды $D_{\text{чт}}$, связанные с неизбранными парами вертикальных шин, остаются в запертом состоянии. Таким образом, только обмотка избранной головки оказывается связанной с входом СР через трансформатор Тр и работающие в прямом направлении диоды D и $D_{\text{чт}}$.

Следует отметить, что благодаря симметричному выполнению коммутируемых цепей в КМТ процессы переключения головок и подключения СР не сопровождаются появлением на входе последней значительных помех.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ ТОКОВ ЗАПИСИ

Назначение ФТЗ заключается в том, чтобы сформировать парафазный сигнал записи в соответствии с записываемой кодовой последовательностью. Как следует из существа используемого способа записи, реализованной плотности, скорости вращения барабана и устройства коммутирующей схемы, сигнал записи представляет собой последовательность однополярных импульсов тока, отстоящих друг от друга на промежутки времени, продолжительность которых кратна 2,5 мкс, но не превышает 10 мкс. Эти импульсы следуют по двум каналам, причем сигнал в одном канале находится в противофазе с сигналом в другом. Схема ФТЗ (рис. 2) управляется по двум входам – I и II. На каждый вход ФТЗ от УУ приходит специально сформированная последовательность чередующихся импульсов тока положительной и отрицательной полярностей, причем передний фронт каждого импульса соответствует перепаду тока на выходе формирователя, а полярность импульса – направлению этого перепада. Управляющие импульсы поступают с выходов логических элементов типа быстродействующих магнитных усилителей, питаемых импульсами тока [5], на которых выполнено УУ. Формирователь состоит из трех частей: расширителя управляющих импульсов (транзисторы T_1-T_4), собственно формирователя (транзисторы T_5-T_7) и схемы, служащей для связи формирователя с КМТ (транзисторы T_8-T_9). Расширитель управляющих импульсов осуществляет преобразование импульсной последовательности, поступающей на вход ФТЗ, в последовательность перепадов напряжения чередующихся направлений. Сигнал, получившийся в результате такого преобразования, используется для формирования последовательности перепадов тока, которая образует записывающий сигнал. Преобразование происходит следующим образом: первый отрицательный входной импульс тока* заряжает конденсатор C_1 . Отметим, что структура ФТЗ и большинства других схем ЗУ характеризуется симметрией. По этой причине описание будет даваться только для одной из половин схемы, за исключением тех случаев, когда имеет место отступление от симметрии. Понижение потенциала на базе T_1 вследствие заряда C_1 приводит к тому, что ток, ранее протекавший через T_2 , переключается в T_1 . Резистор R_2 служит для ускорения процесса переключения и стабилизации временного положения перепадов тока записи. Это обуславливается тем, что изменение напряжения на конденсаторе при заряде его скачкообразно изменяющимся током происходит по линейному закону. Таким образом, если бы в качестве управляющего напряжения на базе T_1 использовалось только напряжение на конденсаторе, момент переключения тока определялся бы конфигурацией входных характеристик транзисторов и зависел от их разброса. Наличие резистора в управляющей цепи приводит к тому, что при подаче управляющего импульса тока на вход ФТЗ напряжение на базе T_1 изменяется за время, равное длительности переднего фронта управляющего импульса. В соответствующий момент вслед за отрицательным управляющим импульсом на вход ФТЗ поступает положитель-

* Формирование управляющей импульсной последовательности в УУ осуществляется таким образом, что первый ее импульс всегда имеет отрицательную полярность, а последний положительную.

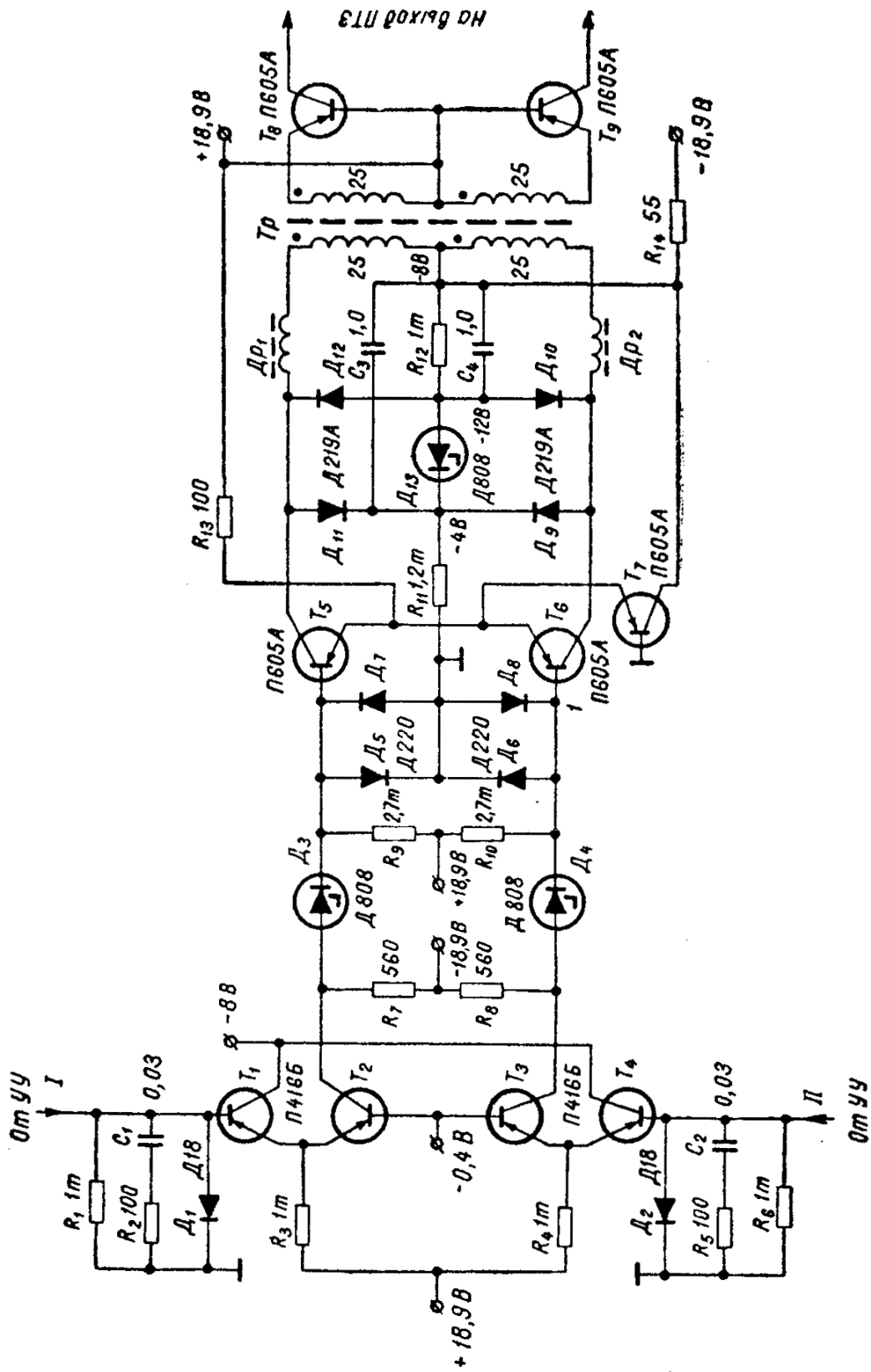


Рис. 2. Формирователь токов записи

ный импульс. Потенциал базы T_1 повышается, и ток вновь переключается в T_2 . Диод D_1 фиксирует верхний уровень напряжения на базе T_1 и обеспечивает, таким образом, независимость этого уровня от характера входной последовательности. Перепады коллекторного тока транзистора T_2 через стабилитрон D_3 поступают к формирующей части схемы. Формирующая часть представляет собой трехканальный переключатель тока, выполненный на транзисторах T_5 , T_6 и T_7 . База T_7 подключена к земле, напряжение на базах T_5 и T_6 при невозбужденных входах определяется напряжением на включенных в прямом направлении диодах D_5 и D_6 и имеет небольшое положительное значение. Таким образом, при отсутствии входных сигналов ток, величина которого (180 мА) определяется сопротивлением резистора R_{13} , целиком протекает через T_7 . В режиме записи, когда на входы ФТЗ подается последовательность управляющих импульсов, напряжение на базах T_5 и T_6 попеременно делается отрицательным. (Его значение при этом определяется прямым падением на диодах D_7 или D_8 .) В результате ток, протекавший ранее через T_7 , поступает попеременно в коллекторные цепи T_5 и T_6 . Сформированная таким образом последовательность токовых перепадов подается на цепочку, содержащую диоды D_{11} , D_{12} и дроссель Dr_1 . Назначение этой части схемы состоит в том, чтобы обеспечить требуемую продолжительность фронтов перепадов тока. Импульсы тока, возникающие в коллекторной цепи транзистора T_5 в режиме записи, поступают к дросселю Dr_1 . При скачкообразном изменении тока на концах обмотки дросселя возникают всплески напряжения, полярность которых определяется направлением изменения тока. Амплитуда этих всплесков ограничивается сверху и снизу посредством диодов D_{11} и D_{12} . В результате конфигурация фронтов перепадов тока, протекающего по Dr_1 , оказывается близкой к линейной, а их длительность при заданной величине тока и ограничивающих уровнях определяется индуктивностью дросселя. Верхний и нижний уровни ограничения снимаются соответственно с анода и катода стабилитрона D_{13} , напряжение на котором имеет величину около 8 В. Таким образом, максимальная амплитуда всплеска любой полярности на дросселе составляет около 4 В.

Сформированные сигналы через трансформатор Tr поступают в эмиттерные цепи транзисторов T_8 и T_9 . Назначение этой части схемы формирователя заключается в передаче сигналов записи к входным цепям КМТ, находящимся под постоянным потенциалом +15 В.

СХЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ

Назначение схемы распознавания состоит в том, чтобы, получив в режиме чтения сигнал с избранной магнитной головки, обеспечить выдачу в оперативное запоминающее устройство машины кодовой последовательности стандартной формы. Отметим, что эти функции частично осуществляются в УУ, где, в частности, происходит выделение одной из девяти страниц, расположенных на избранной дорожке (в соответствии с заданным адресом).

Проходя через схему распознавания, считанный сигнал усиливается и преобразуется. В результате образуется сигнал, характер изменения которого дает возможность весьма просто судить о хранимой информации. Ра-

зумеется, и непреобразованный сигнал однозначно отображает записанный на данном участке поверхности код. (В противном случае нельзя было бы обеспечить правильное функционирование запоминающего устройства.) Однако преобразованный сигнал замечателен тем, что трем возможным информационным состояниям цифрового интервала, зависящим от значения хранимых троичных цифр, соответствуют три качественно различающихся конфигурации сигнала. Эти конфигурации не зависят, например, от того, что находится в соседних цифровых интервалах, в то время как на непреобразованный сигнал в условиях записи с высокой плотностью сильно влияет наличие близко расположенных перепадов намагниченности поверхности.

В описываемом устройстве для распознавания используется разностный метод, сущность которого заключается в получении сигнала, представляющего собой разность между собственно считанным сигналом и этим же сигналом, задержанным на промежуток времени $T/2$, требуемый для прохождения половины цифрового интервала. Особенности использования разностного метода при реализации троичного ЗУ проанализированы в работе [2].

Рассмотрим более подробно процесс распознавания. На рис. 3 изображены эпюры напряжений и токов в различных точках схемы распознавания. Эюра $U_{сч}(t)$ (рис. 3, а) представляет собой считанный сигнал, соответствующий троичной кодовой последовательности, обозначенной в верхней части рисунка. Вертикальные линии проведены через середины цифровых интервалов и их края. На рис. 3, б показаны две эпюры: эпюра разностного сигнала $\delta(t) = U_{сч}(t) - U_{сч}(t - T/2)$ (плавная кривая) и эпюра

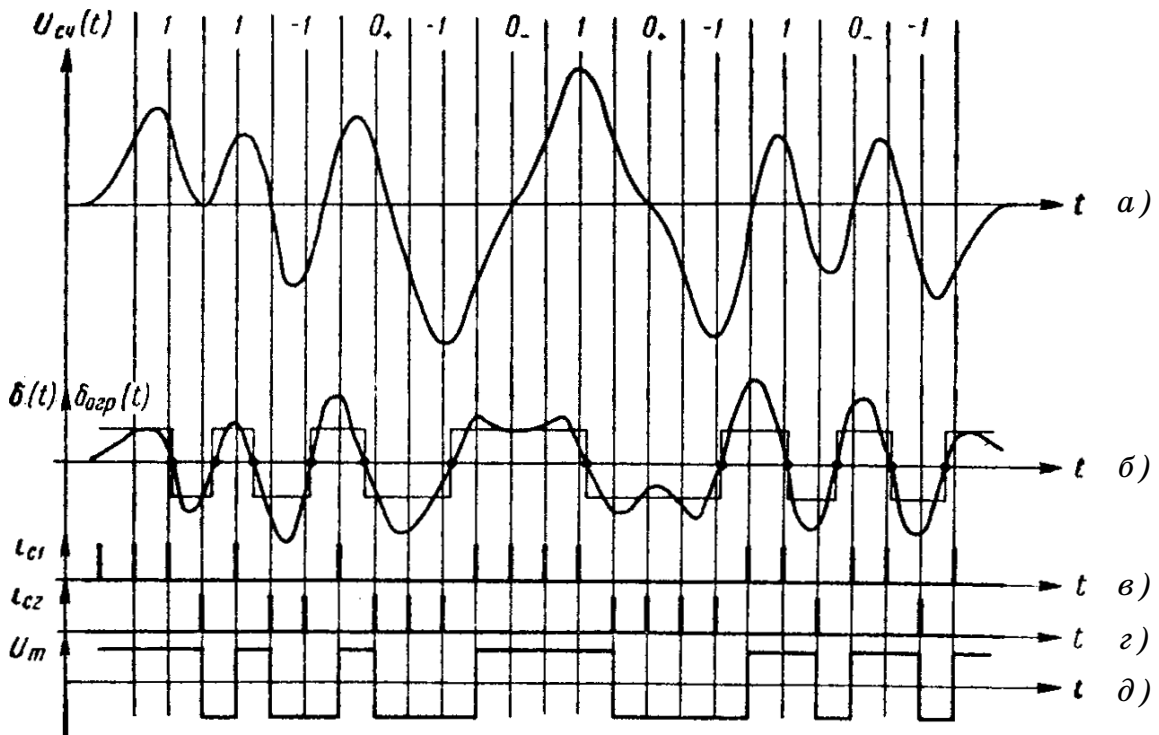


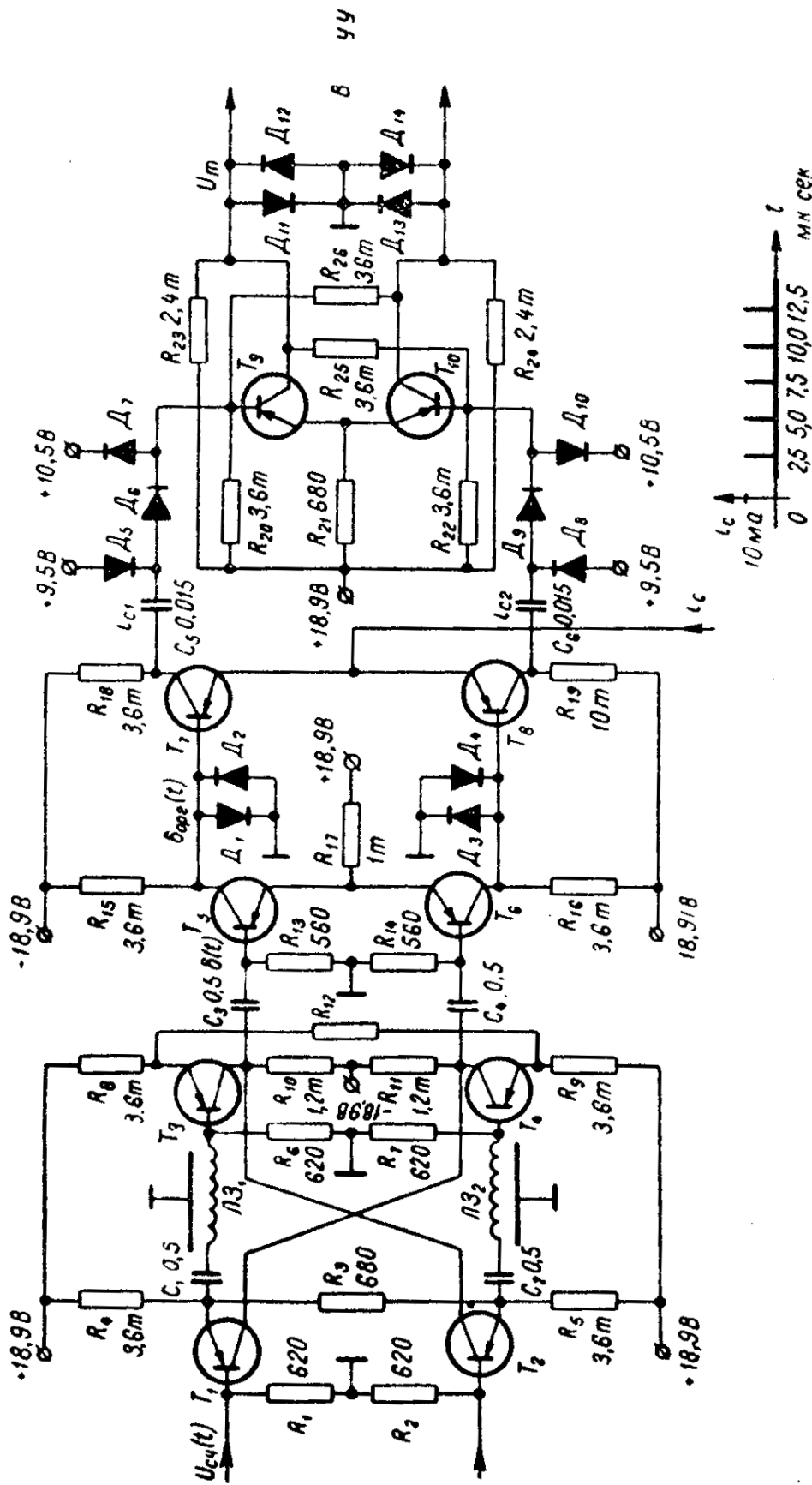
Рис. 3. Эпюры, иллюстрирующие процесс распознавания

ра $\delta_{\text{ор}}(t)$ сигнала, полученного в результате усиления и ограничения $\delta(t)$ (ломаная линия). Как видно из рисунка, две последние кривые характеризуются тем, что одновременно проходят через нуль. Именно этот признак (момент перехода через нуль) является существенным для распознавания, которое, по сути дела, состоит в том, чтобы по считанному сигналу сделать заключение о направлении намагниченности поверхности в любом месте дорожки. Другими словами, в процессе распознавания необходимо установить наличие или отсутствие перепадов намагниченности в известных точках поверхности (в середине и на краях цифрового интервала). Известно [2], что признаком существования перепадов намагниченности в определенной точке является переход через нуль сигнала $\delta(t)$ на участке, имеющем протяженность, равную половине цифрового интервала, и примыкающем к этой точке. Для определения точек перехода усиленный и ограниченный разностный сигнал стробируется в моменты времени, соответствующие прохождению под головкой середины и краев цифрового интервала. В зависимости от полярности разностного сигнала в момент стробирования стробирующие импульсы небольшой длительности попадают в один из двух каналов. Эпюры сигналов в первом и во втором каналах (i_{c1}) и (i_{c2}) показаны соответственно на рис. 3, в, г. Эти сигналы подаются на триггер таким образом, что один из них производит его установку, а другой сброс. Состояния триггера иллюстрируются эпюрой U_T , представленной на рис. 3, д. Нетрудно убедиться, что сигнал, снимаемый с триггера, имеет конфигурацию, повторяющую конфигурацию намагниченности дорожки, на которой записана данная кодовая последовательность.

Отметим одну ценную особенность, связанную с использованием разностного метода. Как следует из существа метода, амплитуда разностного сигнала определяется тем, насколько сильно изменился считанный сигнал за время, равное половине цифрового интервала. Отсюда можно заключить, что, если считанный сигнал будет наблюдаться на фоне некоторого медленного процесса, это практически не скажется на разностном сигнале и не будет служить препятствием для уверенного распознавания. Такой процесс имеет место, в частности, после коммутации головок в результате того, что практически не удается достигнуть в реальных схемах полной симметрии в цепях, связывающих обмотки головок с ФТЗ и СР.

Перейдем к описанию устройства схемы распознавания. На рис. 4 приведена принципиальная схема СР. Для того чтобы не загромождать чертеж, опущены двухкаскадный линейный усилитель и цепи задержки, предназначенные для усиления считанного сигнала и обеспечения требуемых фазовых соотношений между сигналом и стробирующими импульсами.

Усиленный считанный сигнал подается на схему получения разностного сигнала, содержащую два транзисторных каскада и две линии задержки. Схема работает следующим образом. Симметричный сигнал $U_{\text{сч}}(t)$ поступает к базам транзисторов первого каскада (T_1 и T_2). Этот каскад характеризуется включением нагрузки как в эмиттерных, так и в коллекторных цепях транзисторов. Сигналы, снимаемые с нагрузки в эмиттер-



Транзисторы типа П416Б
Диоды типа Д18

Рис. 3. Схема распознавания

ной цепи (R_3), повторяющие $U_{сч}(t)$, поступают на входы линий задержки ЛЗ₁ и ЛЗ₂. С выхода этих линий, создающих задержку в 2,5 мкс (половина цифрового интервала), сигналы поступают ко второму каскаду (Т₃ и Т₄). Коллекторные цепи транзисторов обоих каскадов объединены таким образом, что в нагрузочных резисторах R_{10} и R_{11} суммируются два сигнала – незадержанный и инвертированный задержанный. Усиление второго каскада, определяемое резистором обратной связи R_{12} , выбрано с таким расчетом, чтобы компенсировать ослабление сигналов в линиях. В результате суммируемые сигналы имеют одинаковые амплитуды, а переменная составляющая напряжения на R_{10} и R_{11} представляет собой разностный сигнал $\delta(t)$.

Следующий каскад, включающий в себя транзисторы Т₅ и Т₆, является усилителем-ограничителем. Каскад выполнен по схеме переключателя тока. Ток, задаваемый резистором R_{17} , переключается в эмиттерную цепь того транзистора, база которого находится под более низким потенциалом. Таким образом, в коллекторных цепях транзисторов формируются импульсы токов, фронты которых совпадают с моментами перехода через нуль сигнала $\delta(t)$. В коллекторной цепи каждого из транзисторов Т₅ и Т₆ имеются цепочки, содержащие встречно включенные диоды Д₁, Д₂ и Д₃, Д₄. В результате на соответствующей выходной шине при запертом транзисторе поддерживается отрицательный потенциал, определяемый прямым падением на правом диоде за счет тока резистора R_{15} или R_{16} , а при отпертом транзисторе положительный потенциал, равный прямому падению на левом диоде за счет тока транзистора.

Сигнал $\delta_{орп}(t)$, снимаемый с выхода усилителя-ограничителя, поступает к стробирующей каскаду, содержащему транзисторы Т₇ и Т₈. Этот каскад выполнен также по схеме переключателя тока. Стробирующий сигнал i_c , представляющий собой узкие токовые импульсы, подается на шину, объединяющую эмиттеры двух транзисторов. Далее стробирующий сигнал проходит в эмиттерную цепь того транзистора, потенциал базы которого в этот момент имеет отрицательное значение.

Сигналы i_{c1} и i_{c2} с выходов стробирующей схемы подаются на входы оконечной части СР, включающей в себя транзисторы Т₉ и Т₁₀. Эта часть схемы представляет собой симметричный статический триггер. Управляющие сигналы поступают к базам транзисторов через конденсаторы C_5 и C_6 и цепочки, содержащие Д₅, Д₆, Д₇ и Д₈, Д₉, Д₁₀. Назначение этих цепочек заключается в ограничении запускающих импульсов сверху (Д₇ и Д₁₀) и восстановлении постоянной составляющей. Выходной сигнал триггера U_T формируется посредством встречно включенных диодов Д₁₁, Д₁₂ и Д₁₃, Д₁₄ подобно тому, как это делается в каскаде усилителя-ограничителя.

Дальнейшие преобразования выполняются в УУ. Они состоят в следующем. Сигнал U_T стробируется дважды на протяжении цифрового интервала. При этом в зависимости от того, происходит или не происходит изменение полярности сигнала U_T в середине интервала, стробирующие сигналы поступают в разные каналы или в одни и тот же. В последнем случае сигнал, поступивший вторым, после соответствующей задержки запрещает первый. Это положение соответствует считыванию троичного нуля. Если же второй

сигнал проходит в другой канал, такого запрета не происходит. В этом случае наличие сигнала (первого) в одном из двух каналов указывает на считывание троичных «1» или «-1». Следует отметить, что описанная процедура могла бы быть проделана уже над сигналами i_{c1} и i_{c2} . Причина, по которой эта возможность не была реализована, заключается в том, что характер сигналов, полученных в результате дополнительного стробирования, допускает использование типовых элементов УУ для выполнения требуемых логических преобразований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брусенцов Н.П., Жоголев Е.А. Структура и алгоритм функционирования малой вычислительной машины. В кн.: Вычислительная техника и вопросы кибернетики. Изд-во Ленингр. ун-та, 1971, вып. 8, с. 34–51.
2. Маслов С.П. Некоторые вопросы магнитной записи троичного кода. В кн.: Вычислительная техника и вопросы кибернетики. Изд-во Моск. ун-та, 1972, вып. 9, с. 36–48.
3. Фадеев И.И. Технология производства узлов электронных вычислительных машин. М. «Машиностроение», 1967. 311 с.
4. Маслов С.П. Запоминающее устройство на магнитном барабане увеличенной емкости для вычислительной машины «Сетунь». – В кн.: Магнитные цифровые элементы и устройства. Изд-во Моск. ун-та, 1966, с. 126–130.
5. Брусенцов Н.П. Экономичные магнитные переключательные элементы. – В кн.: Магнитные цифровые элементы, М., «Наука», 1968, с. 112–116.