

УДК 681.327.6-185.4

Павлов В.И.
Грабаров В.С.
Андреев Ю.Г.КОНСТРУКЦИЯ ОСНОВНОЙ ОПЕРАТИВНОЙ
ПАМЯТИ ДЛЯ ЭВМ ЕС-1030 и ЕС-1050

Описана конструкция основной оперативной памяти ЭВМ ЕС-1030 и ЕС-1050 с информационным объемом 256 кбайтов на ферритовых сердечниках диаметром 0,6 мм. Рассматриваются конструктивно-технологические особенности магнитного блока и электронных схем ОЗУ.

В в е д е н и е

Развитие ЕС ЭВМ тесно связано с достижениями в разработке оперативных запоминающих устройств /ОЗУ/ большого информационного объема и высокого быстродействия.

В настоящее время ОЗУ на ферритовых сердечниках по совокупности основных показателей /информационная емкость, быстродействие, надежность, стоимость и др./ и степени промышленного освоения значительно превосходят ОЗУ других типов.

Увеличение информационной емкости и уменьшение цикла работы ОЗУ на ферритовых сердечниках в настоящее время достигнуто за счет разработки и использования в магнитных накопителях новых типов ферритовых сердечников, в электронных схемах управления — новых дискретных и интегральных полупроводниковых элементов и освоения технологии сборки магнитных накопителей на миниатюрных сердечниках [1].

При разработке конструкции описываемого ОЗУ в основном было положено:

- модульный принцип конструирования при максимальном использовании базовых конструкций ЕС ЭВМ;
- использование трехпроводной системы 2,5D в качестве логической организации памяти;
- разбиение на конструктивные модули и их размещение по критерию минимизации числа связей между ними;
- обеспечение требуемого теплового режима;
- удобство наладки и эксплуатации.

Функциональное и конструктивное разбиение ОЗУ

При разработке описываемого ОЗУ выбрана система 2,5D [1,2], позволившая для заданного информационного объема и быстродействия получить оптимальное конструктивное решение.

В базовой стойке ЕС ЭВМ размещено 256 кбайтов информации. Основной задачей при конструировании было максимальное использование базовых конструктивных модулей [3] всех уровней /ИС, ТЭЗ, панелей, рам/, что позволило использовать общую производственно-технологическую базу ЕС ЭВМ.

ОЗУ имеет две модификации, конструктивно значительно отличающиеся друг от друга: для ЭВМ ЕС-1030 устройство ЕС-3203 64Кх4 байта с циклом 1,25 мкс и временем выборки 0,8 мкс и для ЭВМ ЕС-1050 устройство ЕС-3205 32Кх8 байтов с циклом 1,25 мкс и временем выборки 0,9 мкс. ОЗУ состоит из двух автономных блоков памяти по 32К 36-разрядных слов каждый /128 кбайтов/, объединяемых общим устройством управления и размещенных в стойке размером 1600х1200х750 мм. В ЕС-3203 обращение к блокам памяти последовательное, в ЕС-3205 - параллельное.

Питание ОЗУ вынесено в отдельную стойку, принципиально не отличающуюся от типовой стойки питания ЕС ЭВМ, и в данной работе не рассматривается.

Каждый блок памяти состоит из магнитного накопителя /блока/ на 32768 слов 36 разрядов, адресного устройства, разрядного устройства и устройства управления. На рис.1 приведено схематическое изображение стойки ОЗУ с разбиением по функциональным устройствам. В подвижных рамах расположены магнитные блоки 3 и разрядные устройства, содержащие формирователи токов и ключи адресно-разрядных дешифраторов и усилители воспроизведения. Разрядное устройство занимает три типовые панели.

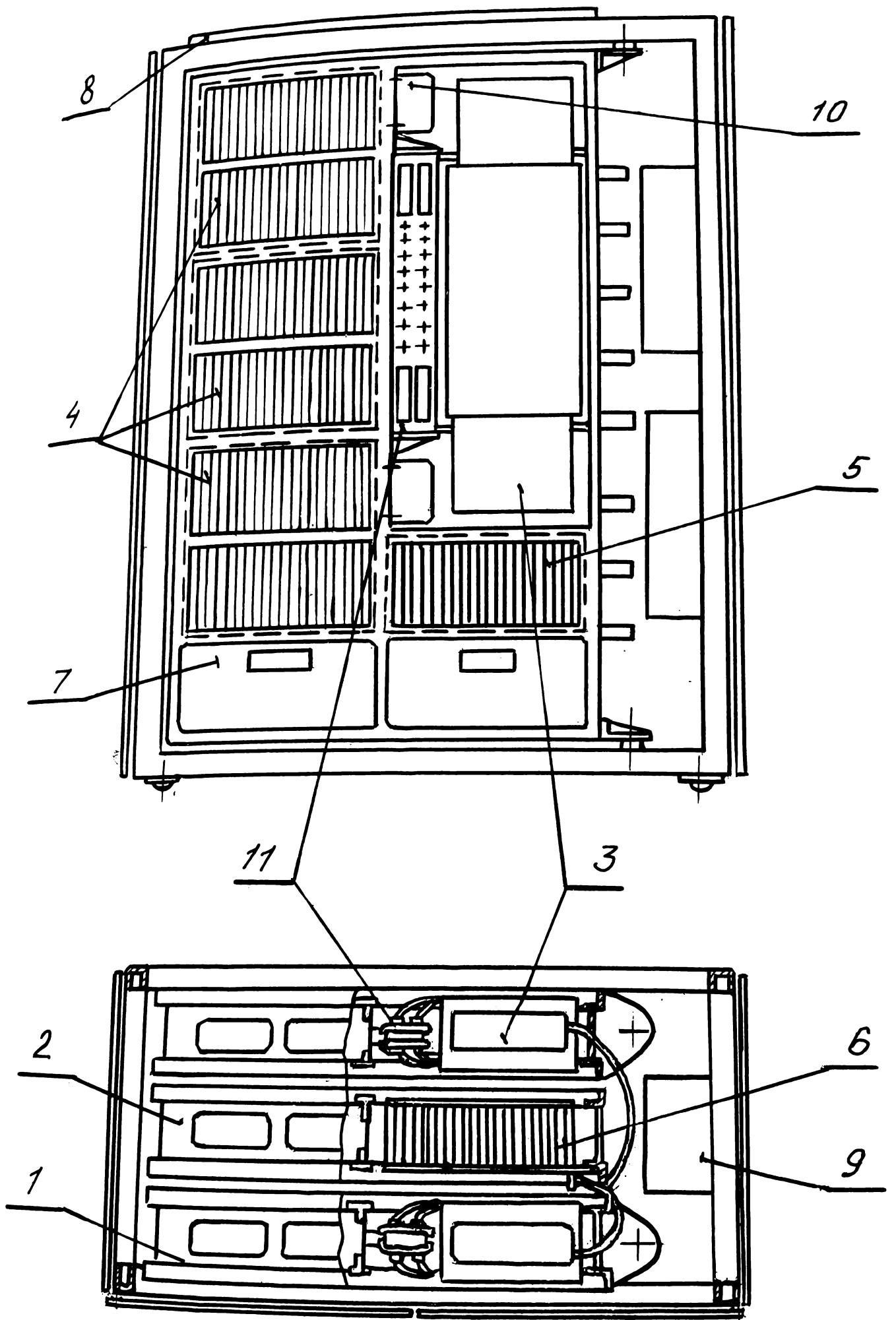


Рис.1. Стойка ОЗУ на 256 кбайтов:

1 - рама МБ и разрядного устройства ОЗУ; 2- рама адресного устройства и управления ОЗУ; 3 - магнитные блоки; 4 - панели разрядного устройства; 5 - полупанель согласователей уровней; 6 - панель адресного устройства; 7 - вентилятор; 8 - блок вентиляторов; 9 - блок конденсаторов; 10 - блок конденсаторов; 11 - монтажная плата с разъемами

В неподвижной (центральной) раме размещаются адресное устройство 6, состоящее из формирователей и ключей адресных токов выборки, и устройство управления, включающее регистр адреса и предварительные дешифраторы адреса, а также схемы формирования синхронизирующих и управляющих сигналов. Адресное устройство каждого блока памяти (по 0,5 панели для средних панели), устройство управления - две

В устройстве ЕС-3205 в нижней части подвижных рам под магнитными блоками расположены полупанели согласования ЭЛ схем процессора ЕС-1050 со схемами ТТЛ ОЗУ.

Описываемое функциональное разбиение и компоновка внутри стойки были найдены после проработки различных вариантов размещения и расчета объема, занимаемого электронным оборудованием. Наиболее трудной задачей был выбор емкости магнитного блока /при заданном общем информационном объеме ОЗУ в 256 кбайтов/ и конструктивное размещение его в размеры типовой рамы.

В результате проработки был найден оптимальный вариант разбиения и компоновки, удовлетворяющий двум ЭВМ: два автономных блока памяти (каждый со своим магнитным блоком), конструктивно аналогичные друг другу. При этом достигнута высокая степень унификации - разработанное ОЗУ имеет две одинаковые поворотные рамы, всего три типа панелей при общем их количестве 10 шт. (для ЕС-3205 - 4 типа при 11 шт.).

Расположение функциональных узлов ОЗУ диктовалось необходимостью минимизировать объем и связи между устройствами. Именно поэтому магнитные блоки расположены в подвижных рамах со стороны кабельного ствола, чтобы возможно больше сократить длину связей с адресным устройством, размещенным в двух крайних панелях неподвижной рамы. Разрядное устройство равномерно распределяется по трем панелям подвижной рамы. Для сокращения связей разъемы интерфейса максимально приближены к входным и выходным схемам управления, а полупанели согласователей уровней расположены рядом с разрядным устройством.

Ниже рассматриваются особенности конструктивных решений основных функциональных узлов ОЗУ.

Магнитный блок

В качестве запоминающего элемента в магнитном блоке применен литиевый сердечник 5ВТ размером

0,6x0,4x0,13 мм. Размеры ферритового поля определены информационными емкостью накопителя (128 кбайт), а длины координатных шин - допустимой нагрузочной способностью формирователей координатных токов X и Y .

Конфигурация ферритового поля и его разбиение приведены на рис.2. Каждая адресная координатная линия пронизывает 1152 сердечника, а разрядно-адресная - 1024, т.е. нагрузка примерно одинакова, что позволило применить однотипные формирователи и ключи. Для сокращения занимаемого объема ферритовое поле складывается один раз по X -координате и четыре раза ("гармошкой") по Y -координате, при этом получаются 4 двусторонних поля (рис.3). Каждое такое поле разбито на 4 матрицы, размеры которых определены технологическими возможностями ручной прошивки (при машинной прошивке координатных проводов возможно увеличение объема матрицы). Каждая матрица содержит 73728 сердечников и имеет 256 координат X и 9 групп по 32 координаты Y , т.е. 8192 слова по 9 разрядов.



Рис.2. Поле элементов магнитного блока 32К 36 разрядов и его деление по кассетам и матрицам

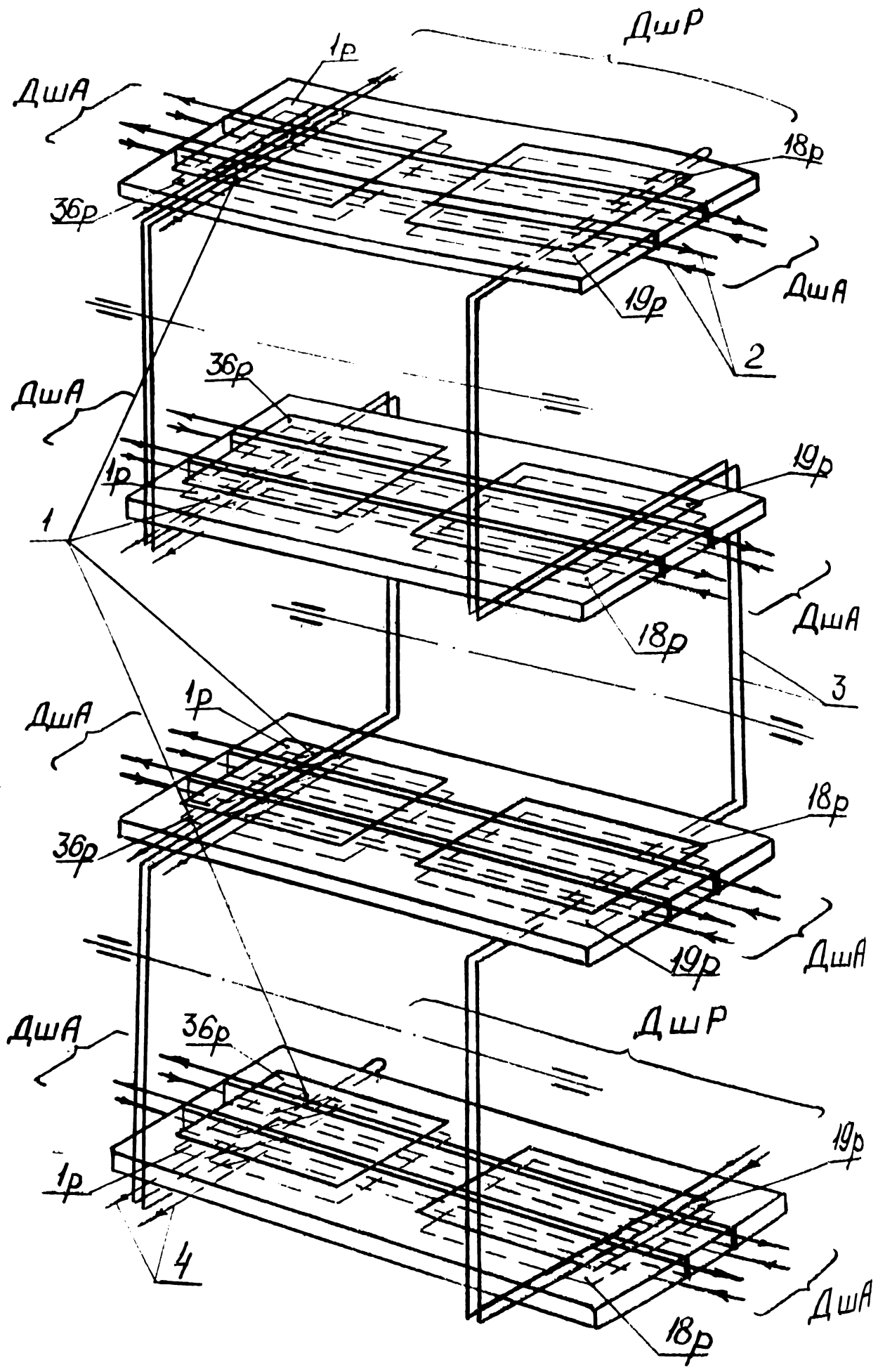


Рис.3. Схема построения накопительной части МБ:
 1 - ферритовое поле одного разряда с восемью обмотками считывания; 2 - адресные линии; 3 - разрядные линии; 4 - выход обмоток считывания

Каждая матрица имеет информационную емкость 8К 9-разрядных слов, кассета, состоящая из 4 матриц, имеет 8К слов по 36 разрядов /18 с каждой стороны кассеты/, а накопитель, содержащий 4 кассеты, имеет 32К 36-разрядных слов. Схема построения накопительной части магнитного блока приведена на рис.3. Требования магнитного блока к сокращению габаритов по обьему определило шаг и уменьшение длины обмотки считывания "внахлест" на колодки, имеющие на разных уровнях два ряда печатных ламелей шириной 0,5 мм с шагом 1мм.

Высокая плотность расположения ферритовых сердечников (в объеме 436x180x95 мм расположено примерно 1,2 млн. сердечников) обеспечивает сокращение длин и снижение сопротивлений координатных шин и обмотки считывания.

Для сокращения количества связей электронного управления с накопителем оконечные ступени дешифраторов размещены непосредственно на магнитном блоке. Адресный дешифратор /ДшА/ конструктивно разбит на 8 частей / по две печатные платы на каждой кассете/, а разрядный дешифратор /ДшР/ - на 2 части, располагаемые по обеим сторонам блока кассет. Компоновка и схема связей магнитного блока приведены на рис. 4 (цифрами показано количество внутренних и внешних связей).

Диодно-трансформаторные дешифраторы конструктивно выполнены в виде отдельных объемных модулей, установленных на двусторонних печатных платах. Для модуля разработан специальный корпус, имеющий выводы с типовым шагом 2,5 мм и позволяющий разместить в нем по 2 - 4 трансформатора и 4-8 диодов. Такой корпус дает возможность установить 576 трансформаторов и 1224 диода на двух платах размером 238x210 мм для разрядного дешифратора и по 128 трансформаторов и 400 диодов на плате размером 220x225 мм - адресного дешифратора.

Кассеты и разрядные дешифраторы имеют подвижные шарнирные соединения, позволяющие развернуть магнитный блок в одну плоскость, что обеспечивает быстрый доступ к любому элементу блока при ремонте. Электрические соединения между кассетами и платами дешифраторов выполнены гибкими плоскими шлейфами с шагом 0,5 и 1 мм. Связь магнитного блока с адресным и разрядным устройствами блоков памяти осуществляется через разъемные соединения при помощи экранированных жгутов, выполненных витыми парами проводом МГТФ. Для связи

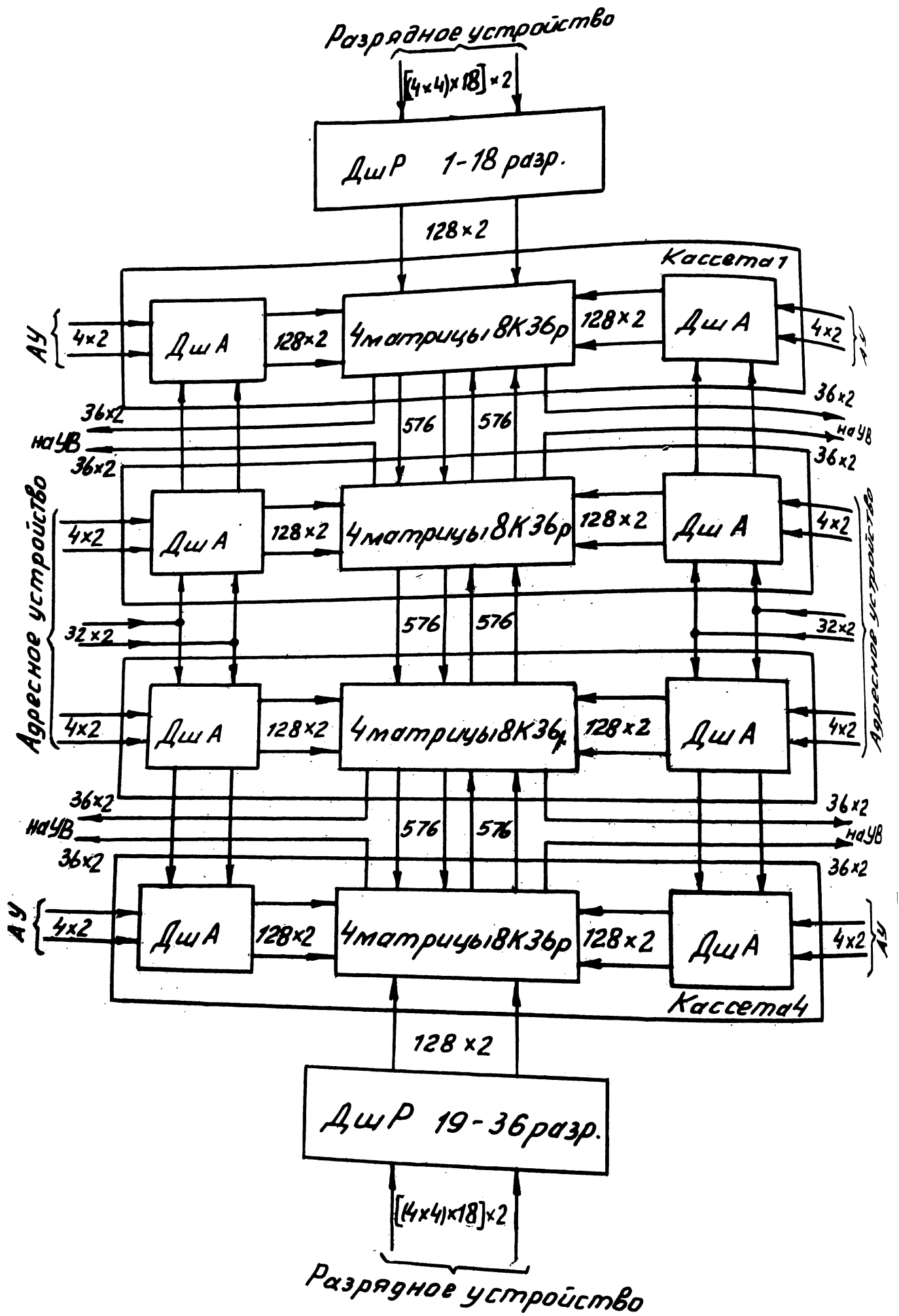


Рис.4. Компоновка и схема связей магнитного блока

электронных схем с адресными дешифраторами используются 8 разъемов типа РС-50, с разрядными дешифраторами - 8 разъемов типа "Набор" и с секциями обмоток считывания - 32 разъема типа РС-19. Организация внешних связей через разъемы обеспечивает быструю установку и съем магнитного блока, возможность оперативного контроля его при изготовлении и ремонте. Габариты всего магнитного блока /940x280x220 мм/ позволили разместить его и колодку с разъемными соединениями в объеме 2,5 панели типовой подвижной рамы.

Особенности ТЭЗ ОЗУ

В ОЗУ используются 16 типов ТЭЗ: из них 6 типов логических, построенных на интегральных микросхемах ТТЛ-типа серии 155, 7 типов специальных, собранных на дискретных радиоэлементах, и 3 типа комбинированных. Для ТЭЗ выбран вариант А [3], использующий 48-контактный двухрядный разъем с шагом 5 мм. Общее количество ТЭЗ, используемых в ОЗУ, равно 355 (83 логических, 256 специальных и 16 комбинированных).

Логические ТЭЗ выполнены с учетом конструкторско-технологических требований ЕС ЭВМ для полуавтоматического способа изготовления фотооригиналов.

Для специальных ТЭЗ найдены конструктивные решения, обеспечивающие размещение радиоэлементов с высотой над печатной платой не более 8,5 мм. Это дало возможность устанавливать все специальные ТЭЗ с типовым шагом 15 мм в стандартных панелях типа А [3].

Так, например, для формирователей и ключей токов выборки был разработан унифицированный 14-контактный корпус, устанавливающийся на место типового ДИП-корпуса (301ПЛ14-1). В таком корпусе можно разместить до четырех трансформаторов на сердечниках размером 3x2,5 мм.

Для оконечных транзисторов формирователей токов возбуждения была разработана плоская конструкция радиатора с развитой поверхностью, обеспечивающая допустимый тепловой режим выходных транзисторов типа КТ904.

При трассировке печатных плат специальных ТЭЗ необходимо было учесть дополнительные требования минимизации связей между радиоэлементами схемы из-за наличия разных уровней сигналов, например, в усилителе воспроизведения сигналов с ферритовых сердечников порядка 20 мВ и логических сигналов 2-2,5 В. Это потребовало введения проволочных перемычек, распаиваемых по кратчайшему пути в дополнительные переходные отверстия платы.

Для облегчения наладки ОЗУ была доработана лицевая планка ТЭЗ усилителя воспроизведения с целью ус-

тановки на ней контрольных гнезд, что позволяет наблюдать на осциллографе сигналы с ферритовых сердечников при наладке ОЗУ.

Для формирования временной диаграммы работы ОЗУ, сигналов запуска формирователей и стробирующих сигналов и их длительности разработан элемент задержки на основе коротких отрезков кабеля типа РК-400, имеющего задержку распространения сигнала 600 нс/м. ТЭЗ синхронизации с использованием разработанных линий задержки позволяет путем соответствующей коммутации получать сигналы запуска с дискретностью 30,50 нс при общей длительности интервала 600 нс.

Панели, рамы, стойка ОЗУ. Тепловой режим

Поворотные рамы устройства выполнены по единой конструкторской документации и содержат магнитный блок и 3 одинаковые панели разрядного устройства по 12 разрядов каждая (для ЕС-3205 дополнительно полупанель согласователей уровня).

В центральную неподвижную раму входят две панели устройства управления. Панели являются типовыми с некоторым отличием по количеству шин питания (в ОЗУ используются 8 номиналов питающих напряжений). В разрядных панелях количество шин питания доходит до 22, что связано с необходимостью разделить цепи питания мощных формирователей тока и усилителей воспроизведения. Такое разделение снижает взаимные паразитные наводки при питании от одного источника. Для дополнительной развязки цепей питания на панелях установлены блоки конденсаторов 9 (см.рис.1).

Панели адресного устройства соединяются с магнитным блоком через разъемы типа РС-50, что потребовало небольшой доработки типовых панелей.

Наиболее значительной доработке по сравнению с типовой рамой подверглись поворотные рамы, так как в них размещены магнитные блоки и колодки с разъемами; удалены перемычки для крепления панелей и установлены новые места крепления магнитных блоков, блоков конденсаторов, панели с разъемами (см.рис.1).

Конструкция стойки ОЗУ принципиально не отличается от базовой стойки, кроме дополнительных двух блоков конденсаторов в кабельном стволе, необходимых для развязки цепей питания. ввиду удаленности источников (стойки) питания.

Для обеспечения заданного теплового режима [4] в верхней части стойки на каждую раму потребовалось установить дополнительные вентиляторы 8, кроме типовых 7 в нижней части рам (см.рис.1).

Для обеспечения допустимого перепада температур в районе ферритового поля в магнитном блоке предусмотрены свободные от монтажа каналы для циркуляции воздуха около металлических оснований кассет. В качестве радиаторов для токозадающих резисторов дешифраторов используются металлические несущие конструкции магнитного блока.

В разрядном устройстве ТЭЗ формирователей токов, выделяющие значительное тепло, распределены по трем панелям. Адресное устройство разделено на две части и отвод выделяемого тепла обеспечивается установкой дополнительных осевых вентиляторов типа В-05, помимо типовых радиальных типа В-19 в нижней части рамы.

Тепловые испытания стойки ОЗУ при температуре окружающей среды 40°C показали, что устройство функционирует нормально с 5%-ной областью устойчивой работы и перепад температур не превышает 17°C в любой точке стойки.

ТЭЗ устройства были проверены при температуре 60°C - параметры их оставались в пределах норм ТУ при 10%-ном отклонении питающих напряжений.

З а к л ю ч е н и е

В связи с непрерывным ростом требований к основной оперативной памяти ЭВМ необходимо дальнейшее улучшение технических характеристик ОЗУ на ферритовых сердечниках.

Развитие ОЗУ на сердечниках для ЕС ЭВМ возможно в следующих основных направлениях:

- повышение уровня интеграции специальных схем формирователей и усилителей (переход от дискретных элементов к микросхемам);
- повышение плотности компоновки элементов в ТЭЗ за счет применения многослойного печатного монтажа и разъемов с большим количеством контактов (90-135).
- применение новых типов блоков питания с повышенной удельной мощностью;
- более широкое использование модульного принципа конструирования ОЗУ.

Л и т е р а т у р а

1. Шаруненко Н.М. Запоминающие устройства ЕС ЭВМ. "Вопросы радиоэлектроники", сер.ЭВТ, 1973, вып.3.